



**INFRASTRUTTURE
e RETI**

IL PON E LE NUOVE STRATEGIE PER LE INFRASTRUTTURE SOSTENIBILI E RESILIENTI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Monitoraggio ambientale di VAS

FOCUS TEMATICO 2022



IL PON E LE NUOVE STRATEGIE PER LE INFRASTRUTTURE SOSTENIBILI E RESILIENTI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Monitoraggio ambientale di VAS

FOCUS TEMATICO 2022

SOMMARIO

Premessa	7
Adattarsi al cambiamento	8
1 - LA LOTTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE POLITICHE INTERNAZIONALI, EUROPEE E NAZIONALI	10
1.1 - Principali riferimenti normativi e di indirizzo del PON-IR 2014-2020	10
1.2 - Evoluzione del quadro di riferimento sui cambiamenti climatici (2015 – 2022)	11
2 - GLI INVESTIMENTI INFRASTRUTTURALI DEL PON-IR PER L'AMBIENTE E IL CLIMA	19
2.1 - La filiera ambientale del PON-IR	20
2.2 - L'esperienza del PON-IR nella quantificazione degli impegni ambientali e climatici	25
2.2.1 - Mitigazione	29
2.2.2 - Adattamento	32
3 - IL PUNTO DI VISTA DEGLI ESPERTI SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI NEL PON-IR	35
3.1 - Le sperimentazioni per la verifica della resilienza ai cambiamenti climatici delle infrastrutture di trasporto	37
3.1.1 - Scenari climatici per la programmazione e la progettazione adattiva delle infrastrutture di trasporto	37
3.1.2 - La scheda GP e l'analisi di vulnerabilità climatica	44
3.1.3 - L'applicazione di misure soft, grey e green per la resilienza degli interventi ferroviari	54
3.2 - Le sperimentazioni per la misurazione dell'impronta carbonica del Programma e dei progetti della rete ferroviaria TEN-T	69
3.2.1 - L'applicazione del modello CO2MPARE al comparto infrastrutture e reti	69
3.2.2 - L'impronta di carbonio delle infrastrutture ferroviarie in fase di realizzazione e di esercizio	78
4 - ANTICIPAZIONE DELLE SFIDE E ATTUALITÀ DELLE SOLUZIONI	83
5 - LEZIONE APPRESE DAL PON-IR PER LE INFRASTRUTTURE SOSTENIBILI E RESILIENTI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	95

Premessa

Il Programma Operativo Nazionale Infrastrutture e Reti 2014-2020 (PON-IR), nella sua *mission* di attuazione di priorità e linee di azione destinate alla realizzazione e al potenziamento di grandi infrastrutture per il trasporto e l'intermodalità del Mezzogiorno d'Italia, è stato caratterizzato da un costante percorso di integrazione delle tematiche ambientali e di lotta al cambiamento climatico. Tale percorso si è potuto concretizzare grazie ad un modello di *governance* innovativo, che ha visto il coinvolgimento di tutti i soggetti impegnati nell'attuazione, monitoraggio e controllo e una vivace collaborazione intra e interistituzionale – con la partecipazione dell'Agenzia per la Coesione Territoriale, del Ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica, del Ministero della Cultura e dell'ISPRA – nelle attività legate al monitoraggio ambientale previsto dalla Valutazione Ambientale Strategica, con una particolare sensibilità nei confronti degli obiettivi climatici e ambientali.

Questo modello di *governance*, che ha suscitato anche l'interesse della Commissione Europea in termini di *best practice* nel panorama dei programmi comunitari, è stato un mezzo efficace per mettere in campo competenze specialistiche non solo in campo ambientale ma in campi specialistici contigui, rendendoli dialoganti nella risoluzione pratica di problemi comuni: uno su tutti, il concorso di tutti i soggetti coinvolti nel Programma nell'esame del corretto svolgimento delle procedure di valutazione ambientale degli interventi finanziati, nella consapevolezza che buone progettazioni, soprattutto con riferimento agli aspetti ambientali, sono la vera chiave per accelerare e snellire.

I contributi raccolti in questo Focus vogliono quindi rappresentare le caratteristiche della *governance* multilivello che ha caratterizzato l'attuazione del PON-IR e la ricchezza e la varietà di contenuti ambientali e di proposte operative che ne sono scaturite.

L'Autorità di Gestione del PON-IR 2014-2020
Architetto Donato Lamacchia

Adattarsi al cambiamento

Gli effetti della crisi pandemica e, quelli della crisi energetica legati al conflitto Russia-Ucraina ad oggi in corso, hanno avuto una funzione catalizzatrice per lo sviluppo del dibattito sulla lotta ai cambiamenti climatici e sulle conseguenti azioni da intraprendere, soprattutto in risposta alla necessità di attuare un processo di decarbonizzazione con orizzonti temporali molto prossimi.

A questo cambio di paradigma non può sottrarsi il settore trasporti che ancora oggi rappresenta uno dei settori responsabile per emissione di gas climalteranti su scala globale. Con riferimento invece a dati su scala nazionale, nel 2019 - ovvero prima dell'evento pandemico - il settore dei trasporti era responsabile del 25,2% delle emissioni totali di gas ad effetto serra e del 30,7% delle emissioni totali di CO₂¹. Questo il motivo per cui, con sempre maggiore consapevolezza si parla della necessità di rendere le infrastrutture “resilienti ai cambiamenti climatici” e, più in generale, di promuovere la realizzazione di infrastrutture “sostenibili”.

In tema di sostenibilità ambientale del settore trasporti, molti passi in avanti sono stati fatti negli ultimi anni. In tale contesto, si inserisce a pieno titolo, anche il contributo del PON Infrastrutture e Reti 2014-2020, nel quale l'applicazione del principio dello sviluppo sostenibile non si è limitata ad un mero adempimento normativo ma si è manifestata in tutte le varie fasi della attuazione del Programma, a partire dalla definizione dei criteri di selezione degli interventi da finanziare al monitoraggio ambientale degli effetti degli interventi realizzati.

Di fatto, l'attuazione del Programma ha anticipato - in un periodo in cui la programmazione comunitaria non aveva, se non in maniera “previsionale”, un livello adeguato di maturità rispetto all'assorbimento al suo interno di alcune specifiche tematiche connesse al clima, - l'attenzione allo sviluppo sostenibile e alle sfide ambientali e climatiche che oggi sta permeando con sempre più incisività le politiche comunitarie e i cui riflessi sono visibili tanto nel Next Generation EU (NGEU) quanto negli obiettivi del periodo di programmazione dei Fondi Strutturali 2021-2027. Con riferimento al NGEU, i punti di contatto tra il PON-IR e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) sono molteplici e spaziano dalla considerazione del valore degli ecosistemi naturali e agricoli e della biodiversità come “patrimonio unico da proteggere” alle azioni per mitigare il rischio idrogeologico e, più in generale, per rendere il Paese più resiliente ai cambiamenti climatici, agli obiettivi di decarbonizzazione, di miglioramento della qualità dell'aria e di riduzione dell'inquinamento acustico. Dunque, alcuni temi che sono oggetto di specifiche missioni del PNRR sono già stati ampiamente affrontati nella trattazione degli interventi finanziati dal PON-IR e monitorati in termini di effetti ambientali.

I risultati positivi di questa esperienza operativa ed alcune scelte di *governance* effettuate nel PON-IR potrebbero costituire una base di riferimento per l'impostazione e l'attuazione di piani e programmi di finanziamento di opere infrastrutturali e strategiche.

Il PON ha, a titolo di esempio, contribuito all'affinamento di modelli di calcolo dell'impronta di carbonio nel settore trasporti, e alla diffusione della cultura delle politiche di adattamento ai cambiamenti climatici tra i beneficiari, con un percorso che, sebbene partito in maniera non spedita all'inizio, anche per la mancanza di un linguaggio comune condiviso, in seguito ha dato i suoi frutti.

Il presente volume è articolato in 5 capitoli articolati come segue:

¹ ISPRA, National Greenhouse Inventory Report, 2021

- *Cap.1 la lotta al cambiamento climatico nelle politiche internazionali, europee e nazionali*: il capitolo descrive l'evoluzione dei principali riferimenti di policy internazionali ed europei (Agenda 2030, Green Deal, ecc.) e degli strumenti di finanziamento europei (Fondi Strutturali, Next Generation EU), evidenziando il peso crescente assunto dagli aspetti ambientali nella programmazione europea e nazionale, accompagnato da un sempre più cospicuo numero di Direttive, comunicazioni e regolamenti che ne disciplinano il mainstreaming, dall'applicazione del principio del DNSH per l'attuazione della tassonomia sugli investimenti sostenibili e, non da ultimo, dal cospicuo rilievo percentuale assegnato al budget per la lotta al cambiamento climatico nel periodo 2021-2027 (30% nel FESR e 37% nel NGEU);

- *Cap.2- Gli investimenti infrastrutturali del PON-IR e l'Ambiente*: il capitolo sintetizza l'azione ambientale del PON-IR e illustra le modalità operative con le quali, nelle diverse fasi attuazione, si è tenuto conto degli aspetti ambientali e climatici lungo tutta la filiera attuativa del Programma (criteri di selezione ambientali e climatici integrati nei criteri di selezione del Programma e condivisi con l'Autorità competente in materia ambientale, integrazione dei risultati delle procedure ambientali di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e di Valutazione di Incidenza Ambientale (VInCA) nella valutazione degli interventi, partecipazione attiva della Task Force Ambiente nella redazione delle schede GP, monitoraggio costante e integrato degli indicatori climatici e ambientali, ecc.);

- *Cap.3 - Il punto di vista degli esperti sui cambiamenti climatici nel PON-IR* Il capitolo focalizza l'attenzione sull'integrazione della lotta al cambiamento climatico in specifiche fasi dell'attuazione e del monitoraggio del Programma, descrivendo le metodologie e le procedure messe in campo e i risultati ottenuti, anche mediante la collaborazione attiva dei beneficiari e l'*expertise* di altri soggetti istituzionali. Il capitolo è strutturato in paragrafi tematici, caratterizzati da autonomia di contenuti, per i quali sono stati elaborati contributi da parte di diversi soggetti terzi coinvolti, sia privati che pubblici, compreso prestigiosi enti di ricerca che hanno fornito la loro testimonianza sul PON-IR nel pieno spirito di collaborazione con la pubblica amministrazione.

- *Cap. 4 - Anticipazione delle sfide e attualità delle soluzioni*: illustra le modalità attraverso le quali il monitoraggio ambientale del PON-IR, applicando rigorosamente metodologie e strumenti di valutazione ambientali consolidate in letteratura e selezionando indicatori effettivamente popolabili e funzionali all'analisi del contributo al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile, ha potuto anticipare obiettivi e sfide attuali, quali quelli individuati dall'Agenda 2030 e dalla Strategia Nazionale di Sviluppo Sostenibile, con specifico riferimento a quelli relativi ai temi della mitigazione e dell'adattamento al cambiamento climatico.

- *Cap.5 - Lezioni apprese dal PON-IR per le infrastrutture sostenibili e resilienti ai cambiamenti climatici*: sulla base dell'esperienza del PON-IR, sono stati proposti 10 punti che sintetizzano le lezioni apprese e che sarebbe auspicabile applicare per perseguire l'obiettivo di realizzare infrastrutture resilienti e sostenibili. Si tratta, di fatto, di indicazioni operative per rendere trasferibili gli strumenti elaborati e le tecniche sperimentate nel PON-IR, mettendoli a servizio delle nuove strategie di azione per la realizzazione di infrastrutture sostenibili e resilienti ai cambiamenti climatici che i decisori politici vorranno mettere in campo nel prossimo futuro.

Il Coordinatore della "Task Force Ambiente"
e del monitoraggio Ambientale del PON-IR 2014-2020
Dott. Francesco Corso

LA LOTTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE POLITICHE INTERNAZIONALI, EUROPEE E NAZIONALI

Il PON Infrastrutture e Reti 2014-2020 si avvia alla conclusione in uno scenario che si presenta profondamente modificato rispetto al periodo in cui è stato concepito, a seguito dell'occorrenza di eventi dirompenti e dei loro effetti, che hanno alterato in maniera significativa gli equilibri in campo economico, sociale e ambientale di riferimento.

Il focus, dunque, facendo da prologo al III Report di monitoraggio ambientale della VAS del PON-IR in corso di predisposizione, propone una descrizione dello stato dell'arte del Programma, con particolare attenzione agli aspetti attinenti all'ambiente e ai cambiamenti climatici. Dichiarata tale finalità, non si può prescindere dunque dalla definizione di un quadro aggiornato dei principali riferimenti di policy internazionali ed europei sui cambiamenti climatici che sono alla base oggi delle nuove politiche di investimento pubblico a scala nazionale, europea e globale e che sono sintomatici della definizione di una nuova concezione del sistema infrastrutturale in chiave di un contributo attivo alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e all'incremento della "resilienza" ai cambiamenti climatici.

1.1 PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI E DI INDIRIZZO DEL PON-IR 2014-2020

Il principale riferimento di indirizzo del rapporto ambientale del Programma, risalente al 2015, era costituito dalla comunicazione **"Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" COM (2011) 571**, dalla **Strategia Europa 2022** - e dalla connessa Comunicazione **"Un'Europa efficiente nelle risorse"**, iniziativa faro nell'ambito della Strategia Europa 2020 COM (2011) nella quale veniva rimarcata l'esigenza di delineare un sistema di trasporti a basso impiego di carbonio. Entrambe si rapportavano, come orizzonte temporale, al 2020, data entro la quale ci si prefiggeva di raggiungere alcuni obiettivi climatici simbolicamente fissati al 20% (pacchetto 20 -20- 20) rispetto ai livelli misurati nel 1990, come fissati nel "pacchetto clima-energia"³ approvato dal Parlamento europeo nel 2008, ovvero:

- riduzione delle emissioni di gas serra del 20%;
- incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili del 20%;
- incremento dell'efficienza energetica del 20%.

² La Strategia Europa 2020 era indicata come il principale riferimento di policy all'interno del pacchetto di regolamenti della Commissione Europea e di atti delegati che disciplinano i Fondi Strutturali e di Investimento per il periodo di programmazione 2014-2020

³ Regolamento 2018/842/UE – Effort Sharing
Direttiva 2018/410/UE Ets sono state adottate nel corso del 2018 – Emission Trading System
Regolamento (UE) 2018/1999 – Governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima

Si faceva riferimento anche alla comunicazione “**Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa COM (2013) 249 def**” che aveva l’intento di orientare gli obiettivi ambientali e climatici del PON-IR verso la creazione di un quadro di sostegno che incentivasse lo sviluppo di progetti sulle infrastrutture verdi, anche a favore della tutela della biodiversità, seriamente minacciata dagli effetti del cambiamento climatico, in risposta al quale, sempre nel 2013, la Commissione Europea aveva adottato la “**Strategia dell’UE di adattamento ai cambiamenti climatici COM (2013) 216**”.

Infine, sempre in relazione alla riduzione delle emissioni climalteranti in atmosfera, nonché, più in generale, delle emissioni inquinanti, il rapporto ambientale faceva riferimento alla Direttiva 2012/27/CE sull’efficienza energetica e alla Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente.

A livello nazionale, il rapporto ambientale menzionava la **Strategia Energetica Nazionale (SEN)**, approvata con decreto del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare e del Ministero dello sviluppo economico nel 2013, comprensiva di azioni volte al processo di decarbonizzazione al 2050 dell’Italia secondo lo scenario **Roadmap 2050** della Commissione Europea e, *in primis*, al superamento degli obiettivi del pacchetto 20-20-20 posti come obiettivi di sostenibilità ambientale all’interno del rapporto ambientale di VAS del Programma.

Nel 2014 è stato adottato il pacchetto “**Quadro per il Clima e l’Energia 2030**”, in base al quale i 28 Stati membri della UE si impegnavano a ridurre entro il 2030 le emissioni di gas serra, del 40%, ad aumentare del 27% le energie rinnovabili e a incrementare del 27% l’efficienza energetica rispetto ai livelli registrati nel 1990.

Tutti questi provvedimenti, per quanto di grande importanza, costituendo, di fatto, le basi per gli sviluppi successivi sulla materia, appaiono ormai superati alla luce di un contesto sociale, economico, ambientale, inclusi gli aspetti relativi ai cambiamenti climatici, totalmente diverso rispetto a quello a cui faceva riferimento il rapporto ambientale del Programma. Una grande accelerazione in tal senso è stata data dal periodo pandemico che, se da un lato ha sovvertito gli equilibri economici a scala mondiale, è stato anche occasione per immaginare un modello di sviluppo alternativo. Il recente conflitto Russia -Ucraina ha poi ulteriormente messo in evidenza la dipendenza del paese Italia da fonti fossili ad un livello non in linea con gli impegni sottoscritti in tema di decarbonizzazione, agendo quindi da ulteriore catalizzatore verso soluzioni innovative da attuarsi in orizzonti temporali ristretti.

Il 2015, anno di approvazione del Programma, è un anno di svolta per il tema dei cambiamenti climatici, rappresentato dal raggiungimento di un nuovo accordo globale sul clima in occasione della COP 21, noto come **Accordo di Parigi**. L’accordo si pone, come obiettivo di lungo periodo, il contenimento del riscaldamento terrestre a fine secolo al di sotto dei 2°C rispetto all’epoca preindustriale. L’accordo si inquadra nella cornice più ampia definita dall’ **Agenda 2030** per lo sviluppo sostenibile (il programma d’azione adottato all’unanimità dai 193 Paesi membri delle Nazioni Unite nel settembre 2015 a New York) e, in particolare, dell’obiettivo 13 “Lotta contro il cambiamento climatico”. L’Accordo di Parigi definisce nel dettaglio i contenuti del sotto-obiettivo 13.2 dell’Agenda 2030, che richiede di “**integrare le misure di cambiamento climatico nelle politiche, strategie e pianificazione nazionali**”.

Sempre nel 2015, con decreto direttoriale della Direzione Generale per l’energia e il clima dell’allora Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio e del mare n. 86 del 16 giugno 2015, viene approvata la **Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici**.

1.2 EVOLUZIONE DEL QUADRO DI RIFERIMENTO SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI (2015 – 2022)

Come anticipato, l’assetto del quadro programmatico e normativo di riferimento regolante anche il ruolo delle infrastrutture di trasporto in tema dei Cambiamenti climatici ha subito numerosi interventi di rivisitazione successivamente.

te all'approvazione del Programma.

In attuazione del Quadro 2030 Clima Energia, viene emanato nel 2018 il **regolamento UE (2018/1999)** con il quale si istituisce un sistema di *governance* dell'Unione dell'Energia, che mira a pianificare e tracciare le politiche e misure messe in atto dagli Stati Membri dell'UE al fine del raggiungimento degli obiettivi in materia di riduzione delle emissioni, incremento dell'efficienza energetica, ricerca e innovazione, sicurezza energetica e sviluppo del mercato interno dell'energia. Il meccanismo di governance è basato sulle strategie a lungo termine e, in particolare sui piani nazionali integrati per l'energia e il clima (**PNIEC**). Sempre nell'ambito del sistema di *governance* viene stabilito che gli Stati Membri siano tenuti ad elaborare Strategie nazionali a lungo termine e a garantire la coerenza tra le strategie e i rispettivi piani nazionali per l'energia e il clima.

Nel 2019, in attuazione delle proposte della Commissione pubblicate nel 2016, viene approvato il **“Clean energy for all europeans”** che fissa, tramite un set di 8 nuovi provvedimenti normativi, nuovi obiettivi per l'Europa rispetto al Pacchetto 20-20-20, ovvero:

- la riduzione di emissioni di gas serra del 40% rispetto al 1990;
- l'incremento del 32% di produzione di energia da fonti rinnovabili;
- la riduzione dei consumi del 32,5% tramite interventi di efficienza energetica.

Nello stesso anno il Consiglio europeo approva l'obiettivo di realizzare un'UE a impatto climatico zero entro il 2050 mentre la Commissione europea presenta il **“Green Deal”**, un programma di sostenibilità accompagnato da un piano di azione volto a:

- promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare;
- ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento;
- raggiungere la neutralità climatica entro il 2050;
- introdurre forme di trasporto privato e pubblico più pulite, più economiche e più sane.

Ancora nel 2019 viene approvato in Italia il **“Decreto clima”**⁴ che, intervenendo in tutti i settori interconnessi con i cambiamenti climatici, offre misure concrete al loro contrasto. Nel settore trasporti introduce ad esempio le seguenti misure:

- *bonus mobilità*, ovvero un sussidio fino a € 1500 spendibile a fronte della rottamazione, per le città e le aree sottoposte a infrazione europea sulla qualità dell'aria, dell'auto fino alla classe euro 3 e un sussidio fino a 500 euro per i motocicli sino agli euro 2 e 3 a due tempi;
- *corsie preferenziali* per i comuni: viene istituito un fondo di 40 milioni per i comuni per la realizzazione, il prolungamento, l'ammodernamento o la messa a norma di corsie preferenziali con l'obiettivo di incentivare l'uso dei mezzi pubblici;
- *trasporto scolastico ecologico* – Scuolabus green: viene istituito un fondo di 20 milioni da destinare ai comuni per realizzare o implementare il trasporto scolastico con mezzi ibridi, elettrici per i bambini delle elementari e medie.

⁴ Decreto Legge 14 ottobre 2019, n. 111 Misure urgenti per il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria e proroga del termine di cui all'articolo 48, commi 11 e 13, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229

Il Decreto Clima, al fine di valorizzare gli aspetti ambientali nelle decisioni di politica economica, sancisce inoltre la trasformazione, a decorrere dal 1° gennaio 2021, del Comitato interministeriale per la programmazione economica, ovvero “CIPE” in Comitato interministeriale per la programmazione economica e lo sviluppo sostenibile “CIPESS”.

Nel gennaio 2020, sulla base anche della **Strategia Energetica Nazionale** approvata nel 2017, viene adottata la versione finale del **Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima (PNIEC)**, il cui obiettivo è quello di realizzare una nuova politica energetica che assicuri la piena sostenibilità ambientale, sociale ed economica. Il documento prevede un aggiornamento ogni 10 anni, ma il mutato contesto socio-economico ha reso necessario anticipare questa scadenza per cui è già in corso una revisione⁵ del Programma.

Nel 2020 il dato significativo sull’efficacia delle misure adottate è stato il rispetto degli obiettivi sulle emissioni fissati dal pacchetto 20-20-20. Il 2020 è stato però anche l’anno della pandemia da Corona Virus. Viene quindi varato, in risposta alla crisi pandemica, il **Next Generation EU**, ovvero un fondo europeo di durata limitata, per un ammontare di circa 750 Mld€.

Nell’ambito del Next Generation EU, sono stati in particolare definiti il pacchetto **REACT-EU** (Recovery Assistance for Cohesion and the territories of Europe), per un importo pari a 50,6 Mld € con l’obiettivo di fornire risorse aggiuntive alla Programmazione 2014-2020, e quindi, da spendersi, in definitiva, entro il 2023, nella direzione di una ripresa dell’economia “verde, digitale e resiliente”, e il Dispositivo per la Ripresa e Resilienza di cui si parlerà più diffusamente in seguito.

È in questa cornice che il PON-IR si trasforma, ampliando le sue finalità e le sue sfide, operazione che ha richiesto una rivisitazione dell’articolazione del Programma, della dotazione delle linee di attività e del quadro progettuale di riferimento. Previa una modifica del Regolamento 1303/2013 attuata dal Regolamento UE 221/2020, con le risorse aggiuntive stanziati nel 2021⁶ viene introdotto nel Programma un nuovo asse, con dotazione finanziaria pari a 326 Mln€, volto a finanziare operazioni finalizzate alla riduzione delle perdite nelle reti idriche del Mezzogiorno, anche attraverso l’installazione di strumenti tecnologici di monitoraggio e controllo e di ridurre il “*water service divide*”, ovvero le differenze tra territori nella gestione delle risorse idriche, conformemente agli obiettivi di coesione economica, sociale e territoriale di cui all’art. 174 del TFUE. Con ulteriori risorse aggiuntive stanziati nel 2022⁷, è stato invece introdotto un quinto asse, con una dotazione finanziaria pari a 175 Mln€ per sostenere il rinnovo delle flotte di Trasporto Pubblico Locale (TPL) e aumentare le risorse destinate ad aumentare la resilienza delle infrastrutture idriche di approvvigionamento e distribuzione, per un importo di 169 Mln€.

Degna di menzione in questa sede è anche la presentazione, avvenuta in data 17 settembre 2020, della comunicazione della Commissione Europea “**Un traguardo climatico 2030 più ambizioso per l’Europa**”, che illustra il Piano per l’obiettivo climatico 2030 ed individua gli interventi con cui l’UE si prefigge di conseguire il nuovo più sfidante obiettivo di riduzione delle emissioni climateranti. Il Piano prevede l’aggiornamento del Quadro 2030 per il clima e l’energia e la revisione dei vigenti obiettivi in materia di energie rinnovabili ed efficienza energetica, nonché della normativa in materia di clima ed energia e interventi in tutti i settori dell’economia, a cominciare

⁵ Interrogazione Ministro Cingolani “[...] noi stiamo adesso facendo il nuovo PNIEC, aggiornato, che deve dettare una cosiddetta long-term strategy che si affianca, recepisce i messaggi fondamentali del PNRR [...]” N. 3-002399 <https://www.camera.it/leg18/410?idSeduta=0540&tipo=stenografico#>

⁶ Comunicazione con lettera della Presidenza del Consiglio dei Ministri prot. n.378 del 09/04/2021

⁷ Comunicazione con lettera della Presidenza del Consiglio dei Ministri prot. DPCOE-0001269-P-24/02/2022

dal settore energetico e dell'edilizia.

Al fine di rafforzare il messaggio di una vera e propria transizione ecologica in corso e di una precisa visione di sviluppo in chiave di sostenibilità economica, sociale e ambientale demarcata dalla pletora di riforme dell'Unione Europea avviate, nel marzo 2021, con il D.L. 22/2021, convertito con L. 55/2021, il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti ha cambiato la propria denominazione in Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MiMS).

Infrastrutture Sostenibili

La letteratura degli ultimi anni si è arricchita di studi volti a definire quali siano i requisiti di una infrastruttura affinché possa essere considerata "sostenibile", dove il concetto di sostenibilità investe una sfera molto più ampia di quella tipicamente ambientale. La sostenibilità delle infrastrutture è stata anche al centro dei lavori del G20 svoltosi ad Osaka nel 2019, nell'ambito dei quali sono stati elaborati una serie di principi - di natura volontaria e non vincolante - per gli investimenti in tema di infrastrutture di qualità. Sempre nel 2019 si è svolto a Dubai il Global Future Council in tema di Infrastrutture del Forum economico mondiale, il cui documento finale, intitolato "6 Qualities of sustainable infrastructures" delinea, come anticipato nello stesso titolo, le caratteristiche che una infrastruttura deve possedere per essere considerata sostenibile:

1. **Condivisione dei benefici:** il progetto deve essere pensato per aumentare l'accesso ai servizi essenziali e ridurre disuguaglianze e ingiustizie. L'infrastruttura deve pertanto produrre effetti positivi per la collettività non solo di tipo economico ma anche sociale;
2. **Resilienza:** con particolare riferimento ai cambiamenti climatici, l'infrastruttura deve essere in grado, tramite anche l'azione di misure di adattamento e di mitigazione, di resistere a possibili shock noti ma anche a quelli verso i quali la comunità scientifica ha minori capacità previsionali;
3. **Accettazione sociale:** il progetto delle infrastrutture deve essere condiviso con le comunità locali, tenendo conto delle esigenze del territorio. Da qui la necessità di avviare processi di ascolto quali ad esempio il dibattito o l'inchiesta pubblica;
4. **Efficacia economica e istituzionale:** il progetto delle infrastrutture deve essere in grado di sostenersi dal punto di vista economico e finanziario in modo da non configurarsi come un debito per le generazioni future e di essere realizzato in tempi congrui;
5. **"A prova di futuro":** il progetto dell'infrastruttura deve considerare tutto il ciclo di vita della stessa, dalla progettazione, alla realizzazione, all'esercizio, alla manutenzione fino alla fase di dismissione;
6. **Programmazione strategica:** le infrastrutture vanno pensate considerando anche la loro "scalabilità" e la loro replicabilità.

Sempre con lo stesso Decreto Legge veniva istituito, presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, il Comitato Interministeriale per la Transizione Ecologica (CITE) con il compito, tra gli altri, di approvare il Piano per la Transizione Ecologica (PTE), al fine di coordinare una serie di politiche ambientali, ivi incluse quelle in materia di riduzione delle emissioni di gas climalteranti e quelle di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Nel Piano, approvato con Delibera CITE dell'8 marzo 2022, sono rappresentati gli obiettivi principali delle politiche ambientali dell'Italia in tema di:

- lotta ai cambiamenti climatici, in termini di riduzione del 55% al 2030 delle emissioni di CO₂ rispetto al

1990 e il raggiungimento della neutralità climatica al 2050;

- energia, in termini di apporto delle energie rinnovabili alla generazione elettrica pari ad almeno il 72% al 2030 e prossima al 100% al 2050;
- mobilità sostenibile in termini di un maggior ricorso al traffico su rotaia, uso di carburanti a minor impatto e, a partire dal 2030, per centrare l'obiettivo di decarbonizzazione completa, previsione che, almeno il 50% delle motorizzazioni dovrà essere elettrico.

Un maggiore approfondimento per le tematiche trattate merita il summenzionato Dispositivo per la ripresa e resilienza, principale componente del programma NGEU. Nell'ambito del dispositivo, che ha, una durata di 6 anni e, più precisamente, dal 2021 a 2026, e una dotazione finanziaria complessiva di 672,5 Mld€, di cui 312,5 Mld€ come sovvenzioni e i restanti 360 Mld€ come prestiti a tassi agevolati, gli stati membri hanno elaborato un proprio Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

Il PNRR italiano "Italia Domani" prevede investimenti e un pacchetto di riforme propedeutico agli stessi, per un totale di 191,5 Mld€ finanziati attraverso il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza e di 30,6 Mld€ erogati attraverso il Fondo complementare istituito con il Decreto Legge n.59 del 6 maggio 2021 a valere sullo scostamento pluriennale di bilancio approvato nel Consiglio dei ministri del 15 aprile 2021. Il totale dei fondi⁸ previsti, stanziati con la finalità di riparare i danni economici e sociali della crisi pandemica – soprattutto in chiave di riduzione dei divari territoriali – di contribuire a risolvere le debolezze strutturali dell'economia italiana, e di accompagnare il Paese verso un percorso di transizione ecologica e ambientale ammonta quindi a 222,1 Mld€⁹. Il Piano si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo, ovvero digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale, e sei missioni, di cui, quelle di interesse a titolarità del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, per una dotazione pari a 61,3 Mld€¹⁰ sono le seguenti:

- Rivoluzione verde e transizione ecologica, per un totale di 15,159 Mld€;
- Infrastrutture per una mobilità sostenibile, per un totale di 41,872 Mld€.

Condizione necessaria per accedere ai fondi del PNRR è il rispetto del principio "*Do no significant harm*" (DNSH) in base al quale gli interventi previsti dai PNRR nazionali non devono arrecare nessun danno significativo all'ambiente.

Ancora di maggiore specificità è il requisito del soddisfacimento del *tagging* climatico, ovvero ogni Stato Membro deve dedicare almeno il 37% della spesa del Piano alle misure che contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi climatici.

Sul piano delle azioni di adattamento ai cambiamenti climatici la comunicazione della Commissione del febbraio 2021 "*Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici – la nuova strategia di adattamento ai cambiamenti climatici*" stima che, per rendere resilienti le infrastrutture soprattutto alle catastrofi naturali, potrebbe essere necessario un costo iniziale aggiuntivo pari al 3% , ma che a fronte di questo, gli investimenti del settore presenterebbero un rapporto costi/benefici con un rapporto di circa 1:4. Nel documento si annuncia inoltre che-

⁸ Sono stati stanziati, inoltre, entro il 2032, ulteriori 26 miliardi da destinare alla realizzazione di opere specifiche e per il reintegro delle risorse del Fondo Sviluppo e Coesione. Nel complesso si potrà quindi disporre di circa 248 miliardi di euro

⁹ <https://www.mef.gov.it/focus/Il-Piano-Nazionale-di-Ripresa-e-Resilienza-PNRR/>

¹⁰ Audizione V Commissione Camera del 15 novembre 2021

la Commissione elaborerà una valutazione del rischio climatico che riguarderà tutta l'UE, prestando particolare attenzione alle minacce sanitarie, alle vulnerabilità degli ecosistemi, alle infrastrutture critiche, ai progetti TEN-E di interesse comune, oltre che ai punti nevralgici dei corridoi e delle reti TEN-T.

Con il **Regolamento (UE) 2021/1119** del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 giugno 2021 che istituisce:

- il quadro per il conseguimento della neutralità climatica e che modifica il regolamento (CE) n. 401/2009 e il regolamento (UE) 2018/1999 («Normativa europea sul clima») figura l'approvazione di una "legge europea per il clima", in coerenza con il Green Deal. Tale regolamento stabilisce:
 - l'obiettivo vincolante della neutralità climatica nell'UE entro il 2050, in vista dell'obiettivo a lungo termine relativo al contenimento dell'incremento delle temperature previsto dall'accordo di Parigi;
 - l'obiettivo vincolante per l'UE per una riduzione interna netta delle emissioni di gas serra di almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030.

Allo scopo di raggiungere questi più ambiziosi obiettivi, nel luglio 2021 la Commissione europea ha adottato un pacchetto di proposte legislative che definiscono come si intende raggiungere la neutralità climatica nell'UE entro il 2050, compreso l'obiettivo intermedio di riduzione netta di almeno il 55% delle emissioni di gas serra entro il 2030. Tale pacchetto, denominato "**Fit for 55%**", propone dunque di rivedere diversi atti legislativi dell'UE sul clima, tra cui l'EU ETS, il regolamento sulla condivisione degli sforzi, la legislazione sui trasporti e l'uso del suolo, definendo in termini reali i modi in cui la Commissione intende raggiungere gli obiettivi climatici dell'UE nell'ambito del Green Deal europeo.

Si segnala, tra le iniziative, anche la pubblicazione del regolamento (UE) 2021/1056 del Parlamento europeo e del Consiglio del 24 giugno 2021 che istituisce il Fondo per una transizione giusta, al fine di fornire sostegno alle persone, alle economie e all'ambiente dei territori che fanno fronte a gravi sfide socioeconomiche derivanti dal processo di transizione verso gli obiettivi 2030 dell'Unione per l'energia e il clima e verso un'economia climaticamente neutra dell'Unione entro il 2050.

Nel settembre 2021, viene pubblicata una **comunicazione della Commissione Europea**¹¹, questa volta sul tema più specifico delle infrastrutture "a prova di clima", con lo scopo di fornire orientamenti per gli investimenti in infrastrutture a prova di clima per il periodo di programmazione 2021 -2027¹², in accordo a quanto previsto dal Regolamento UE 2021/523 "Invest EU" e del Regolamento UE 2021/1153 che istituisce il Meccanismo per collegare l'Europa (MCE). In questo ultimo sono specificati i contributi della dotazione finanziaria, pari al 60%, che lo stesso meccanismo deve destinare per migliorare la resilienza delle infrastrutture di trasporto, in particolare rispetto ai cambiamenti climatici e alle calamità naturali, gli obiettivi climatici, con il seguente dettaglio:

- 100% per le spese relative all'infrastruttura ferroviaria, alle infrastrutture di ricarica, ai carburanti alternativi e sostenibili, ai trasporti urbani puliti, alla trasmissione di energia elettrica, allo stoccaggio di energia elettrica, alle reti intelligenti, al trasporto di CO₂ e all'energia rinnovabile;
- 40 % per le spese relative al trasporto per vie navigabili interne e multimodale, nonché all'infrastruttura per il gas, a patto che ciò favorisca un maggiore impiego di biometano o idrogeno rinnovabile.

Inoltre, l'MCE introduce la "verifica climatica", per i progetti finanziati in risposta all'esigenza di impedire che l'in-

¹¹ Orientamenti tecnici per le infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021 -2027.

¹² Nella comunicazione "Plasmare la Commissione specifica che gli orientamenti tecnici per le infrastrutture a prova di clima saranno ampliati per includere altri fondi dell'UE57, con particolare attenzione alle infrastrutture critiche.

infrastruttura risulti vulnerabile ai possibili effetti a lungo termine dei cambiamenti climatici e garantire che il costo delle emissioni di gas serra connesse al progetto sia incluso nella valutazione economica di quest'ultimo. Dati scientifici confermano che investire nel settore Trasporti per raggiungere gli obiettivi climatici è fondamentale. I dati riportati nel National Inventory Report 2021 e nell'Informative Inventory report 2021 di ISPRA mostrano infatti che la diminuzione nel 2019 di gas serra – pari al 19% rispetto al 1990 e del 2,4% rispetto all'anno precedente – è dovuta alla crescita negli ultimi anni della produzione di energia da fonti rinnovabili (idroelettrico ed eolico), all'incremento dell'efficienza energetica nei settori industriali e alla riduzione dell'uso del carbone, mentre i settori della produzione di energia e dei trasporti restano responsabili di circa la metà delle emissioni nazionali di gas climalteranti. In particolare, il settore trasporti ha registrato, nel periodo di riferimento, un incremento di emissioni¹³ (+ 3,2 rispetto al 1990). Mentre quindi molto si è fatto in tema di miglioramento dell'efficienza energetica e anche di produzione di energia da fonti rinnovabili per i consumi domestici, i trasporti rimangono ancora un'area con ampi margini di miglioramento.

Non deve pertanto stupire che il tema sia stato oggetto di altri interventi normativi e di policy tra cui si citano solo a titolo di esempio, la **direttiva 2014/94/UE** del Parlamento europeo e del Consiglio che stabilisce un quadro comune di misure per la realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi per tutti i modi di trasporto nell'Unione per ridurre il più possibile la dipendenza dai combustibili fossili e attenuare l'impatto ambientale e climatico del settore dei trasporti e la Comunicazione della Commissione Europea dell'8 novembre 2017 dal titolo «**Mobilità a basse emissioni: manteniamo gli impegni**». Sempre in tema di policy, anche il MIMS ha voluto dare un suo contributo pubblicando, nell'aprile 2022, il documento della Struttura per la transizione ecologica della mobilità e delle infrastrutture dal titolo «**Decarbonizzare i trasporti: evidenze scientifiche e proposte di policy**» che segue idealmente il rapporto, pubblicato nel precedente mese di febbraio, dedicato ai «**Cambiamenti Climatici, Infrastrutture e Mobilità Sostenibili**».

¹³ Il dato trova conferme anche su scala europea: tra il 1990 e il 2020 le emissioni complessive di CO₂ sono diminuite globalmente del 31% nell'UE 27, ma con un incremento dell'8% nel settore trasporti (fonte: "GHG emissions of all world countries" (JRC, 2021).



**Il principio Do No Significant Harm – DNSH nelle infrastrutture
e nelle reti di trasporto**

Obiettivi climatici	1. Mitigazione dei cambiamenti climatici 2. Adattamento ai cambiamenti climatici
Obiettivi ambientali	3. Uso sostenibile e protezione delle risorse idriche 4. Transizione verso un'economia circolare 5. Prevenzione e controllo dell'inquinamento 6. Ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

Con la tassonomia delle attività economiche eco-compatibili, introdotta dal Regolamento UE 2020/852, tutti i settori di attività dell'Unione Europea sono stati classificati in relazione al rispetto di alcune clausole di carattere sociale e alla loro compatibilità con sei obiettivi di sostenibilità, rispetto ai quali è necessario dimostrare di non arrecare un danno significativo o di contribuire significativamente al raggiungimento.

I primi due obiettivi sono riferiti alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici, ennesimo segnale dell'importanza attribuita dall'UE alle politiche climatiche: la mitigazione è l'azione che, intervenendo sul livello di emissioni, consentirebbe, se attuata globalmente, di frenare il riscaldamento del pianeta ma che, anche alla sola scala europea, consentirebbe di affrancarci dalla dipendenza energetica da paesi terzi; l'adattamento è il mezzo tramite cui difendere i territori, le comunità e le imprese dagli ingenti impatti dei cambiamenti climatici che sono già in atto.

Il raggiungimento degli obiettivi climatici è prioritario in quanto l'alterazione dei cicli dell'acqua e del carbonio, i principali cicli biogeochimici, causa l'accelerazione dei processi di degrado già in atto in tutti gli ecosistemi naturali, ripercuotendosi negativamente sui sistemi antropici. L'urgenza di agire è tanto evidente da far sì che, per la prima volta nella storia dell'UE, un principio ambientale e le valutazioni per verificarne il rispetto non siano applicati solo a programmi settoriali o a tipologie di progetti che superano specifiche soglie dimensionali, ma vengano applicati estensivamente a progetti di qualsiasi tipologia e a prescindere dalla loro dimensione fisica e finanziaria, con ricadute su tutte le attività economiche coinvolte nella loro realizzazione.

Inoltre, per i progetti di importo superiore ai 10 milioni di euro, è prevista una verifica climatica, basata su una valutazione della vulnerabilità e del rischio per il clima che sfoci nell'individuazione, nel vaglio e nell'attuazione delle misure di adattamento del caso.

GLI INVESTIMENTI INFRASTRUTTURALI DEL PON-IR PER L'AMBIENTE E IL CLIMA

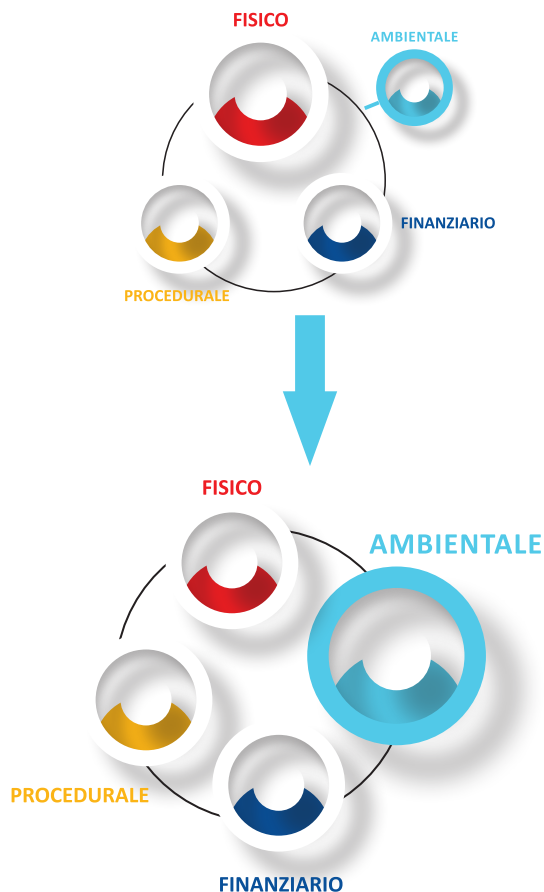
Il PON-IR non è stato indifferente al flusso di provvedimenti normativi e di documenti di indirizzo che si sono succeduti a seguito della sua approvazione, come meglio menzionati nel capitolo precedente. Nel tempo, infatti, il PON-IR ha provveduto ad assorbire, per le valutazioni delle azioni del Programma, le considerazioni sugli aspetti emissivi e sugli effetti dei cambiamenti climatici sulle infrastrutture in ogni fase del processo attuativo trovandosi spesso ad anticipare, nell'ambito del proprio approccio metodologico, modalità operative non ancora consolidate nel contesto delle infrastrutture di trasporto di riferimento e prima ancora che i fondi aggiuntivi stanziati con lo strumento REACT-EU - attinenti alle misure intraprese per risanare gli effetti sul sistema socio-economico del periodo post-pandemico – imponessero una più evidente sintesi dei principi “*climate-proof*” applicati alle infrastrutture.

Il mainstreaming ambientale e climatico all'interno del Programma successivo alla procedura di Valutazione ambientale strategica che ha accompagnato l'approvazione del Programma, viene avviato, nell'aprile 2017, con l'attivazione, da parte dell'Autorità di Gestione, di una specifica Task Force di esperti dedicata agli aspetti ambientali. La scelta è stata basata sulla consapevolezza che, coerentemente alla definizione dell'Obiettivo Tematico 7¹⁴ a cui il PON-IR fa riferimento - il messaggio principale da veicolare dovesse essere la percezione dell'“Ambiente” non come componente residuale del PON-IR ma come elemento di qualità per la Programmazione e le sue azioni (interventi).

Ciò significava innanzitutto innovare il modello di monitoraggio del Programma estendendolo, in maniera integrata (e non più come una appendice, a volte anche percepita come “ostacolo” da superare per la celere attuazione degli interventi) ad una “quarta dimensione”, ovvero all'Ambiente.

¹⁴ Promuovere sistemi di trasporto **sostenibili** ed eliminare le strozzature nelle principali infrastrutture di rete

Figura 1. Evoluzione del sistema di monitoraggio del PON-IR

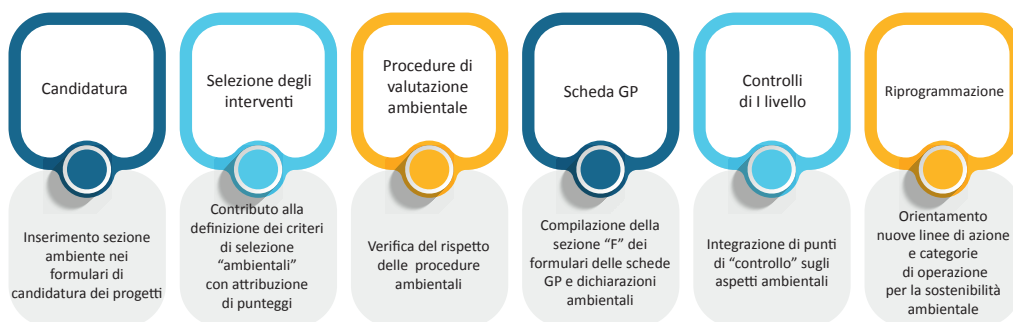


2.1 LA FILIERA AMBIENTALE DEL PON-IR

Il sistema di Monitoraggio, che trova la sua espressione nel Report di Monitoraggio ambientale¹⁵, è solo una parte – sebbene la più impegnativa in termini di informazioni necessarie e risorse dedicate per l’elaborazione delle stesse – di quella che è stata definita la “filiera ambientale del PON-IR”.

¹⁵ I Report di monitoraggio ambientale sono disponibili sul sito del PON-IR alla sezione monitoraggio ambientale: Monitoraggio Ambientale (mit.gov.it)

Figura 2. Filiera ambientale del PON-IR



- **Candidatura:** La modulistica della Scheda Gestione Progetto (All. 1.1. Manuale Operativo delle Procedure) che i potenziali beneficiari devono presentare a seguito della pubblicazione degli avvisi del Programma e, in ogni caso per la candidatura degli interventi, è stata integrata da una sezione "Ambiente" in cui si chiede al Beneficiario di fornire indicazioni, relativamente ai temi del presente focus, su tre aspetti ambientali, ovvero "clima, atmosfera e efficienza energetica". Nel dettaglio, si chiede ai beneficiari di indicare se tra gli effetti della realizzazione e/o dell'esercizio dell'intervento sono da annoverarsi:
 - variazioni, sia in termini di incremento che di riduzione, delle emissioni inquinanti in atmosfera o dei livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera;
 - variazioni, sia in termini di incremento che di riduzione, dei consumi energetici da fonti fossili, l'incremento delle emissioni di gas climalteranti;
 - utilizzo di energia da fonti rinnovabili.

Sempre rispetto ai cambiamenti climatici si chiede anche di descrivere la vulnerabilità dell'intervento ai rischi naturali.

Selezione degli interventi: L'ammissione a finanziamento di un intervento è subordinata al punteggio attribuito ad un set di criteri ambientali, e di indicatori ad essi correlati, di cui alcuni di valutazione e altri di premialità. L'importanza di tali indicatori è chiaramente più significativa per gli interventi "fisici" del Programma, ovvero per quegli interventi che comportano una trasformazione del territorio. Ad esempio per gli interventi ferroviari di tipo "core" (Linea di attività I.1.1 del programma), all'interno dei criteri di valutazione sono stati presi in considerazione, come indicatori, la vulnerabilità ai rischi naturali, l'impatto sul clima acustico, sulla qualità dell'aria ambiente e sul clima e la resilienza ai cambiamenti climatici mentre, all'interno dei criteri di premialità sono stati considerati l'"adozione di pratiche proprie del Green Public Procurement", nonché il miglioramento dell'efficienza energetica e il contenimento del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo.

A titolo di esempio, in relazione alla resilienza ai cambiamenti climatici è stato poi definito un sub-criterio per l'attribuzione del punteggio.

Tabella 1. Esempio di criteri di selezione ambientale con valenza climatica

Sub-Criterio	Punti
Se l'intervento prevede attività legate al miglioramento dell'attrezzaggio tecnologico della rete o della sicurezza e dell'affidabilità delle infrastrutture o della resilienza al cambiamento climatico	2
Se l'intervento non prevede attività legate al miglioramento dell'attrezzaggio tecnologico della rete o della sicurezza e dell'affidabilità delle infrastrutture o della resilienza al cambiamento climatico	0

A conferma del carattere “pionieristico” del PON-IR, sotto questo aspetto, non può rimanere inosservata l’analogia di tale approccio con quello che oggi è il principio del *Do no significant harm* e, in particolare la sua applicazione per tipologia di investimento, al PNRR¹⁶.

Procedure di valutazione ambientale – Tutti gli interventi sono stati sottoposti ad un esame delle procedure ambientali di pertinenza secondo la normativa vigente. La sottoposizione ad una procedura di valutazione ambientale (Verifica di assoggettabilità a VIA, Valutazione di Impatto Ambientale, Valutazione di Incidenza Ambientale), concorre alla definizione del livello di priorità con cui sono stati classificati gli interventi in relazione alle attività di monitoraggio ambientale.

Schede Grande Progetto – Per la loro rilevanza, per gli investimenti con valore superiore alle soglie definite dal Regolamento (UE) 1303/2013, il Regolamento di esecuzione (UE) 2015/207 della Commissione prevede la predisposizione di una Scheda Grande Progetto. La stessa è strutturata in varie sezioni. Tra queste, la sezione “F” è dedicata all’analisi dell’impatto ambientale, tenendo conto delle esigenze di mitigazione dei cambiamenti climatici e di adattamento ai medesimi e della resilienza alle catastrofi. Nella scheda si chiede nello specifico di:

- descrivere in che modo il progetto *“contribuisce agli obiettivi della politica ambientale e ne tiene conto, inclusi i cambiamenti climatici”*;
- descrivere in che modo il progetto contribuisce agli obiettivi relativi ai cambiamenti climatici conformemente alla strategia UE 2020, e fornire anche informazioni sulle spese connesse ai cambiamenti climatici, in linea con l'allegato I del regolamento di esecuzione (UE) n. 215/2014 della Commissione;
- spiegare come si è tenuto conto dei rischi connessi ai cambiamenti climatici, delle considerazioni in merito alla mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento ai medesimi nonché della resilienza alle catastrofi;
- spiegare quali misure sono state adottate per garantire la resilienza all'attuale variabilità climatica e ai futuri cambiamenti climatici nel contesto del progetto.

Report di Monitoraggio Ambientale – Il passaggio formale propedeutico alla raccolta delle informazioni di carattere ambientale durante la fase di attuazione è stato l’inserimento nella Convenzione sottoscritta dal Beneficiario di una clausola dedicata al Monitoraggio ambientale di VAS con la quale lo stesso si impegna a trasmettere i dati richiesti per la redazione dei Report di Monitoraggio ambientale, al pari delle altre informazioni previste dalla Convenzione. Il report esamina quindi gli effetti, ove possibile, in termini quantitativi e, in ogni caso, almeno di stima, degli interventi

¹⁶ Cfr. “Guida operativa per non arrecare danno significativo all'ambiente (c.d. DNSH)” disponibile al link https://www.rgs.mef.gov.it/_Documenti/VERSIONE-I/CIRCOLA-RI/2021/32/Allegato-alla-Circolare-del-30-dicembre-2021-n-32_guida_operativa.pdf, come aggiornata con la Circolare 13 ottobre 2022, n.33

finanziati dal PON-IR su differenti componenti ambientali. Dalla scala di progetto, tramite un processo di aggregazione per interventi appartenenti alla stessa Linea di attività, si passa alla scala di Programma, in relazione alla verifica del contributo complessivo del Programma al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale. Il report di monitoraggio ambientale è trasmesso all'Autorità competente, oggi Direzione Generale Valutazioni Ambientali del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, per i seguiti di competenza.

Controlli di I livello – L'allegato 8.5 al Manuale Operativo delle Procedure (MOP) dell'Autorità di Gestione prevede una specifica domanda riguardo all'assolvimento degli adempimenti in materia di VAS. Nel dettaglio si chiede se *“il Beneficiario ha provveduto a fornire le informazioni ai fini del monitoraggio ambientale della VAS, di cui all'art. 18 del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.”*.

Riprogrammazione – Il PON-IR è stato oggetto di diverse attività di riprogrammazione conseguenti alle mutate condizioni di contesto socio-economico e alle emergenti esigenze di carattere ambientale.

Sia in caso di *“diminutio”* dell'importo dedicato al finanziamento di talune categorie di intervento che nel caso dell'introduzione di nuove categorie, tra le verifiche effettuate, non è mancata quella, almeno in termini di invarianza, del contributo alla lotta ai cambiamenti climatici per categoria di operazione prevista dai regolamenti europei. Anche questa attività trova piena analogia con quanto viene effettuato nell'ambito del PNRR in termini di *tagging* climatico.

Il budget per la lotta al cambiamento climatico – Tutti gli Assi e le Linee d'Azione del PON-IR sono associati a campi di intervento caratterizzati da un *tagging* climatico del 40% ai sensi dell'Allegato I del Regolamento di esecuzione (UE) N. 215/2014 della Commissione del 7 marzo 2014. Di conseguenza, il 38,95% del budget del Programma contribuisce alle sfide climatiche, con un impegno molto superiore alla media dei PO FESR italiani, che si aggirano intorno alla soglia minima del 20% prevista dal Regolamento UE 1303/2013.

Tabella 2. Sostegno alla lotta al cambiamento climatico delle diverse categorie di operazione del Programma, in valore assoluto e percentuale

Asse prioritario	Importo indicativo del sostegno da usare per obiettivi in materia di cambiamento climatico (EUR)	Proporzione del sostegno totale al programma operativo (%)
I	312.750.052,80	17.00%
024. Ferrovie (rete centrale RTE-T)	239.739.852,80	
025. Ferrovie (rete globale RTE-T)	57.410.200,00	
044. Sistemi di trasporto intelligenti (compresi l'introduzione della gestione della domanda, i sistemi di pedaggio, il monitoraggio informatico e i sistemi di informazione e di controllo)	15.600.000,00	
II	141.118.951,60	7.67%
035. Trasporti multimodali (RTE-T)	43.988.512,09	
039. Porti marittimi (RTE-T)	68.902.517,31	
044. Sistemi di trasporto intelligenti (compresi l'introduzione della gestione della domanda, i sistemi di pedaggio, il monitoraggio informatico e i sistemi di informazione e di controllo)	28.227.922,20	
IV	192.800.000,00	10.48%
VI	70.000.000,00	3.80%
Totale REACT-EU	262.800.000,00	14.28%
Totale	716.669.004,40	38.95%

Fonte: PON Infrastrutture reti 2014-2020, versione 9 del 23 maggio 2022

Pertanto, è implicito che le opere finanziate debbano avere caratteristiche che contribuiscano in maniera “sostanziale” alla mitigazione e all’adattamento ai cambiamenti climatici, premiando e valorizzando tutti gli aspetti localizzativi e tecnologici che contribuiscono efficacemente sia alla riduzione delle emissioni climalteranti che alla resilienza delle infrastrutture.

Il monitoraggio ambientale di VAS del PON-IR è stato indirizzato anche ad esplicitare il “potenziale” contributo in termini di lotta al cambiamento climatico che, a causa dell’as-

senza di indicatori di output focalizzati sulla mitigazione e sull'adattamento, sarebbe stato destinato a rimanere inespresso, non quantificato. È stato pertanto richiesto ai beneficiari di fornire dati sulle emissioni di gas serra con un approccio orientato al ciclo di vita dell'infrastruttura – comprensivo quindi sia della fase di cantiere sia di quella di esercizio) e sulle “azioni” di adattamento messe in campo per incrementare la resilienza dell'infrastruttura. La Task Force Ambiente, mediante analisi basate su dati GIS, ha potuto effettuare numerose elaborazioni sulla vulnerabilità e il rischio dei territori interessati dalle infrastrutture finanziate. Nonostante i limiti dovuti, da un lato, al fatto di avere a disposizione dati circoscritti alla sola parte di opera finanziata dal Programma (tratte di itinerari ferroviari, singole banchine o moli o dragaggi di grandi porti, “miglia” di strade) e, dall'altro, alla necessità di effettuare una raccolta dati *ex-post*, spesso complicata ed inevitabilmente lacunosa, il PON-IR rappresenta l'unico caso di Programma italiano finanziato con fondi FESR nel quale il contributo alla lotta al cambiamento climatico non sia stato misurato solo in termini di valori percentuali di spesa ma per il quale siano state fornite analisi che dettagliano quali-quantitativamente l'efficacia di questo contributo sia sotto il profilo della mitigazione sia dell'adattamento.

2.2 L'ESPERIENZA DEL PON-IR NELLA QUANTIFICAZIONE DEGLI IMPEGNI AMBIENTALI E CLIMATICI

La selezione degli interventi del PON-IR avviene sulla base di un articolato insieme di criteri di selezione ambientale, la cui definizione è il risultato di un processo partecipativo che ha coinvolto il “Tavolo Tecnico per il Monitoraggio Ambientale” del Programma, del quale fanno parte rappresentanti del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, del Ministero della cultura, dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, l'Agenzia per la Coesione Territoriale e la “Task Force Ambiente” del PON-IR, formata da un gruppo di tre esperti ambientali.

Tali criteri e le relative regole di “pesatura” sono integrati nel Manuale Operativo delle Procedure e, dunque influenzano l'attuazione del Programma sin dalle prime fasi di selezione dei progetti, ed includono criteri di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici.

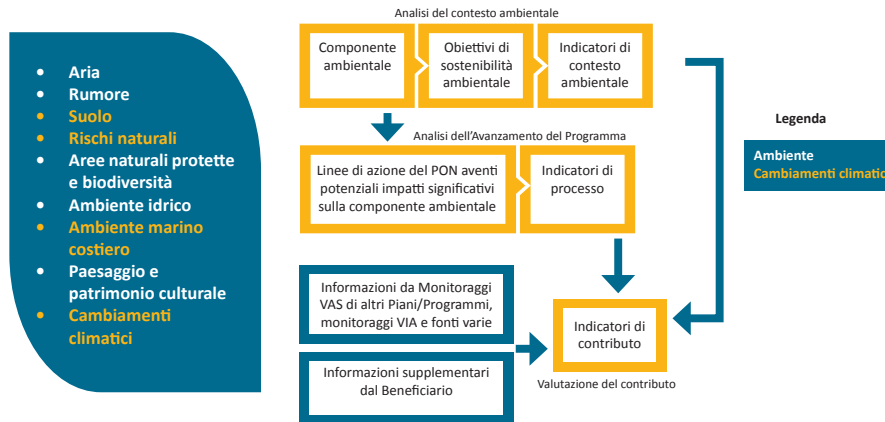
Tabella 3. I criteri di valutazione climatica nel set di criteri di valutazione ambientale degli interventi

Legenda	
	Clima - Mitigazione dei CC
	Clima - Adattamento ai CC
CRITERI DI VALUTAZIONE	Mitigazione delle eventuali interferenze con Aree naturali protette, SIC, ZSC, ZPS: Tutela delle aree naturali protette Tutela degli habitat Tutela della fauna selvatica
	Interferenze con zone sottoposte a vincolo idrogeologico
	Interferenze con zone sottoposte a vincolo paesaggistico e archeologico
	Vulnerabilità ai rischi naturali
	Tutela delle caratteristiche idro-morfologiche dei corpi idrici superficiali (ambito fluviale e marino-costiero)
	Impatto sul clima acustico
	Impatto sulla qualità dell'aria ambiente e sul clima
	Tutela della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.
	Resilienza ai cambiamenti climatici.
	Adozione di pratiche proprie del Green Public Procurement
	Contenimento del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo
	Miglioramento dell'efficienza energetica e contenimento dei consumi energetici
	Riqualificazione ambientale di aree residuali degradate o abbandonate
CRITERI DI PREMIALITÀ	

Fonte: Elaborazione Task Force Ambiente del PON-IR sulla base del Manuale Operativo delle Procedure del PON-IR

Inoltre, i criteri di selezione sono direttamente collegati agli indicatori di monitoraggio ambientale. Infatti, per ciascuno dei criteri, sono stati individuati indicatori di contesto, processo e contributo, riferiti a specifiche componenti ambientali (suolo, rischi naturali, ambiente marino costiero, cambiamenti climatici).

Figura 3. Il clima nelle componenti ambientali del Piano di Monitoraggio Ambientale del PON-IR



Fonte: Elaborazione Task Force Ambiente del PON-IR

L'analisi del **contesto** ambientale viene effettuata mediante analisi quantitative, spaziali o statistiche, restituite poi mediante tabelle, grafici e cartografie, accompagnate da una descrizione che ha lo scopo di far emergere le relazioni tra il Programma e le diverse componenti ambientali analizzate, introducendo anche le motivazioni che sono alla base della selezione di uno specifico indicatore di contributo. Per ogni intervento, coerentemente alle specifiche tecniche elaborate dalla Task Force Ambiente e trasmesse per la compilazione ai Beneficiari, si raccolgono i dati georiferiti relativi alle opere fisiche realizzate o vengono georiferiti dalla stessa TFA i dati cartografici forniti dai beneficiari.

2.2.1 MITIGAZIONE

Per il monitoraggio del contributo del Programma alla mitigazione del cambiamento climatico sono stati individuati due indicatori di contributo che analizzano i principali processi che sono all'origine del fenomeno:

- *Indicatore 9.1.b.1 - Variazione delle emissioni di gas serra in fase di cantiere e di esercizio.* Nella fase di raccolta dei dati, l'indicatore è articolato in due sotto-indicatori:
 - *Variazione delle emissioni di gas serra in fase di realizzazione*, per il popolamento del quale i beneficiari degli interventi devono indicare le emissioni gas a effetto serra stimate in fase di realizzazione dell'opera, sulla base del progetto di cantierizzazione, prendendo in considerazione le movimentazioni derivanti: (1) dal trasporto dei materiali; (2) dalla movimentazione mezzi d'opera; (3) dalle attività di scavo a terra; (4) dalle attività di dragaggio. Pur trattandosi di emissioni temporanee, anche in coerenza con l'impostazione del modello CO₂MPARE¹⁷ e con il più generale approccio della stima degli impatti ambientali delle attività umane orientata al ciclo di vita, si è ritenuto opportuno quantificare il contributo, in valore medio annuo e assoluto, delle attività di realizzazione delle opere alla variazione delle emissioni gas a effetto serra.
 - *Variazione delle emissioni di gas serra in fase di esercizio*, per il popolamento del quale i beneficiari degli interventi devono fornire, laddove possibile, stime relative alle *emissioni di gas ad effetto serra (GHG) evitate* nell'anno a regime di esercizio. Tale contributo è attualmente stimabile per i soli interventi ferroviari classificati come Grandi Progetti ai sensi del Capo II del Regolamento (Ue) N.1303/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013, il cui costo ammissibile complessivo, ai sensi dell'Art. 100, superi i 75.000.000 euro. In tal caso, le emissioni evitate nette sono date dalla differenza tra: (1) le emissioni di GHG evitate grazie alla sostituzione del traffico veicolare su strada (passeggeri e/o merci) dal trasporto su ferro e (2) le emissioni di GHG generate dalla movimentazione del materiale rotabile.
- *Indicatore 10.1.b - Variazione dei consumi finali di combustibili fossili a cui concorre la realizzazione e l'esercizio degli interventi.* Lo scopo dell'indicatore è di conoscere l'entità delle diverse fonti energetiche utilizzate nel settore dei trasporti (prevalentemente gasolio, benzina, energia elettrica) anche in relazione alla sua evoluzione negli anni, che è destinata a diventare più sostenibile sia grazie all'introduzione di biocarburanti sia per l'aumento di energia elettrica da fonti rinnovabili. Anche questo indicatore è articolato in due sotto-indicatori, per il cui popolamento è stata adottata la stessa metodologia descritta per i precedenti indicatori:
 - *Indicatore 9.1.b.1 - Variazione dei consumi finali di combustibili fossili in fase di realizzazione.*
 - *Indicatore 9.1.b.1 - Variazione dei consumi finali di combustibili fossili in fase di esercizio.*

Per entrambe le fasi, i valori, laddove disponibili, sono forniti sia secondo l'unità di misura specifica per ogni tipologia di fonte energetica, sia in tep¹⁸. Il monitoraggio dei consumi di energia nel settore dei trasporti e della composizione del mix energetico consumato ha lo scopo di mettere in luce la variazione dei consumi di combustibili fossili in raffronto alle fonti rinnovabili (biodiesel, benzine bio ed elettricità da fonti rinnovabili).

¹⁷ È il modello implementato dall'ENEA che consente di stimare l'impatto sulle emissioni di CO₂ dei programmi nazionali e regionali finanziati con fondi europei (https://www.enea.it/it/servizi-a-imprese-e-pa/suppor-to-alla-pa/co2mpare/la-stima-delle-emissioni-di-co2-at-traverso-il-modello-co2mpare/).

¹⁸ Tep: tonnellate equivalenti di petrolio.

Questo parametro, oltre che essere rilevante dal punto di vista del beneficio che il trasporto su ferro manifesta, nel tempo, rispetto al trasporto su gomma, è di fondamentale importanza per valutare la sostenibilità climatica delle altre modalità di trasporto finanziate dal PON-IR.

Allo stato dell'arte, le grandi opere ferroviarie sono le uniche per le quali si disponga di studi di traffico su strada e delle relative stime delle quantità di merci e passeggeri che potrebbero spostarsi dal veicolo su gomma al treno. Nonostante tale limite conoscitivo, le stime effettuate, calcolate anche al netto delle emissioni generate dalla movimentazione del materiale rotabile, sono molto positive. Secondo le analisi effettuate, i soli tre Grandi Progetti finanziati dal Programma (Itinerario NA-BA, 1^ tratta: Variante alla linea Napoli-Cancello; Itinerario NA-BA, Raddoppio tratta Cancello-Benevento; Primo lotto funzionale Cancello-Frasso Telesino; Asse Ferroviario Palermo -Catania -Messina. Raddoppio della tratta Bicocca-Catenanuova), dovrebbero garantire, a partire dal 2026, anno di entrata a regime di esercizio, la riduzione di ben $38 \text{ ktCO}_{2\text{eq}}$ /anno, contro le $33 \text{ ktCO}_{2\text{eq}}$ complessivamente generate in fase di realizzazione: ciò significa che in meno di un anno di esercizio sarà possibile compensare tutte le emissioni prodotte in fase di cantiere e che, anche considerando una durata di 25 anni delle opere (nella realtà, un'opera ferroviaria dura molto di più), potrà essere risparmiata quasi una gigatonnellata di $\text{CO}_{2\text{eq}}$. Inoltre, per comprendere meglio la potenzialità di questi investimenti, è necessario inquadrarli nella loro dimensione complessiva: i tre Grandi Progetti, sono una parte minima degli itinerari ferroviari che connettono più regioni, a loro volta parte di grandi corridoi transeuropei, che andranno a moltiplicare i benefici climatici della singola tratta ferroviaria. Infine, non bisogna trascurare che anche interventi apparentemente minori, come i potenziamenti (ad esempio, un raddoppio di binario) o i rinnovamenti tecnologici di tratte ferroviarie esistenti, consentono, a fronte di emissioni di $\text{ktCO}_{2\text{eq}}$ in fase di cantiere molto contenute, di mantenere attivo il trasporto su ferro di persone e merci che, viceversa, in caso di malfunzionamento o interruzione del servizio, ritornerebbe inevitabilmente ad utilizzare il mezzo su gomma.

Tabella 4. Le emissioni evitate dai tre Grandi Progetti del PON-IR

	Itinerario NA-BA, 1^ tratta: Variante alla linea Napoli- Cancello	Itinerario NA-BA, Raddoppio tratta Cancello-Benevento, Primo lotto funzionale Cancello-Frasso Telesino	Asse Ferroviario Palermo -Catania -Messina, Raddoppio della tratta Bicocca- Catenanuova	TOTALE
Fase di realizzazione				
Totale CO2eq	17.532,56	7.766,60	7.558,63	32.857,79
Totale CO2eq/anno (per anno di cantiere)	2.922,09	1.941,65	1.889,66	6.753,40
Durata del cantiere in anni	6,00	4,00	4,00	-
Fase di esercizio				
Totale CO2eq/anno	-16.427,50	-17.431,11	-2.880,36	-36.738,97
Totale CO2eq per 25 anni di esercizio	-410.687,50	-435.777,75	-72.009,05	-918.474,30
Anno di entrata in esercizio	2026	2026	2023	
TOTALE NETTO/anno	-15.726,20	-17.120,45	-2.578,02	-35.424,66
TOTALE NETTO per 25 anni di esercizio	-393.154,94	-428.011,15	-64.450,42	-885.616,51

Fonte: Elaborazioni Task Force Ambiente su dati forniti da RFI/Italferr

Sebbene non sia stato possibile raccogliere dati sulle emissioni di GHG degli interventi di ultimo miglio stradale e di Intelligent Transport System – ITS, si rappresenta che gli interventi di ultimo miglio stradale hanno lo scopo di garantire una migliore accessibilità alle aree portuali (separando la viabilità locale da quella a grande percorrenza) e, che pertanto, contribuiscono al decongestionamento dei grandi nodi urbani. La loro efficacia in termini di razionalizzazione del traffico merci si manifesta soprattutto laddove essi sono integrati con interventi in ambito portuale in senso stretto¹⁹ che, migliorando le prestazioni a terra e a mare e favorendo il transito di navi di grande stazza, a parità di merci trasportate richiedono un minor numero di transiti e, dunque comportano una minore quantità di emissioni climalteranti e inquinanti.

Da questo quadro è evidente che il contributo del PON-IR alla mitigazione della lotta al cambiamento climatico è un beneficio a lungo termine. Più precisamente, la fase di realizzazione delle opere, che coincide con la fase di attuazione del Programma, comporta un incremento, seppur lieve, delle emissioni di GHG, dovuto alle emissioni in fase di cantiere, inevitabili nella realizzazione di qualsiasi opera fisica, come peraltro è ben evidenziato anche dall'applicazione del modello CO₂MPARE, che si riferisce esclusivamente all'arco di vita del Programma. Nella fase di esercizio delle opere – la durata dell'opera è convenzionalmente contabilizzata in 25 anni ma, nei fatti, molto più lunga – che inizia, nella maggior parte degli interventi finanziati, con la fine dell'attuazione del Programma²⁰, si esplicherà invece un'importante riduzione delle emissioni di GHG, dovuta principalmente al fatto che le nuove infrastrutture e i potenziamenti ferroviari andranno a sostituire il trasporto su gomma di merci

¹⁹ Per gli interventi in ambito portuale sono state rilevate, laddove possibile, le emissioni in fase di cantiere.

²⁰ L'entrata in esercizio della maggior parte degli interventi del PON-IR è prevista tra la fine del 2023 e la fine del 2024, anno che coincide con la fine dell'esecutività del PON-IR.

e passeggeri, con un beneficio netto – in termini di differenza tra le emissioni evitate dal trasporto su gomma e prodotte dal trasporto su ferro – molto significativo, indispensabile per il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi climatici fissati per il 2030 e il 2050.

2.2.2 ADATTAMENTO

Per il monitoraggio del contributo del Programma all'adattamento al cambiamento climatico, inteso nella tripla accezione di (1) resilienza dell'infrastruttura agli impatti dei cambiamenti climatici in atto e futuri, (2) contributo dell'infrastruttura all'incremento della resilienza dei territori, dei beni e delle popolazioni interessati dall'opera, (3) tutela dei principali "presidi" di resilienza dei territori, come la biodiversità e gli usi del suolo, la cui integrità è espressione diretta della capacità di adattamento degli ecosistemi, è disponibile un ampio set di indicatori ambientali, sia dedicati sia mutuati dal monitoraggio di temi ambientali fortemente interconnessi con i cambiamenti climatici.

Per gli aspetti strettamente legati alla resilienza dell'infrastruttura agli impatti dei cambiamenti climatici in atto è stato costruito un indicatore *ad hoc*:

- *Indicatore 9.1.b.2 - Studi/opere di adattamento al cambiamento climatico.* La tematica dell'adattamento al cambiamento climatico, già affrontata in un focus di approfondimento come allegato del 1° Report di Monitoraggio Ambientale, è stata sviluppata raccogliendo in apposite schede di monitoraggio *bottom up*, informazioni quali-quantitative su studi e specifiche caratteristiche nella progettazione, gestione e manutenzione delle grandi infrastrutture oggetto di finanziamento del PON-IR. Ad oggi la scheda di raccolta dati *bottom-up* è stata popolata per un campione di 9 interventi ferroviari, di cui tre Grandi Progetti. Per questi ultimi la scheda è dunque passata all'esame di Jasper Advisory²¹ e della Commissione Europea. Nella scheda di raccolta dati è stato richiesto di individuare tutti gli studi, gli accorgimenti progettuali e le azioni volte all'incremento della resilienza dell'infrastruttura agli effetti dei cambiamenti climatici, indicando anche la presenza di studi attinenti:
 - a) alla vulnerabilità dell'infrastruttura ai rischi naturali (eventi meteorologici eccezionali, frane, alluvioni, ecc.)²²;
 - b) all'incremento della resilienza dell'infrastruttura agli effetti prodotti da cambiamenti climatici in atto (eventi meteorologici eccezionali, frane, alluvioni, ecc.), ottenuto come effetto di una o più delle seguenti azioni, per le quali si è fatto esplicito riferimento alle "Proposte d'azione" contenute nella Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici²²:
 - *azioni di tipo non strutturale o "soft", tra cui:*
 - *studi e approfondimenti, anche ad integrazione degli studi di impatto ambientale e delle relazioni di carattere ambientale elaborate nell'ambito delle procedure di valutazione ambientale (VIA e VAS), che forniscono elementi di riferimento ad eventuali opere di adattamento;*

²¹ Jasper Advisory fornisce consulenza indipendente alle autorità di gestione e a beneficiari per contribuire alla preparazione di piani, programmi e progetti da cofinanziare con fondi UE.

²² Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. Allegato 3 – proposte d'azione (http://www.pdc.minambiente.it/sites/default/files/allegati/Strategia_nazionale_adattamento_cambiamenti_climatici.pdf).

- *sistemi di gestione adattiva e di allerta precoce;*
- *adattamento della gestione degli impianti di trattamento delle acque reflue e dei relativi sedimenti per una maggiore frequenza degli eventi estremi (alluvioni, siccità, etc.);*
- *indagini ad alta risoluzione per individuare le zone più vulnerabili alle inondazioni e alla siccità;*
- *raccolta e divulgazione delle informazioni disponibili sui cambiamenti climatici;*
- *censimento delle situazioni di criticità della rete fluviale, con particolare riguardo a restringimenti e tombinature;*
- *attuazione delle norme in materia di invarianza idraulica e idrologica.*
- *azioni basate su un approccio ecosistemico o "verdi", tra cui:*
 - *mantenimento di aree naturali (zone agricole, umide, laghi) dove permettere l'esondazione dei fiumi e l'allagamento dovuto alle piogge intense;*
 - *protezione dalle inondazioni, dai fenomeni franosi e, in generale, dagli eventi catastrofici naturali generati dalla vulnerabilità dei territori ai cambiamenti climatici in atto;*
 - *interventi non invasivi sui corsi d'acqua, anche basati sui principi dell'ingegneria naturalistica e della pratica sostenibile di uso del suolo, finalizzati a prevenire e mitigare gli effetti degli eventi estremi;*
 - *riqualificazione idromorfologica degli alvei fluviali con ripristino, ove possibile, della connettività laterale con progettazione oculata della capacità di deflusso.*
- *azioni di tipo infrastrutturale e tecnologico o "grigie", tra cui:*
 - *assegnazione di un'adeguata priorità alla manutenzione delle strade ferrate, e alla verifica e adeguamento dei franchi liberi dei ponti ferroviari su fiumi a mutato regime idraulico;*
 - *eliminazione delle situazioni di criticità della rete (restringimenti, tombinature);*
 - *delocalizzazione delle aree a rischio.*

Pur trattandosi di un indicatore qualitativo, le analisi alla base del suo popolamento hanno consentito di descrivere efficacemente le azioni di adattamento di ciascun progetto, mettendone in luce le caratteristiche di sito-specificità. In molti progetti, questo percorso di "scoperta" e conoscenza, anche *ex-post*, ha fatto emergere importanti caratteristiche legate al clima. Ad esempio, i progetti sviluppati da Italferr per la Rete Ferroviaria Italiana (RFI) soddisfano standard di qualità molto elevati, che integrano la resilienza ai cambiamenti climatici in tutte le fasi del progetto e che, in relazione alle particolari caratteristiche geografiche e alle vulnerabilità climatiche dei territori italiani, hanno messo in luce che i principali punti di attenzione nella progettazione delle infrastrutture ferroviarie riguardano:

- *la scelta di tecnologie utili sia per rendere l'infrastruttura ferroviaria resiliente agli eventi estremi, sia per mitigare i fenomeni di erosione, soprattutto nelle aree costiere soggette ad erosione;*
- *soluzioni tecnologiche per la piattaforma ferroviaria, al fine di garantire la resilienza all'aumento dell'escursione termica;*
- *specifici interventi di mitigazione in aree a rischio idrogeologico e geomorfologico;*
- *il dimensionamento specifico del progetto idrologico/idraulico in presenza di fenomeni di esondazione;*



- il recupero dei terreni occupati dalle ferrovie in dismissione;
- il contenimento del consumo di suolo in prossimità di Aree Naturali Protette.

Per gli aspetti inerenti tanto alla resilienza dell'infrastruttura agli impatti dei cambiamenti climatici in atto quanto al contributo dell'infrastruttura di trasporto all'incremento della resilienza dei territori, sono presenti quattro indicatori monitorati sulla base di dati GIS, che consentono di ricavare informazioni quantitative sulla vulnerabilità dei territori attraversati e su altre caratteristiche legate al clima. Da queste analisi è emerso che gli interventi finanziati dal PON-IR che ricadono in aree esposte a particolari rischi climatici contribuiscono a migliorare la resilienza del territorio attraversato, fungendo da fattore di mitigazione del rischio, non solo per le infrastrutture ma anche per le aree urbane esposte e la popolazione. Tutti gli indicatori vengono calcolati attraverso la sovrapposizione degli strati informativi relativi alle diverse tipologie di rischio e pericolosità con l'ingombro stimato degli interventi, espressi in Km²:

- *Indicatore 4.1.b - Superficie interessata dagli interventi in aree a rischio idrogeologico (superficie per classe di rischio).* L'indicatore è suddiviso in due sub-indicatori: rischio frane e rischio alluvioni.
- *Indicatore 4.2.b - Superficie interessata dagli interventi in aree a pericolosità da frana.*
- *Indicatore 4.3.b - Superficie interessata dagli interventi in aree a pericolosità idraulica (superficie per classe di pericolosità).*
- *Indicatore 4.4.b - Linea di costa interessata da interventi con opere di protezione da fenomeni di erosione costiera e/o di inondazione per mareggiata.*

Per gli aspetti relativi alla tutela dei principali "presidi" di resilienza dei territori sono presenti tre indicatori, anch'essi monitorati sulla base di dati GIS secondo la metodologia già descritta per i precedenti indicatori, che consentono di ricavare informazioni quantitative sull'interferenza dell'infrastruttura con gli ecosistemi. La lente, in questo caso, è puntata sulla salvaguardia dell'integrità ecologica dei territori, che a sua volta ha effetti di retroazione sulle infrastrutture.

- *Indicatore 3.2.b Variazione consumo di suolo a seguito della realizzazione degli interventi, variazione del consumo di suolo entro i 150 metri di distanza dai corpi idrici, all'interno delle aree naturali protette, all'interno di una fascia tra 0 e 300 metri dalla linea di costa.*
- *Indicatore 5.1.b - Superficie interessata dagli interventi in aree naturali protette e nei Siti Natura 2000.*
- *Indicatore 5.2.b - Superficie interessata dagli interventi ricadente in aree buffer di ampiezze prestabilite dalle aree naturali protette e dai Siti Natura 2000.*

Durante le attività di monitoraggio, sono state organizzate specifiche attività di approfondimento con alcuni beneficiari titolari dei progetti maggiormente strategici, con lo scopo di definire un vocabolario comune e rafforzare le conoscenze sugli effetti dei cambiamenti climatici, sulle possibili azioni da intraprendere per rendere più resilienti le diverse tipologie di infrastrutture e monitorare i risultati di tali azioni. L'analisi dei progetti implementati è stata effettuata con la finalità di comprendere l'esposizione attuale e le sensibilità degli stessi, in relazione al contesto geografico, all'esposizione ai rischi climatici e alle soluzioni tecnologiche adottate.

IL PUNTO DI VISTA DEGLI ESPERTI SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI NEL PON-IR

Il settore dei trasporti può essere parte attiva della lotta al cambiamento climatico, indirizzando le proprie scelte in maniera più aderente alle esigenze della neutralità climatica e della resilienza. Poiché le interrelazioni tra il clima, gli ecosistemi e la società umana sono bidirezionali e sono alla base dei “rischi emergenti”²³, anche la programmazione e la progettazione delle infrastrutture di trasporto devono acquisire un nuovo approccio nell’interpretazione del contesto ambientale in cui si colloca.

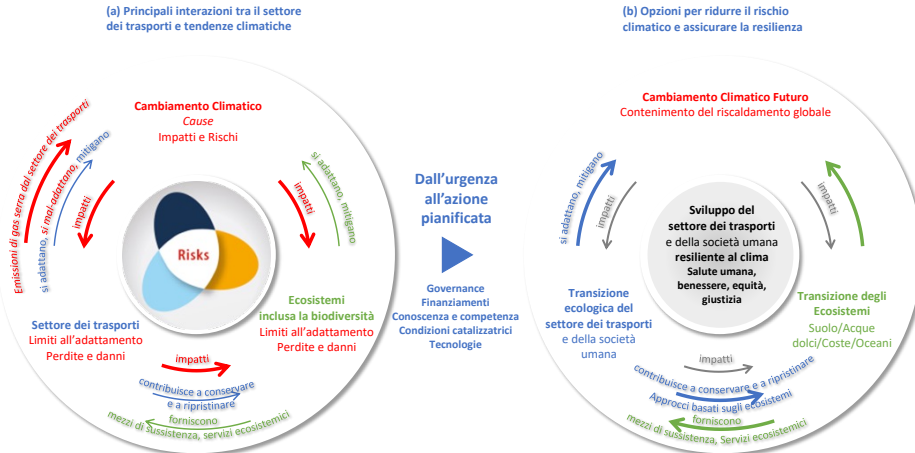
L’insorgere della “crisi climatica” – espressione che, nella comunità scientifica, ha progressivamente sostituito quella di “cambiamento climatico”²⁴, determinata da una fortissima accelerazione dei mutamenti climatici in corso e dei loro effetti – rende le dinamiche fisiche, chimiche e biologiche del pianeta molto instabili. Di conseguenza, l’approccio valutativo tradizionale, che giudica la sostenibilità delle scelte programmatiche e progettuali sulla base del “contesto ambientale” inteso come un insieme di componenti ambientali e di relativi variabili caratterizzate da un comportamento “stazionario” o lineare, non può più garantire l’affidabilità dei risultati. La portata dei cambiamenti che si sta manifestando a livello planetario è tale da richiedere un radicale cambiamento nella metodologia dell’analisi dei fenomeni, per tenere conto delle evoluzioni delle singole matrici ambientali e delle loro interrelazioni caratterizzate da un comportamento “dinamico”, in cui le variabili, per effetto delle condizioni di stress indotto dalle “forzanti climatiche”, possono assumere anche comportamenti dalla natura esponenziale.

Il degrado degli ecosistemi o la perdita di biodiversità, accelerati dall’aumento delle temperature globali, non sono più fenomeni rispetto ai quali limitarsi a verificare che i sistemi di trasporto non apportino un ulteriore impatto negativo. Pertanto, i sistemi di trasporto, in sinergia con gli altri sistemi antropici, devono agire proattivamente, sotto il profilo della “mitigazione” – cioè non solo evitando qualsiasi ulteriore impatto negativo sugli ecosistemi ma contribuendo al loro ripristino e alla loro conservazione – e dell’“adattamento” – cioè analizzando i pericoli, l’esposizione e la vulnerabilità, valutando i rischi presenti e futuri che ne derivano per l’infrastruttura stessa e adottando scelte localizzative e tecnologiche che limitano gli impatti – con la finalità di ridurre al minimo perdite e danni.

²³ IPCC, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2022.

²⁴ UNCC, *Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Synthesis report by the secretariat*, 2022.

Figura 5. Dal rischio climatico allo sviluppo di infrastrutture resilienti al clima: clima, ecosistema (inclusa la biodiversità) e società umana sono sistemi caratterizzati da effetti accoppiati e bidirezionali



In a) i colori delle frecce rappresentano le principali interazioni tra il settore dei trasporti inteso come attività rilevante della società umana (blu), gli ecosistemi (inclusa la biodiversità) (verde) e gli impatti dei cambiamenti climatici, nel quadro più generale delle attività umane, comprese perdite e danni, nelle attuali condizioni di cambiamento climatico (rosso).

In b) i colori delle frecce rappresentano le interazioni tra il sistema umano (blu), gli ecosistemi (inclusa la biodiversità) (verde) e i minori impatti dei cambiamenti climatici e delle attività umane (grigio) frutto di politiche di mitigazione.

Fonte: Rielaborazione della Task Force Ambiente della mappa concettuale dell'IPCC, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, 2022

Il settore dei trasporti è un'attività rilevante della società umana a causa delle sue molteplici interazioni con le diverse matrici ambientali (aria, suolo, acqua, biodiversità, ecc.) che costituiscono gli ecosistemi. Nel prossimo futuro, imparare a leggere e a quantificare gli effetti "accoppiati", cioè reciproci, trasporti ↔ società umana, trasporti ↔ ecosistema, società umana ↔ ecosistema, sarà di importanza fondamentale per la concreta sostenibilità delle scelte.

Queste scelte vanno intraprese nella consapevolezza che, mentre l'interazione tra sistemi di trasporto, cambiamenti climatici ed ecosistemi è reciproca e costante, la capacità degli ecosistemi di adattarsi all'azione umana e

ai cambiamenti climatici ha dei limiti e che il collasso degli ecosistemi e la perdita di biodiversità devono essere evitati in quanto essi sono alla base della sussistenza della società umana stessa. Di conseguenza, spetta alle infrastrutture di trasporto il compito di evolvere verso un modello climaticamente neutrale, resiliente al clima e al tempo stesso solidale verso l'ambiente:

Ferrovie, strade e porti hanno molteplici funzioni: oltre a permettere il trasporto di persone e merci, supportano l'erogazione di altri servizi, come l'acqua, l'energia, la rete di telecomunicazione; sono vie di fuga fondamentali per difendere le popolazioni da eventi avversi di qualsiasi tipo, ivi inclusi quelli generati dai cambiamenti climatici; infine, sono importanti vettori di trasformazione fisica del territorio e, pertanto, meritano una progettazione attenta affinché non si configurino come potenziale elemento di frammentazione dei territori ma preservino la connessione ecologica dei territori.

Dall'esperienza del PON-IR ciò risulta possibile, non solo come semplice enunciato teorico: la maggior parte delle infrastrutture di trasporto finanziate non sono nuove realizzazioni ma potenziamenti e miglioramenti di infrastrutture esistenti. Gli interventi, laddove ricadano in contesti vulnerabili (ad esempio, aree a rischio frana o alluvione), provvedono a mitigare sostanzialmente quelle vulnerabilità sia a vantaggio della resilienza dell'infrastruttura stessa, sia dell'area – e, dunque della popolazione – esposta al rischio generato da quelle vulnerabilità; analogamente, molti interventi sono stati l'occasione per riqualificare e restituire alla popolazione aree residuali degradate in contesti urbani e periurbani. È di fondamentale importanza però che questi approcci diventino consuetudini e non siano più confinati al mondo dei Fondi strutturali e al suo apparato di regole e controlli, e che l'esperienza del PON-IR possa essere estesa nella prassi ordinaria della programmazione e della progettazione.

3.1 LE SPERIMENTAZIONI PER LA VERIFICA DELLA RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

3.1.1 SCENARI CLIMATICI PER LA PROGRAMMAZIONE E LA PROGETTAZIONE ADATTIVA DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

Fondazione CMCC, REgional Models and geo-Hydrological Impacts Division (REMHI)²⁵

Paola Mercogliano, Carmela De Vivo,

Lo studio degli impatti del cambiamento climatico sulle infrastrutture appare oggi uno dei punti cardine da cui partire per orientarsi verso un futuro più resiliente. Come riportato da studi italiani recenti (Spano et al., 2021; Spano et al., 2020;), fra cui il report “Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità” (MIMS, 2022) pubblicato quest'anno dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, è necessario porre l'attenzione sugli effetti dei cambiamenti climatici attesi sul territorio italiano in relazione ai principali elementi del tessuto socio-economico (i cosiddetti “*cascading effects*”). In particolare, tale rapporto, descrive i principali impatti attesi per effetto del verificarsi di specifici *hazard* climatici (ossia sorgenti di pericolo che si riferiscono ad eventi fisici associati al clima, ai rispettivi *trend* e/o ai loro impatti fisici), ponendo così l'attenzione agli effetti dei cambiamenti climatici sul regime termo-pluviometrico su scala stagionale e annuale, e analizzandone le conseguenze sul terri-

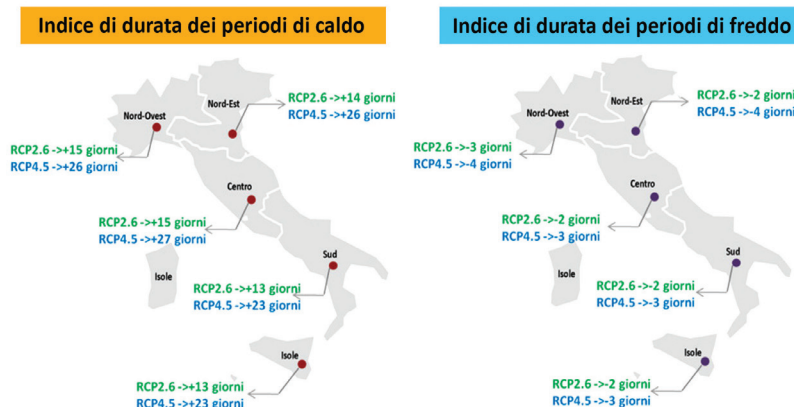
²⁵ www.cmcc.it

torio (e.g., da ondate di calore, siccità, incendi, tempeste di vento, allagamenti, esondazioni fluviali, frane, etc.). Nello specifico, per caratterizzare l'evoluzione spaziale e temporale del pericolo climatico, vengono generalmente usati una serie di indicatori che ben sintetizzano le caratteristiche di eventi estremi (in termini di frequenza ed intensità) che potrebbero determinare potenziali impatti sul territorio (Peterson et al., 2001; Karl et al., 1999). Le variazioni climatiche sono state valutate considerando due scenari rappresentativi di concentrazione (i.e., Representative Concentration Pathways (RCPs), RCP2.6 e RCP4.5) (IPCC, 2014) e due orizzonti temporali futuri (breve termine, ovvero centrato intorno al 2030, e medio termine, centrato intorno al 2050). Lo scenario RCP2.6 rappresenta lo scenario "obiettivo" in cui si assumono strategie di mitigazione "*aggressive/immediate*" per cui le emissioni di gas serra si potrebbero avvicinare allo zero più o meno in 50 anni a partire da oggi. Secondo questo scenario è improbabile che si superino i 2°C di aumento della temperatura media globale rispetto ai livelli pre-industriali (+1°C rispetto ad oggi), realizzando quindi quanto concordato nell'accordo di Parigi. Invece, l'RCP4.5 è considerato uno scenario di stabilizzazione in base al quale si presume che la concentrazione atmosferica si stabilizzi entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli pre-industriali. L'incremento di temperatura coerente con questo scenario è di circa 3°C a fine secolo rispetto ai livelli pre-industriali (circa +2°C rispetto ad oggi) (MIMS, 2022). Dalle analisi condotte nel rapporto è emerso un aumento generalizzato dei pericoli climatici legati all'aumento di temperatura (i.e., ondate di calore, incendi e siccità) in accordo con quanto riportato nei recenti lavori dell'IPCC (IPCC, 2021) e una generale diminuzione dei fenomeni di ondate di freddo su tutto il territorio nazionale (vedi *Figura 1*). In tutta l'Italia è atteso generalmente un sostanziale aumento di frequenza e di intensità degli eventi climatici estremi (MIMS, 2022) e in particolare, è atteso:

- un lieve aumento delle tempeste di vento;
- un generale incremento sia sui valori giornalieri sia di intensità sia di frequenza degli eventi estremi di precipitazione, in particolare per il centro-nord nella stagione invernale;
- un incremento delle mareggiate estreme, soprattutto nell'alto Adriatico, nel Mar Ligure e nell'alto Tirreno.

Più eterogenei e variegati sono i risultati che riguardano le esondazioni fluviali e l'erosione del suolo data la complessità delle interazioni tra cambiamenti climatici, precipitazioni estreme e complessità del territorio. Tuttavia, in linea generale, le maggiori variazioni dei pericoli climatici si riscontrano nel medio termine, per lo scenario RCP4.5.

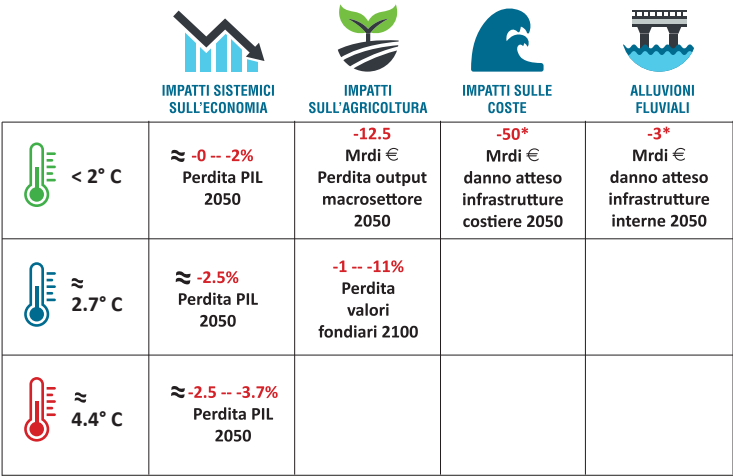
Figura 6. Variazioni climatiche annuali per aree geografiche, considerando l'indice di durata dei periodi di caldo (a sinistra) e l'indice di durata dei periodi di freddo (a destra) per il medio periodo (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP2.6 e RCP4.5



Fonte: Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, 2022

Queste variazioni climatiche avranno rilevanti conseguenze per le attività economiche e sociali italiane. I settori più esposti sono quelli che comprendono attività maggiormente sensibili al clima come, ad esempio, l'agricoltura (diminuzione della produzione e delle rese agricole), il turismo (riduzione del 15% degli arrivi internazionali nello scenario RCP2.6 e del 21.6% nello scenario RCP4.5), e il settore energetico (sia dal lato della domanda che dell'offerta) (McCallum et al., 2013). In particolare, i cambiamenti climatici, nei Paesi mediterranei come l'Italia, comporteranno, da un lato, un sostanziale aumento della domanda di energia nella stagione estiva (a causa delle maggiori esigenze di condizionamento), e dall'altro, una diminuzione della domanda nei mesi più freddi. Tuttavia, eventi estremi come siccità o scarsa disponibilità di acqua potrebbero interrompere o limitare la produzione energetica con effetti a cascata sui vari settori economico-sociali, compresi i trasporti e le dotazioni infrastrutturali. A queste perdite settoriali è atteso un rallentamento della crescita e un calo del prodotto interno lordo, specie nelle aree più vulnerabili al cambiamento climatico quali le isole maggiori, la Toscana e molte regioni del Sud Italia. Infatti, a scenari di cambiamenti climatici con temperature medie attese più elevate corrispondono perdite macroeconomiche più accentuate (vedi Figura 2). Ad esempio, le stime ad oggi elaborate riportano perdite pari al 2.5% del PIL nello scenario RCP4.5 nel 2050 (Bosello et al., 2020), e fino al 3.7% nello scenario RCP8.5 (Guo et al., 2021; Kahn et al., 2019; Ronchi 2019).

Figura 7. Variazione delle perdite macroeconomiche in termini di prodotto interno lordo (PIL) in funzione dell'aumento della temperatura e dei vari sistemi impattati



Fonte: Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, 2022

Tali impatti socio-economici potrebbero essere ridotti attraverso l’implementazione di specifiche strategie di mitigazione, volte a rallentare la crescita delle emissioni di gas serra, ma anche tramite l’adozione di misure di adattamento volte a migliorare la resilienza dei sistemi antropici, in particolare, delle infrastrutture critiche, la cui interruzione a causa di eventi estremi potrebbe compromettere il corretto funzionamento della società.

Per tale scopo, è fondamentale che la comunità scientifica definisca ed implementi modelli e approcci adeguati in grado di fornire informazioni utili nel supportare gli enti chiamati a rendere resilienti le infrastrutture alla luce dei cambiamenti climatici in atto.

Particolarmente rilevante, in tal senso, appare l’utilizzo di modelli climatici ad alta ed altissima risoluzione in grado di fornire informazioni sulla variazione locale (in termini di intensità, frequenza e persistenza) degli eventi atmosferici estremi anche su scala sub giornaliera, quali ad esempio piogge estreme, ondate di calore e mareggiate. I Modelli Climatici Regionali (RCM), infatti, simulano i fenomeni a mesoscala i quali risultano essere più risolti nello spazio e nel tempo rispetto a quelli studiati dal modello globale. Essi sono attualmente individuati come i modelli più adeguati a fornire dati climatici per analisi di impatto. In questo contesto, con l’obiettivo di produrre proiezioni tramite modelli climatici regionali in diverse aree del globo, è nato il programma mondiale CORDEX, il cui ramo europeo (EURO-CORDEX) mette a disposizione scenari climatici prodotti da diversi modelli climatici regionali sull’Europa.

I modelli climatici di nuova generazione ad altissima risoluzione hanno invece, principalmente, il compito di incrementare la conoscenza delle dinamiche climatiche su zone, quali ad esempio, quelle con orografia molto complessa e aree urbane. Si tratta perciò di strumenti molto innovativi, utili per studiare contesti specifici complessi ed effettuare analisi di impatto molto localizzate. Tuttavia, non è sufficiente la disponibilità di dati climatici per permettere operativamente ai gestori delle infrastrutture di implementare un processo così complesso e multidisciplinare come l'inclusione delle condizioni legate al cambiamento climatico nei processi decisionali (ad esempio pianificazione e manutenzione). È altresì necessario supportare gli enti con altre attività, tra le quali:

- lo svolgimento di attività di sensibilizzazione sulla rilevanza degli studi legati al cambiamento climatico e al rischio, in relazione alle infrastrutture;
- rendere agevole la disponibilità di analisi del rischio specifiche per l'infrastruttura di interesse basate, oltre che su dati climatici adeguati, anche sulla disponibilità, spesso da parte dei proprietari delle infrastrutture, di dati relativi alla vulnerabilità e all'esposizione degli asset in analisi;
- la disponibilità di tecniche per la valutazione dell'incertezza associata agli scenari nelle analisi del rischio;
- rendere agevole l'utilizzo di piattaforme geografiche informative (GIS), in grado di mettere a disposizione degli utenti finali informazioni sul pericolo e sul rischio climatico che possano essere facilmente incluse nelle piattaforme già utilizzate nella gestione dei processi (pianificazione e manutenzione predittiva);
- attività di formazione sull'utilizzo adeguato delle analisi di pericolo e di rischio prodotto da parte dei gestori e proprietari delle infrastrutture.

In questo contesto, la Fondazione CMCC ha portato e porta avanti varie attività volte a supportare i proprietari e i gestori delle infrastrutture nei processi decisionali, attraverso l'implementazione dei passi sopra dettagliati. Grazie ad analisi climatiche ad alta risoluzione e a successive analisi del rischio, è stato possibile sviluppare, ad esempio, uno studio sul rischio climatico in Italia per cinque diversi settori quali città, dissesto idrogeologico, incendi, risorse idriche e agricoltura. Questo al fine di produrre elementi a supporto delle decisioni politiche. Il report è disponibile al seguente link: [Analisi del Rischio. I cambiamenti climatici in Italia - CMCC](#). Inoltre, la più recente disponibilità di dati climatici ad altissima risoluzione (circa 2 km) ha anche permesso recentemente di arrivare a caratterizzare il clima e la sua evoluzione per effetto dei cambiamenti climatici nei contesti urbani, nonché di beni e servizi, incluse le infrastrutture strategiche. Il rapporto del CMCC sugli impatti del cambiamento climatico su 6 città italiane, pubblicato nel 2021, offre un'analisi aggiornata del clima, degli impatti, dei rischi e degli strumenti di cui si stanno dotando alcune grandi città italiane come Bologna, Milano, Napoli, Roma, Torino e Venezia (Spano et al. 2021). Inoltre, per fini divulgativi, sono stati resi disponibili per la consultazione da parte degli utenti sul sito CMCC (Scenari climatici per l'Italia - CMCC) le mappe di alcuni indicatori climatici di maggiore interesse per un totale di 60 mappe, 10 indicatori, 2 scenari e 3 periodi di riferimento, fino al 2100.

Negli ultimi anni, la Fondazione CMCC ha inoltre stipulato diversi accordi tecnico-scientifici con enti che gestiscono infrastrutture, al fine di definire metodologie e strumenti idonei a quantificare in modo accurato il rischio a cui le singole infrastrutture sono sottoposte a causa del cambiamento climatico. Tra questi, è importante citare il lavoro di collaborazione con Fondazione ENEL sulla città di Belluno (in Veneto), con il progetto pilota "Introducing climate proofing in investments and spatial planning" (Giupponi et al, 2022), inerente la valutazione del rischio climatico per quattro settori economici chiave per l'area bellunese. A supporto di tali analisi è stata svi-

luppata una piattaforma GIS *ad hoc* (disponibile al seguente link: https://www.dataclime.com/?page_id=4354) attraverso la quale è possibile consultare facilmente il pericolo, l'esposizione, la vulnerabilità ed i rischi sulla base del settore economico di interesse (i.e., turismo estivo, sport e grandi eventi invernali, industria dell'occhialeria e distribuzione dell'elettricità). Inoltre, grazie alla collaborazione con consorzi internazionali, a partire dal 2015, il CMCC ha prodotto proiezioni climatiche dedicate per l'area italiana.

Attualmente, il CMCC collabora sia a produrre nuove simulazioni climatiche nel territorio italiano a partire dai nuovi scenari CMIP 6 (IPCC, 2022) (tramite l'utilizzo del modello climatico globale del CMCC nell'ambito del programma EURO-CORDEX), sia modelli ad altissima risoluzione per lo studio del clima e dei suoi impatti su scala locale. Oltre a questo, tra le altre attività specifiche per il settore infrastrutture sviluppate dal CMCC vi sono:

- partecipazioni a tavoli di lavoro internazionali che lavorano sull'aggiornamento degli Eurocodici (standard per il settore delle costruzioni a livello europeo), proponendo attività di omogeneizzazione degli approcci statistici, dei dataset e intervalli di riferimento, tenendo conto dei parametri atmosferici per effetto del cambiamento climatico;
- valutazione delle criticità e priorità di adattamento al cambiamento climatico per le infrastrutture (a titolo di esempio, si cita il lavoro sugli aeroporti di De Vivo et al. (2022));
- studio e valutazione delle infrastrutture geotermiche in un contesto di cambiamento climatico (Adinolfi et al., 2020).

In parallelo, molte altre attività e collaborazioni scientifiche sono in atto con lo scopo di permettere l'avanzamento della ricerca e dei servizi climatici disponibili in questo ambito, affinché divenga sempre più facile poter includere nei processi decisionali la conoscenza, oramai di dettaglio, disponibile per la valutazione dell'impatto e rischio del cambiamento climatico sulle infrastrutture. Rimane, altresì, importante sottolineare come tali attività possano largamente beneficiare della collaborazione tra mondo della ricerca e mondo industriale per definire metodologie e strumenti che siano allo stesso tempo innovativi, ma anche pronte a supportare il mondo privato nel suo urgente percorso di adattamento ai cambiamenti climatici.

Bibliografia:

- Adinolfi, M., Rianna, G., Mercogliano, P., Maiorano, R. M. S., & Aversa, S. (2020). Behaviour of energy piles under climate-change scenarios: a case study in Southern Italy. *Environmental Geotechnics*, 8(8), 571-585.
- Bosello F., Standardi G., Parrado R., Dasgupta S., Guastella G., Rizzati M., Pareglio S., Schleyen J., Boere E., Batka M., Valin H., Bodirsky B., Lincke D., Tiggeloven T., van Ginkel K. (2021). D2.7. Macroeconomic, spatially resolved impact assessment. Deliverable of the H2020 COACCH project.
- Carraro, (ed.) (2022), "Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità", Ministero delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibili, Rome (MIMS)
- De Vivo, C., Ellena, M., Capozzi, V. et al. Risk assessment framework for Mediterranean airports: a focus on extreme temperatures and precipitations and sea level rise. *Nat Hazards* 111, 547–566 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05066-0>
- Giupponi, Carlo and Barbato, Giuliana and Leoni, Veronica and Mercogliano, Paola and Papa, Carlo and Valtorta, Giovanni and Zen, Michele and Zulberti, Christian, Spatial Risk Assessment for Climate Proofing of Economic Activities: The Case of Belluno Province (North-East Italy). CLRM-D-22-00037, Available at SSRN:

<https://ssrn.com/abstract=4080578> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4080578>

- Guo, J., Kubli, D and Saner P. (2021), “The economics of climate change: no action not an option”, Swiss Re (pubs.), Zurich
- IPCC 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press. Retrieved 03.05.2017 from <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
- IPCC 2022: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Pean, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekci, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
- Kahn, M.E., Mohaddes K., Ryan N. C. Ng., Pesaran M.H., Raissi, M., Yang J.C. (2019), ‘Long-term Macroeconomic Effects of Climate Change’, NBER working paper.
- Karl TR, Nicholls N, Ghazi A (1999) Clivar/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes workshop summary. In: Weather and climate extremes. Springer, Dordrecht, pp 3-7
- McCallum, S., Dworak, T., Prutsch, A., Kent, N., Mysiak, J., Bosello, F., Klostermann, J., Dlugolecki, A., Williams, E., Konig, M., Leitner, M., Miller, K., Harley, M., Smithers, R., Berglund, M., Glas, N., Romanovska, L., van de Sandt, K., Bachschmidt, R., Voller, S., Horrocks, L. (2013). Support to the development of the EU Strategy for Adaptation to Climate Change: Background to the Impact Assessment, Part I - Problem definition, policy context and assessment of policy options. Environment Agency Austria, Vienna.
- Peterson T, Folland C, Gruza G, Hogg W, Mokssit A, Plummer N (2001) Report on the activities of the working group on climate change detection and related rapporteurs. World Meteorological Organization, Geneva
- Ronchi, E. (a cura di) (2019), “Relazione sullo stato della green economy 2019, focus sugli impatti dei cambiamenti climatici in Italia”, Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile REPORT.
- Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M., 2020. “Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia”. DOI: 10.25424/CMCC/ANALISI DEL RISCHIO
- Spano D., Mereu V., Bacciu V., Barbato G., Casartelli V., Ellena M., Lamesso E., Ledda A., Marras S., Mercogliano P., Monteleone L., Mysiak J., Padulano R., Raffa M., Rui M.G.G., Serra V., Villani V., 2021. “Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane”. DOI: 10.25424/cmcc/analisi del rischio 2021.

3.1.2 LA SCHEDA GP E L'ANALISI DI VULNERABILITÀ CLIMATICA

JASPERS

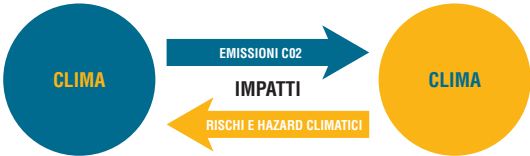
Neri Di Volo (Principal Advisor, EIB/JASPERS), Massimo Marra (Principal Advisor, EIB/JASPERS), Sergio Carpano-Neuschuler (Senior Environmental Specialist, EIB/JASPERS)

Introduzione e aspetti generali sul rapporto Cambiamenti Climatici e trasporti

JASPERS (Joint Assistance to Support Projects in European Regions) è una partnership tra la Commissione Europea e la Banca degli Investimenti Europei (BEI). JASPERS fornisce un servizio di *Advisory* indipendente per supportare gli Stati Membri dell'Unione Europea ed i Paesi in pre-adesione per preparare progetti di investimento di alta qualità, e rafforzare la loro capacità di beneficiare dei fondi europei. Il servizio di *Advisory* si espleta fornendo una valutazione dei documenti relativi ad ogni fase del ciclo di sviluppo del progetto, a partire dalla pianificazione, e copre tutti i settori: fattibilità tecnica, economica, finanziaria, aiuti di Stato, protezione dell'ambiente e del clima, ed attività orizzontali mirate al rafforzamento delle capacità. Ciò al fine di favorire la preparazione di progetti e programmi sostenibili, a basse emissioni di carbonio, e resilienti ai cambiamenti climatici. Il servizio di *Advisory* di JASPERS è gratuito per i beneficiari dei progetti/programmi valutati.

Il settore Trasporti è uno dei settori in cui JASPERS è stato più attivo negli ultimi anni. È uno dei settori più critici nella lotta ai Cambiamenti Climatici, in particolare per la riduzione delle emissioni dei gas ad effetto serra. Oggi, il settore Trasporti si colloca al secondo posto in termini emissivi, dopo il settore energetico, producendo oltre il 20% delle emissioni di gas ad effetto serra in Europa.

Figura 8. Correlazioni tra cambiamenti climatici e settore dei trasporti



Allo stesso tempo, ci si attende un impatto crescente dei cambiamenti climatici sul territorio, con risvolti notevoli sulle infrastrutture sui servizi, con particolare riferimento ai settori trasporti ed energia.

Figura 9. Esempi di impatti cambiamenti climatici sul settore dei trasporti



I Regolamenti dei fondi SIE 2014-2020 specificano i requisiti sui cambiamenti climatici che devono essere rispettati dai progetti candidati al finanziamento da parte dell'UE, affinché essi siano coerenti con le politiche in materia.

Questi requisiti sono descritti in maniera chiara nella pubblicazione della DG CLIMA “Climate Change and Major Projects”, corredata dalla Guida di JASPERS “Compilation of the Climate Change Related Requirements for Major Projects in the 2014-2020 Programming Period”. In particolare, i requisiti includono il calcolo delle emissioni di gas ad effetto serra del Progetto, che andrà poi tenuto in considerazione nelle analisi delle alternative e nell'Analisi Costi Benefici, e che venga sviluppata una valutazione sulla capacità del Progetto di fronteggiare le minacce climatiche ed i relativi rischi, attraverso una valutazione della vulnerabilità e del rischio climatico (CVRA Climate Vulnerability and Risk Assessment). Questi aspetti devono essere spiegati e presentati con chiarezza nell'elaborazione della scheda da presentare alla Commissione Europea ai fini del finanziamento dei cosiddetti “Grandi Progetti” –aventi un valore di almeno 50 M€ e, nel caso di progetti ricadenti nell'Obiettivo tematico “promuovere sistemi di trasporto sostenibili ed eliminare le strozzature nelle principali infrastrutture di rete”, di almeno 75 M€²⁶.

²⁶ “Grandi progetti” - Art. 100, Regolamento (Ue) N. 1303/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013.

Figura 10. Requisiti climatici nei Fondi ESI



Cambiamenti climatici e ciclo di vita del Progetto

Per assicurare un approccio progettuale efficiente ed efficace, i cambiamenti climatici dovrebbero essere considerati in tutte le principali fasi del ciclo di vita di un Progetto, compresi: pianificazione strategica, studi di fattibilità, progettazione, gare di appalto, costruzione, esercizio e dismissione.

Ne consegue che la valutazione delle potenziali criticità connesse ai cambiamenti climatici deve iniziare sin dalle prime fasi strategiche/pianificatorie:

- In termini di Mitigazione, questa fase corrisponde al momento in cui vengono assunte le principali decisioni che impattano sulle scelte modali dall'utilizzo dei veicoli privati verso il trasporto pubblico ed altri tipi di mobilità "dolce" - come quella pedonale o ciclabile, in linea con i principi di:
 - I. "A – Avoid": evitare traffico non necessario/ridurre il bisogno di viaggi di lunga distanza (sviluppo sostenibile, pianificazione territoriale, alternative),
 - II. "S – Shift": spostare il traffico verso modalità più *"environmentally friendly"*, come il trasporto pubblico o le modalità ad emissioni zero (*shift* modale) e
 - III. "I – Improve": migliorare il traffico residuo tramite, ad esempio, l'elettrificazione del traffico privato (autoveicoli ecc.), migliorando i differenti di trasporto rendendoli più rapidi ed affidabili, ecc., dove chiaramente i livelli I e II riguardano principalmente la fase di pianificazione.
- In termini di adattamento ai cambiamenti climatici, affrontare gli aspetti connessi al cambiamento climatico a livello di pianificazione fornisce un inestimabile vantaggio in quanto consente, tra l'altro:
 - o l'identificazione di un appropriato set di dati sui cambiamenti climatici sia in atto sia futuri;
 - o l'identificazione dei principali rischi climatici per una determinata area/rete, corridoi/aree più altamente esposti e dei livelli di sensibilità dei sistemi di trasporto;
 - o una mappatura/valutazione delle vulnerabilità per una determinata area/rete;
 - o lo sviluppo di una strategia efficiente del tipo per le fasi di operazione/esercizio e manutenzione ("O&M") - incluso un livello adeguato di finanziamento, per assicurare la resilienza ai cambiamenti climatici delle reti di trasporto, compresi sistemi di monitoraggio, allerta e risposta tempestiva agli eventi.

Nello svolgere il proprio ruolo di assistenza/supporto (Advisory) ai Grandi Progetti nel periodo di programmazione 2014-2020, JASPERS ha sviluppato una considerevole esperienza nell'integrare le considerazioni sui cambiamenti climatici nella preparazione dei progetti nei diversi settori infrastrutturali. Durante questo periodo JASPERS ha ricoperto un ruolo rilevante nella promozione e applicazione di una metodologia operativa all'avanguardia, partendo dal soddisfacimento dei requisiti obbligatori previsti dai Fondi Strutturali e di Investimento Europei. Una esperienza significativa è stata maturata anche lavorando su strategie, piani e progetti nei quali il Cambiamento Climatico rappresentava uno dei principali temi da affrontare e, di conseguenza, l'integrazione dei cambiamenti climatici nella pianificazione attuativa oggi rappresenta un patrimonio di conoscenza importante all'interno di JASPERS. Inoltre e a complemento di queste attività, è stato compiuto un importante sforzo nel condividere le conoscenze acquisite e nel fornire un rafforzamento delle capacità ("*capacity building*") ai gestori ed operatori delle reti di trasporto ed alle istituzioni sui temi del Cambiamento Climatico, che si è concretizzato attraverso eventi dedicati organizzati all'interno del programma della JASPERS Networking Platform²⁷, e formazione "*on the job*" durante le attività di assistenza/supporto.

Questo rafforzamento delle capacità si è focalizzato sui seguenti tre requisiti:

1. Coerenza con la Politica Climatica

- Accordi di Parigi
- Obiettivi della Strategia UE 2020
- La legge UE sulla neutralità climatica al 2050
- Quadro 2030 per il clima e l'energia/Pacchetto Clima Energia 2020
- Effort Sharing Regulation
- Piani nazionali Clima ed Energia (PNIEC)
- Tassonomia dell'UE
- Strategie nazionali e regionali sull'adattamento
- Allineamento delle nuove operazioni della BEI (Banca Europea per gli Investimenti) agli Accordi di Parigi

2. Valutazione delle emissioni di gas ad effetto serra/Impronta di carbonio

- Come è stata effettuata/Metodologia
- Quali sono stati risultati/Impronta e costi

3. Vulnerabilità - Adattamento e Valutazione del Rischio

- Come è stata effettuata/Metodologia
- Quali erano stati i risultati/Misure di Adattamento

L'assistenza operativa di JASPERS sui temi climatici supporta le controparti/partners:

- nell'integrazione delle azioni per il clima ("*Climate Action*") negli investimenti medio-grandi che sono candidati al finanziamento con Fondi Strutturali dell'Unione Europea;

²⁷ Third Workshop on Climate Adaptation in Transport – April 2022

Second seminar on Climate Change Adaptation in the Transport sector – June 2019

Climate Change Adaptation in the Transport Sector – Experience from Project Preparation and Network Management – December 2017

Follow-up meeting on climate change requirements for major projects in 2014-2020 - June 2017

- nella considerazione dei cambiamenti climatici in tutte le fasi del ciclo di Progetto – strategica, sviluppo, approvazione, esecuzione ed esercizio;
- nel rafforzamento delle competenze sui cambiamenti climatici;
- nell'integrazione dell'adattamento nelle fasi di pianificazione e di preparazione dei progetti, che rappresenta il momento di maggior incertezza per i soggetti proponenti dei progetti stessi, e rispetto alle quali si è registrato un significativo miglioramento nella conoscenza e comprensione del fenomeno rispetto agli inizi del periodo di programmazione 2014-2020.

In tutta l'Unione Europea si rilevano diversi buoni esempi di cooperazione e lavoro su questi aspetti e, in particolare sull'integrazione dell'adattamento dei Cambiamenti Climatici nel ciclo di Progetto – dalle fasi progettuali sino a quelle di esercizio e di manutenzione. Tra queste, vale la pena menzionare il supporto di JASPERS alla preparazione dei progetti ferroviari a valere sul PON Infrastrutture e Reti 2014-2020, come sintetizzato nelle Schede “Grande Progetto” per la richiesta di finanziamento attraverso i Fondi Strutturali UE, e nelle relative note di accompagnamento redatte da JASPERS per i progetti delle tratte “Napoli-Cancello” e “Cancello-Frasso-Telesino” del corridoio ferroviario Napoli-Bari e della tratta Bicocca-Catenanuova del corridoio ferroviario Palermo-Catania.

Il processo di valutazione dei rischi da Cambiamento Climatico e il lavoro svolto nel PON Infrastrutture e Reti 2014-2020

L'analisi di Rischio per i Cambiamenti Climatici è iniziata con una prima valutazione della Vulnerabilità, come combinazione dei fattori di “Esposizione” e “Sensitività”. I risultati di questa fase hanno consentito di identificare quali fossero i potenziali rischi realmente rilevanti per il Progetto per i quali adottare misure specifiche al fine di ricondurli ad un livello accettabile. Successivamente, sulla base di dati e previsioni sugli eventi meteorologici estremi, è stata condotta un'appropriata analisi di rischio di tipo statistico per tali rischi maggiormente rilevanti – tenendo in conto gli effetti migliorativi generati dalle specifiche soluzioni tecniche e tecnologiche implementate – valutando se i rischi residui fossero accettabili o meno, e/o se fosse necessario identificare ed adottare ulteriori modifiche da attuare al fine di pervenire ad un rischio accettabile.

La seguente tabella mostra la matrice di valutazione della vulnerabilità iniziale per un Progetto ferroviario nell'Europa centro-orientale, con riferimento alle soluzioni tecniche ed alle misure relative alla realizzazione del Progetto proposto.

Tabella 5. Matrice di valutazione della vulnerabilità iniziale per un Progetto ferroviario nell’Europa centro-orientale

Sensibilità	Esposizione			
		No	Media	Alta
	No			Inondazioni, piogge, temperature elevate
	Media			
	Alta			
Livello di Vulnerabilità				
	No			
	Media			
	Alta			

Il processo generale che va seguito è sintetizzato di seguito:

- Step iniziali: Preparare, pianificare, definire... ↓
- Vulnerabilità = Sensività x Esposizione ↓
- Rischio = Probabilità x Impatto ↓
- Adattamento: Opzioni, Valutazione, Pianificazione

Le analisi sui Cambiamenti Climatici dei progetti presentati per il finanziamento da parte dei Fondi Strutturali UE e i principali risultati sono inclusi nella Sezione F.8. (Punti F.8.2 e F.8.3) della scheda Grande Progetto - “Adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici e resilienza ai disastri”.

Tutti e tre i progetti finanziati dal PON-IR per i quali è stato richiesto il supporto di JASPERS, come richiamato prima, presentavano un elevato livello di maturità progettuale, frutto di un processo di sviluppo durato più di 10 anni. Per questo motivo, è stato adottato un approccio pragmatico, in linea con le analoghe esperienze condotte negli altri Stati Membri dell’UE: l’attività di JASPERS è consistita principalmente nel supportare un beneficiario di grande esperienza come RFI (Rete Ferroviaria Italiana) - con il coordinamento e la supervisione del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti - nelle loro analisi di adattamento ai cambiamenti climatici, dimostrando che il Progetto era sufficientemente robusto e resiliente ai prevedibili eventi estremi, in linea con i requisiti fissati dalla Commissione Europea per i progetti finanziati con Fondi SIE descritti in precedenza. La maggior parte del lavoro è perciò consistito nel verificare che le caratteristiche progettuali già adottate garantissero il livello di resilienza atteso e nel dimostrare e rappresentare adeguatamente tale processo all’Autorità Grandi Progetti.

Comunque, nonostante il livello di progettazione molto avanzato, si è stabilito che, qualora le analisi svolte avessero mostrato un livello di resilienza insufficiente rispetto a specifici eventi estremi, e, in funzione del tipo e intensità del rischio, il Progetto avrebbe potuto essere parzialmente modificato adottando miglioramenti sia negli aspetti progettuali più rilevanti, sia mettendo in atto misure per le fasi di esercizio e manutenzione, includendo uno specifico sistema di monitoraggio e risposta.

Più in dettaglio, il supporto è stato sviluppato su due livelli:

- per la mitigazione ai cambiamenti climatici, è stato fornito un supporto metodologico per il calcolo dell'impronta di carbonio del Progetto, basato sui dati di traffico e sullo studio di traffico, in accordo con il Manuale della BEI sull'Impronta di Carbonio (EIB's Carbon Footprint Manual), in linea con la Guidance della Commissione Europea; i dati derivanti da tale calcolo sono stati poi usati come input nell'ambito dell'Analisi Costi Benefici, per la monetizzazione dei benefici derivanti dalla riduzione delle emissioni di gas effetto serra. Per tutti e tre i progetti, sono state calcolate le Emissioni Assolute (emissioni per il funzionamento del progetto in un anno tipico di esercizio - nel caso di ferrovie elettrificate come queste, tali emissioni sono quelle derivanti dalla produzione dell'energia elettrica consumata per l'esercizio dei treni) e le Emissioni Relative (differenza tra le emissioni negli scenari "con" e "senza" progetto) che, per i progetti ferroviari e di trasporto pubblico, generalmente si traduce in una complessiva riduzione delle emissioni dovuta alla diversione modale dalle auto private all'infrastruttura ferroviaria di Progetto e, in certi casi, anche alla riduzione in altri servizi concorrenti, principalmente quelli di trasporto aereo e di trasporto pubblico su strada nello stesso corridoio. I calcoli effettuati hanno dimostrato che i tre progetti esaminati sono coerenti con la maggior parte delle politiche sul clima a livello nazionale ed europeo e soddisfano i requisiti dei principali documenti che, a livello nazionale, definiscono il rispetto degli impegni degli Accordi di Parigi, tra i quali il Piano Nazionale integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), che fa riferimento ad un orizzonte temporale 2021- 2030 – e i principi dettati del Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza (PNRR). È stato stimato che tutti e tre i progetti produrranno un risparmio delle emissioni relative nell'ordine di migliaia di tonnellate di CO₂ equivalente all'anno, numero che cresce di almeno un ordine di grandezza considerando l'intero corridoio a cui appartengono le tratte finanziate.
- per l'adattamento ai cambiamenti climatici, è stata condotta una valutazione della vulnerabilità e dei rischi ai cambiamenti climatici (CVRA *Climate Change Vulnerability and Risk Assessment*), compresa l'identificazione di idonee misure di adattamento, laddove ritenute necessarie. Di seguito si riportano alcuni esempi delle elaborazioni effettuate per il progetto più recente, la modernizzazione e raddoppio della tratta ferroviaria tra Bicocca e Catenanuova lungo il tracciato esistente a singolo binario, nell'area metropolitana di Catania, in Sicilia. Il Progetto ha uno sviluppo lineare di 37,4 km, con 4 stazioni, di cui una nuova (Catenanuova). Il Piano di adattamento climatico prevede le seguenti misure sia di tipo "soft", di carattere gestionale che "strutturale", distinzione fondamentale per predisporre valide misure di adattamento climatico:
 - Ulteriori analisi sulle potenziali inondazioni nelle aree di Progetto, per perfezionare le informazioni disponibili nello Studio di Impatto Ambientale;
 - Individuazione di aree che fungano da vasche di contenimento per le portate alluvionali e loro manutenzione per garantire la loro capacità di contenimento;
 - Manutenzione dei corsi d'acqua e delle fasce ripariali in buono stato, affinché possano contenere maggiori portate in corrispondenza di tempeste ed eventi meteorologici intensi, specialmente rispetto a potenziali fenomeni di erosione;
 - Innalzamento e/o rinforzo di tratte di binari potenzialmente interessati da fenomeni alluvionali;

- Mappatura ad alta risoluzione delle aree potenzialmente soggette ad alluvioni;
 - Sistemi di allerta precoce e loro aggiornamento costante.
- La valutazione della sensitività copre soltanto la ferrovia in tutte le sue componenti tecniche e, dunque, non è stato assegnato un punteggio specifico di sensitività a ciascuna di esse (binari, ponti, segnaletica, sistemi di alimentazione elettrica). L'esposizione è valutata rispetto alle alluvioni, alla pioggia, alle elevate temperature, agli incendi ed alle raffiche di vento. Piogge, temperature elevate e raffiche di vento sono *hazard* ai quali corrisponde un'esposizione alta. I binari risultano soggetti ad una vulnerabilità media rispetto alle temperature elevate, anche se sono considerati ad alto rischio climatico in generale. La valutazione non copre il materiale rotabile. Con riferimento alle potenziali problematiche connesse alle alluvioni, sebbene il relativo rischio sia stato valutato come moderato-basso, sono state attentamente considerate misure di adattamento sulla base dei Piani di Assetto Idrogeologico, con specifico riferimento ai fiumi Simeto e Dittaino (e ai relativi Piani di Gestione del Rischio Alluvioni), considerando un tempo di ritorno dell'evento molto rilevante, pari a 300 anni. Sono state pianificate misure strutturali per l'innalzamento dell'altezza dei binari in varie sezioni per fronteggiare eventuali alluvioni. Le misure "*soft*" consistono invece in procedure sviluppate in collaborazione con il Servizio di Protezione Civile, uno dei soggetti che interviene in caso di eventi di rilevanza climatica. Queste procedure riguardano:
- Istruzioni specifiche per il personale;
 - Restrizioni alla movimentazione del materiale rotabile e alla fornitura di servizi di supporto.
- I rischi residui sono valutati come:
- Da moderati a elevati per i binari, in relazione all'*hazard* "alte temperature";
 - Da moderati ad alti per la segnaletica e all'alimentazione elettrica, in relazione all' *hazard* "uragani";
 - Moderati per i ponti, in relazione all'*hazard* "alte temperature".

JASPERS – Lezioni apprese, attività in corso e sviluppi futuri per la programmazione 2021-2027

Il Regolamento recante Disposizioni Comuni per i Fondi Europei 2021-2027 (*Common Provisions' Regulation (CPR) for the 2021/2027 EU Financial Perspective*) prevede specifici requisiti per i progetti finanziati con fondi FESR, FSE Plus, Fondo di Coesione e Fondo per una Transizione Giusta, e comprende obblighi rigorosi in merito al rispetto degli obiettivi climatici dell'Unione, al "*climate proofing*" ed alla coerenza con il principio "*Do no significant harm*" (DNSH) del Regolamento sulla Tassonomia. Per qualsiasi Progetto infrastrutturale soggetto a finanziamento che abbia una vita economica superiore ai 5 anni e, quindi, in pratica, per tutti gli investimenti infrastrutturali, i Regolamenti stabiliscono che debba essere effettuata una Verifica climatica ("*Climate Proofing*") in linea con le indicazioni della Guida tecnica della Commissione Europea sul "*climate proofing*" delle infrastrutture nel periodo 2021-2027 (2021/C 373/01). Anche i Regolamenti che recano disposizioni per altre fonti di finanziamento dell'UE, tra cui *Connecting Europe Facility* (CEF), InvestEU e PNRR, propongono riferimenti e requisiti simili.

La verifica climatica ("*Climate Proofing*") è un processo che integra le misure di adattamento e mitigazione nello sviluppo dei progetti infrastrutturali. Essa consente a investitori pubblici e privati europei di assumere scelte consapevoli riguardo ai progetti che vengono riconosciuti compatibili con gli Accordi di Parigi e con gli obietti-

vi climatici dell'Unione. Il processo si basa su due pilastri (mitigazione e adattamento) e si articola in due fasi (screening e analisi dettagliata). L'analisi dettagliata è subordinata agli esiti della fase di screening, il che aiuta a ridurre gli adempimenti amministrativi. La quantificazione e la monetizzazione delle emissioni di gas ad effetto serra rimane la base per l'integrazione dei cambiamenti climatici nelle Analisi Costi Benefici e nella selezione delle alternative/opzioni progettuali. La guida comprende i riferimenti alla metodologia aggiornata per il calcolo dell'impronta di carbonio e la valutazione dei costi "ombra" ("*shadow cost*") legati alle emissioni di carbonio. La valutazione della vulnerabilità climatica e del rischio rimane la base per identificare, valutare e implementare misure di adattamento ai cambiamenti climatici, ed è sostanzialmente in linea con quanto presentato nelle precedenti sezioni:

1. identificare a quali *hazard* climatici il Progetto è vulnerabile, valutare il livello di rischio e integrare le misure di adattamento in modo da ridurre il rischio ad un livello accettabile;
2. coprire le variazioni climatiche attuali e future;
3. assicurarsi che il rischio climatico sia considerato nell'ambito della più generale valutazione del rischio dell'investimento;
4. assicurare che la metodologia e la logica adottate siano chiare, sebbene siano applicabili diversi approcci valutativi.

Alla luce di ciò, e anche in considerazione delle emergenze climatiche manifestatesi nell'intero territorio dell'Unione Europea e in particolare in Italia, un'attenzione particolare è stata posta, a livello nazionale ed europeo, nello stanziamento di fondi sia per la Transizione Verde che per l'incremento della resilienza del nostro territorio e delle nostre infrastrutture, all'interno delle quali il settore trasporti rappresenta uno dei più cruciali.

In questo contesto, si considera di fondamentale importanza complementare le azioni di transizione verde con un consistente piano di investimenti che renda le reti di trasporto più resilienti. Come illustrato in precedenza, questa integrazione deve prendere inizio nella fase di pianificazione ed essere seguita da un'analisi a livello di rete, in linea con il principio di integrazione del cambiamento climatico sin dalle prime fasi nel ciclo di vita del Progetto.

Figura 11. Il processo di analisi di resilienza al clima per le reti di trasporto

JASPERS ha sviluppato e applicato una robusta metodologia per svolgere questo tipo di analisi, che può essere applicata in prima battuta a tutte le reti di trasporto e lineari (incluse, ad esempio, le reti energetiche e di telecomunicazione). Gli attuali sviluppi di tale metodologia includono anche l'attribuzione di un peso maggiore a specifiche sezioni della rete analizzata, in funzione delle differenti caratteristiche socio-economiche, quali il loro ruolo funzionale, la loro importanza strategica (ad esempio, se connettono al principale ospedale in una determinata area, ecc.), al fine di identificare correttamente urgenze e priorità di intervento. Questo approccio dovrebbe consentire agli operatori della rete di integrare la resilienza ai cambiamenti climatici nella più ampia gestione delle reti, compresa l'implementazione di pertinenti programmi di riqualificazione in chiave di resilienza o la pianificazione di nuovi investimenti resilienti e di acquisire solide basi per integrare la considerazione degli effetti dei cambiamenti climatici nella pianificazione e nella progettazione, nell'esercizio e la manutenzione della rete, comprese le relative esigenze di finanziamento per l'adattamento climatico delle reti, come ad esempio, programmi di riqualificazione in chiave di resilienza di ferrovie o strade.

Utilizzando strumenti di supporto alle decisioni basati su sistemi di tipo GIS, può essere identificata una lista di interventi sulla rete con differenti livelli di priorità - attuali e futuri - sulla base della quale pianificare un solido piano di investimento e di azione per l'adattamento ai cambiamenti climatici nei trasporti o in specifici sotto-settori (strade, ferrovie, ecc.). Tale piano potrebbe essere concretamente ed efficacemente applicato, anche in Italia, a livello di reti primarie/secondarie e/o di singola Regione.

3.1.3 L'APPLICAZIONE DI MISURE SOFT, GREY E GREEN PER LA RESILIENZA DEGLI INTERVENTI FERROVIARI

Italferr, RFI

Nell'ambito delle attività connesse alla rendicontazione periodica dei progetti ferroviari previsti nel Piano Operativo Nazionale Infrastrutture e Reti, RFI (Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.) in qualità di proponente degli interventi ed IF (Italferr S.p.A.) in qualità di progettista hanno redatto le parti di propria competenza della Scheda Grande Progetto per gli interventi *"Itinerario NA-BA, 1ª tratta: Variante alla linea Napoli-Cancello; Itinerario NA-BA", "Raddoppio tratta Cancello-Benevento. Primo lotto funzionale Cancello-Frasso Telesino" e "Asse Ferroviario Palermo -Catania -Messina. Raddoppio della tratta Bicocca-Catenanuova"*, e della *"Scheda A"*, predisposta dalla Task Force Ambiente con l'obiettivo di fornire uno strumento di rendicontazione ambientale per i Progetti finanziati nell'ambito del PON I&R, nell'ambito del monitoraggio di VAS del Programma.

In particolare, RFI ha implementato gli indicatori relativi alla fase di esercizio per i consumi energetici, le emissioni inquinanti e climalteranti, la salute umana per gli aspetti connessi alla incidentalità registrata in corrispondenza dei passaggi a livello prima della realizzazione dell'opera finanziata.

Italferr ha implementato gli indicatori relativi alla fase di realizzazione per i consumi energetici, le emissioni inquinanti e climalteranti, la produzione e gestione di terre e rocce da scavo, gli studi/opere di adattamento al cambiamento climatico, la salute umana per gli aspetti connessi al numero e densità dei passaggi a livello soppressi grazie alla realizzazione dell'opera finanziata.

La Scheda A è stata *"tarata"* con il contributo di RFI ed IF sulla peculiarità ferroviaria. In particolare, è stato necessario adattare una serie di indicatori generali sia alle specificità precipue della ferrovia (quali ad esempio indicatori rappresentativi dei consumi energetici in fase di esercizio, della incidentalità, etc..), sia in relazione allo stato di avanzamento della realizzazione dei progetti. Dei numerosi progetti ferroviari soggetti a rendicontazione, infatti, alcuni sono relativi ad infrastrutture complete della sede e delle tecnologie, altri sono relativi a sole tecnologie; alcuni sono realizzati ed attivati da anni, altri sono in una iniziale fase realizzativa, alcuni hanno come conseguenza diretta un aumento dell'offerta ferroviaria ed altri hanno come obiettivo un aumento della affidabilità del sistema. La scelta degli indicatori è stata focalizzata per risultare quindi funzionale ad una rappresentatività di tutte queste realtà così diverse.

A seguito del suddetto processo, la Scheda prevede quindi l'alimentazione degli indicatori di seguito riportati:

1. Consumi energetici in fase di realizzazione e in fase di esercizio
2. emissioni inquinanti in atmosfera:
 - o In fase di realizzazione, stimate a partire dai consumi energetici prendendo in considerazione le movimentazioni derivanti dal trasporto dei materiali, dalla movimentazione mezzi d'opera e dalle attività di scavo per PM10, PM2,5, NOX, NO2;
 - o incrementali nell'anno a regime di esercizio, stimate a partire dai consumi energetici come dato incrementale rispetto allo scenario di riferimento alla stessa data, dalla somma di traffico veicolare (passeggeri e/o merci) che sarà sostituito dal trasporto su ferro grazie alla realizzazione dell'intervento ferroviario e movimentazione del materiale rotabile;
3. emissioni effetto serra (oggetto del successivo paragrafo 3.3.2):
 - o In fase di realizzazione, stimate a partire dai consumi energetici ed espresse in tonnellate annue

di CO₂eq prodotta prendendo in considerazione le movimentazioni derivanti dal trasporto dei materiali e dalla movimentazione mezzi d'opera;

- incrementali nell'anno a regime di esercizio, stimate a partire dai consumi energetici ed espresse in tonnellate annue di CO₂eq prodotta come dato incrementale rispetto allo scenario di riferimento alla stessa data, dalla somma di traffico veicolare (passeggeri e/o merci) che sarà sostituito dal trasporto su ferro grazie alla realizzazione dell'intervento ferroviario e movimentazione del materiale rotabile

4. studi/opere di adattamento al cambiamento climatico, il cui approfondimento è oggetto del presente paragrafo.

Di seguito si illustra la metodologia utilizzata e gli approfondimenti eseguiti per l'alimentazione dell'indicatore studi/opere di adattamento al cambiamento climatico descritto al paragrafo 2.2.2.

Studi/opere di adattamento al cambiamento climatico

Per l'alimentazione del punto studi/opere di adattamento al cambiamento climatico da tutti i progetti analizzati sono state messe in evidenza, le misure contenute nei vari progetti afferenti alle categorie:

- di tipo non strutturale o “soft”,
- basate su un approccio ecosistemico o “verdi”,
- di tipo infrastrutturale e tecnologico o “grigie”

con riferimento alla Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici²⁸ (di seguito SNACC).

Questa sezione, compilata con un profilo di tipo qualitativo, è finalizzata a mettere in evidenza gli elementi di qualità ambientale dei progetti che vadano incontro al marcato interesse della Commissione Europea per quegli aspetti legati alla lotta al cambiamento climatico che passano per la resilienza.

Nella fattispecie le Misure Soft o leggere comprendono interventi che includono misure politiche, legali, sociali, gestionali e finanziarie, utili alla governance e ad aumentare la consapevolezza sui problemi legati al cambiamento climatico (a titolo esemplificativo i sistemi di allerta e di sollevamento - con annesse vasche di accumulo - in corrispondenza dei sottopassi ferroviari).

Le Misure Verdi o ecosistemiche sono relative ad interventi che sfruttano la natura, la biodiversità ed i benefici ecosistemici (a titolo esemplificativo interventi di protezione spondale in massi di corsi d'acqua che si sviluppano in affiancamento alla linea ferroviaria finalizzati a stabilizzare l'alveo inciso, limitandone o evitandone futuri spostamenti planimetrici o fenomeni di migrazione/divagazione).

Le Misure Grigie o strutturali attengono ad interventi fisici e/o misure costruttive utili a rendere gli edifici, le infrastrutture, le reti, ecc., più capaci di resistere agli eventi estremi (a titolo esemplificativo prevedere una progettazione delle opere di attraversamento con franco idraulico elevato - rispetto alla piena di riferimento - molto superiore a quello minimo richiesto dalla normativa vigente, in considerazione di eventuali fenomeni di trasporto solido al fondo (i.e. deposizione/interrimento) e/o di materiale galleggiante di rilevanti dimensioni).

Entrando nel merito dell'applicazione e della verifica di coerenza delle misure soft, grey e green nell'ambito dei

²⁸ Per la classificazione degli studi e delle azioni di adattamento al cambiamento climatico si fa riferimento alla “Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. Allegato 3 – proposte d'azione”, al cui contenuto si rimanda integralmente: (http://www.pdc.minambiente.it/sites/default/files/allegati/Strategia_nazionale_adattamento_cambiamenti_climatici.pdf)

progetti ferroviari analizzati, è stata innanzitutto definita una metodologia di lavoro che consentisse di analizzare i progetti sottoposti al finanziamento comunitario in maniera omogenea, dovendo compilare tale scheda anche per progetti sviluppati in tempi non recenti (vedasi ad esempio il Raddoppio Bari/Bitetto sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale nel 2003) ed anche per progetti di natura tecnologica non sottoposti a Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (ed Potenziamento tecnologico Nodi di Napoli)

L'approccio utilizzato è quello di "suddividi/analizza/verifica/proponi/contestualizza/controlla".

In base a questo approccio inizialmente è stata effettuata una prima lettura critica complessiva di tutte le azioni proposte dalla Strategia e nell'insieme di tutte le azioni proposte dalla Strategia sono state selezionate quelle che attengono l'infrastruttura ferroviaria.

In base a questi criteri, sia nella sezione generale che con particolare riferimento all'Allegato 3, è stata effettuata una puntuale verifica, per singola azione:

- che la stessa ricada all'interno della competenza del gestore della Infrastruttura ferroviaria;
- che tale misura possa essere concretamente rinvenibile nella lettura del progetto.

Visto la numerosità delle specialistiche tecniche coinvolte, il lavoro è stato sviluppato anche con incontri tematici.

In altre parole, ad una prima lettura complessiva è succeduta un'analisi specialistica per poi ritornare all'approccio multidisciplinare di sistema.

Un aspetto interessante del processo è stata la declinazione delle azioni previste nella SNACC non solo alle specialistiche più tradizionalmente coinvolte, come quelle civili, ma anche a rami della progettazione ai quali la prassi progettuale meno attribuisce "tradizionalmente" la capacità di fornire un valore aggiunto in termini di incremento della resilienza quali il Segnalamento ferroviario, le Tecnologie, la Trazione Elettrica, l'Impiantistica Industriale, il Piano di Manutenzione e, non ultima, l'interoperabilità.

Il primo aspetto rilevato a seguito di questa analisi puntuale è stato quante azioni, tra quelle ricomprese nella sfera di influenza, fossero di fatto già presenti nella Progettazione in uso per la infrastruttura ferroviaria, anche per progetti sviluppati oltre dieci anni fa.

Si ritiene che ciò sia da attribuirsi ad un contesto di "convergenza finale" di due criteri di progettazione apparentemente diversi, quello più recente focalizzato all'incremento della resilienza al clima ed ai cambiamenti climatici dell'opera infrastrutturale, e quello già consolidato della progettazione improntata alla durabilità e alla sicurezza - criteri cardine per la progettazione di infrastrutture ferroviarie- che conducono sistematicamente alla individuazione ed adozione di scelte progettuali, appunto, convergenti.

A valle di questa prima macrofase di verifica e sistematizzazione del framework metodologico, si è quindi proceduto alla lettura critica del progetto e delle soluzioni progettuali.

In particolare, per la progettazione e con un particolare focus agli aspetti ambientali, gli elementi considerati riguardano:

- le valutazioni sulla tipologia e superficie da occupare con il progetto delle mitigazioni ambientali come le opere a verde; *"Approfondire le conoscenze sugli indicatori di integrità ecosistemica e sui servizi ecosistemici associati alle diverse tipologie di copertura/uso del suolo"* è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per la tratta Napoli Cancellò:

Azione	Approfondire le conoscenze sugli indicatori di integrità ecosistemica e sui servizi ecosistemici associati alle diverse tipologie di copertura/uso del suolo		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	L'analisi è partita dall'esame del territorio, tenendo conto delle sue caratteristiche morfologiche, degli ambiti paesaggistici, della distribuzione degli usi del suolo presenti lungo la tratta nonché dall'individuazione della vegetazione reale e potenziale. Il progetto delle opere a verde è stato sviluppato secondo i principi di coerenza con le caratteristiche fitoclimatiche del contesto analizzato, nel rispetto della compatibilità ecologica con i caratteri stazionali (clima, substrato, morfologia, ecc.) dell'area di intervento, aumentando la biodiversità e il valore estetico naturalistico.		
Benefici attesi dall'azione	Miglioramento delle condizioni fitoclimatiche dell'area di intervento, attraverso la connessione ecologica tra progetto ed ecosistema esistente.		
	Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentono di valutare le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle relative lavorazioni in corso d'opera.		

- la tutela, valorizzazione e salvaguardia del patrimonio storico culturale e archeologico: *“La dotazione del verde urbano, adottando la logica delle green and blue infrastructure, predisponendo misure per il contenimento degli impatti climatici sul verde pubblico esistente, salvaguardando la biodiversità in ambito urbano”* è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per la tratta Fiume-torto Ogliastrillo:

Azione	La dotazione del verde urbano, adottando la logica delle green and blue infrastructure, predisponendo misure per il contenimento degli impatti climatici sul verde pubblico esistente, salvaguardando la biodiversità in ambito urbano		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	La valorizzazione e la riqualificazione delle risorse, il recupero del territorio, la fruibilità' di aree verdi di alto valore storico e paesaggistico, la promozione di uno sviluppo sostenibile, il recupero dei paesaggi degradati e lo sviluppo armonico delle città, hanno riguardato il progetto concretizzandosi nella nuova pista ciclopedonale che apporterà benefici all'importante sito archeologico di Himera.		
	Cura è stata anche posta nella scelta dei criteri adottati per la localizzazione dei cantieri mirano alla restituzione dei luoghi per quanto possibile con le stesse caratteristiche che gli stessi presentavano prima dell'esproprio per l'allestimento dei cantieri.		
	Indispensabile, per la progettazione degli interventi di mitigazione come le opere a verde, è stata l'analisi dello stato attuale dei luoghi effettuata mediante la valutazione dell'uso del suolo e sopralluoghi mirati.		
	Al fine di non interferire con lo sviluppo della vegetazione naturale e di garantire un substrato ottimale allo sviluppo della vegetazione di nuovo impianto, al termine dei lavori su tutta la superficie oggetto di ripristino vegetazionale è previsto uno strato di terreno fertile, asportato prima dell'inizio dei lavori ed accantonato in appositi siti, compattato alla densità ottimale, di almeno 30cm di spessore, sul quale si provvederà all'impianto di arbusti idonei e alla semina di idonei miscugli di sementi da prato.		
Benefici attesi dall'azione	Le essenze vegetali impiegate, proverranno da vivai locali che possano certificare la provenienza del materiale, o in alternativa specie spontanee naturalmente presenti nelle vicinanze dell'intervento.		
	Migliore collegamento al sito archeologico. Rapido reinserimento dell'infrastruttura nel contesto vegetazionale e paesaggistico e con la garanzia una buona percentuale di attecchimento. Grazie al ricorso di specie di provenienza certa si eviterà l'inquinamento genetico delle popolazioni locali.		

- scelte di cantiere in termini di procedure operative, riutilizzo per le fonti idriche e localizzazione delle stesse in aree sottoposte a verifiche sotto diversi profili: tecnici, ambientali e sociali: *“Controllo degli inquinanti che raggiungono gli acquiferi con riferimento alle sostanze tossiche al fine di preservare l'integrità e la funzionalità degli ecosistemi terrestri ad essi connessi”* è una azione grigia. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per la tratta Bicocca Targia:

Azione	Controllo degli inquinanti che raggiungono gli acquiferi con riferimento alle sostanze tossiche al fine di preservare l'integrità e la funzionalità degli ecosistemi terrestri ad essi connessi		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
			X
Descrizione dell'azione	Il progetto ambientale della cantierizzazione per ciascuna componente ambientale definisce i potenziali rischi e le modalità operative per la messa in sicurezza dei luoghi a seguito ad esempio di situazioni incidentali. Per quanto riguarda il rischio legato alla contaminazione degli acquiferi e della matrice suolo e sottosuolo sono previste delle procedure operative che evidenziano i possibili impatti che potrebbero essere generati durante le fasi di realizzazione, di esercizio e di smantellamento finale dei cantieri, specificando le corrispondenti prescrizioni e misure di mitigazione. Inoltre, il Piano di Monitoraggio Ambientale considera la matrice acque sotterranee al fine di verificare e controllare l'impatto della costruzione dell'opera. Si è scelto di indagare, tra i parametri di base definiti dal D. Lgs. 152/06 e s.m.i., i parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività e agli scarichi di cantiere ed eventuali sversamenti nel corpo idrico scelto al fine di prevenirne alterazioni ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.		
Benefici attesi dall'azione	Ridurre al minimo, al verificarsi di scenari di rischio, il potenziale impatto negativo per l'ambiente in modo da intervenire tempestivamente con strumenti e mezzi efficaci.		

- il monitoraggio ambientale e la previsione di azioni correttive in caso di incidenti e/o fenomeni non prevedibili in sede di progettazione: *“Definizione di piani di monitoraggio del suolo e del territorio per la definizione di fattori di vulnerabilità del territorio, indicatori di stato a scala locale e integrati (ambientali, sociali ed economici); la valutazione del contesto, la valutazione preventiva del rischio legato ai fattori di vulnerabilità con conseguente valutazione degli effetti diretti ed indiretti; il monitoraggio dei risultati delle azioni di adattamento attraverso l'uso di indicatori sensibili”* è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per la tratta Napoli Cannello:

Azione	Definizione di piani di monitoraggio del suolo e del territorio per la definizione di fattori di vulnerabilità del territorio, indicatori di stato a scala locale e integrati (ambientali, sociali ed economici); la valutazione del contesto, la valutazione preventiva del rischio legato ai fattori di vulnerabilità con conseguente valutazione degli effetti diretti ed indiretti; il monitoraggio dei risultati delle azioni di adattamento attraverso l'uso di indicatori sensibili		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	Il Progetto di Monitoraggio Ambientale ha considerato tutte le componenti ambientali tra cui anche il suolo, l'ambiente sociale per valutare e controllare in fase Ante, Corso e Post opera la realtà territoriale e ambientale in cui il progetto si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia positivi che negativi.		
Benefici attesi dall'azione	Rilevare attraverso le campagne di misura non solo il rispetto della normativa vigente in materia ambientale ma intervenire in caso di situazioni di criticità con le dovute azioni correttive. Inoltre, il monitoraggio delle condizioni esistenti fornisce le tendenze relative all'ambiente sociale nel quale si inserisce il progetto per dare evidenza dello stato e del grado di consenso dell'opera.		

- l’accessibilità e l’applicazione di sistemi di interoperabilità: *“Integrazione dei sistemi di risposta alle emergenze”* è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per la tratta Cancellò Frasso:

Azione	Integrazione dei sistemi di risposta alle emergenze		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	Nel documento “Relazione sulle STI applicabili” vengono evidenziati gli esiti delle verifiche alle STI. A titolo esemplificativo è stata considerata, la STI PMR e la STI STR La prima applicabile per aree pubbliche dell’infrastruttura controllate dall’Impresa Ferroviaria, dal Gestore dell’Infrastruttura o dal Gestore della Stazione nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità, con riferimento al progetto di stazioni e fermate. L’esito positivo è stato tra gli altri riscontrato per: percorso privo di ostacoli, circolazione verticale, circolazione orizzontale, identificazione del percorso, accessi e porte. La seconda, la STI SRT si applica a tutte le parti del sistema ferroviario concernente la sicurezza dei passeggeri e del personale viaggiante nelle gallerie ferroviarie in fase di esercizio, nel caso in esame per la Galleria Monte Aglio il cui esito non ha riscontrato criticità.		
Benefici attesi dall'azione	Avere un sistema chiaro, univoco e riconosciuto non solo a livello nazionale ma Comunitario, favorisce, in caso di emergenza, una risposta più efficace sia dei fruitori dell’infrastruttura che dell’infrastruttura stessa con un incremento indiretto della sicurezza.		

- la protezione del suolo attraverso il recupero di terreni degradati: *“Protezione del suolo e riduzione del dissesto idrogeologico attraverso il recupero di terreni degradati e terreni soggetti ad erosione, bonifiche di terreni industriali, tramite attività di riforestazione”* è una azione verde. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per il progetto Nodo di Palermo Tratta C – La Malfa-Carini:

Azione	Protezione del suolo e riduzione del dissesto idrogeologico attraverso il recupero di terreni degradati e terreni soggetti ad erosione, bonifiche di terreni industriali, tramite attività di riforestazione		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
		X	
Descrizione dell'azione	Il progetto prevede la riqualificazione di un'area come quella in prossimità della fermata Tommaso Natale. L' esistente stazione di “Tommaso Natale” si trova in un'area piuttosto degradata, sia per la presenza di fabbricati fatiscenti che a causa della congestione della viabilità limitrofa, dovuta all'esigua dimensione delle strade ed alla carenza di parcheggi. La risistemazione complessiva della linea ferroviaria, della fermata e della viabilità costituisce un'importante opportunità per il recupero ed il rinnovamento dell'area. Il progetto prevede, nello specifico, le opere elencate di seguito: - la demolizione del sovrappasso esistente e di due fabbricati fatiscenti a lato della stazione, - la realizzazione di un'ampia zona pedonale in prossimità dell'edificio esistente, - la ristrutturazione parziale (piano terreno, terrazzo e facciate esterne) del preesistente fabbricato di stazione, che ospiterà i locali tecnici della nuova fermata, - la creazione di due nuovi “blocchi accessi” corredati da una passerella pedonale di collegamento di sovrappasso della linea ferroviaria, - la sistemazione delle aree esterne con marciapiedi, scale, rampe per portatori di handicap e aiuole inerbite ad idrosemina e piantumate con specie arboree ed arbustive autoctone. La linea ferroviaria sarà fiancheggiata, sul lato verso valle, dalla nuova viabilità di raccordo tra via Partena Mondello e via Sferracavallo. E' prevista, inoltre, la realizzazione di due parcheggi, uno in fregio della nuova viabilità a valle della fermata ed uno a fianco del fabbricato viaggiatori della stazione esistente che verrà ristrutturato.		
Benefici attesi dall'azione	Recupero e rinnovamento dell'area per restituire ai territori e ai cittadini maggiore qualità e fruibilità.		

- l'utilizzo di materiali locali per la costruzione e la finitura delle opere; *“Comprendere il contesto ambientale, economico e sociale del patrimonio culturale”* è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per il progetto Nodo di Palermo Tratta C – La Malfa-Carini è stato evidenziato:

Azione	Comprendere il contesto ambientale, economico e sociale del patrimonio culturale;		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	La comprensione e la conoscenza del contesto ambientale, economico e sociale del patrimonio culturale non può essere trascurato nell'ambito della progettazione. A tal proposito, il progetto prevede, sempre nell'ottica di rendersi parte attiva sia nello sviluppo delle attività ma anche del coinvolgimento delle attività locali, l'utilizzo di materiali per le pavimentazioni, ad esempio delle fermate/stazioni, di materiali locali come il marmo di Billiemi, pietra estratta a Palermo.		
Benefici attesi dall'azione	Promuovere lo sviluppo dei territori interessati, rendere al meglio possibile l'inserimento di nuove opere coerenti con le connotazioni del contesto in cui si inseriscono.		

- l'utilizzo di energie da fonti rinnovabili; *Promuovere le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica*; ; è una azione grigia. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per la tratta Fiumetorto Ogliastrillo:

Azione	Promuovere le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica;		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
			X
Descrizione dell'azione	L'impianto fotovoltaico progettato per la stazione di Campofelice sarà collegato alla rete di distribuzione pubblica in bassa tensione. La rete pubblica di distribuzione funzionerà da volano energetico, non è dunque previsto un sistema di accumulo (batterie). In caso di assenza della rete (es. black-out) non è previsto – in ottemperanza alla normativa vigente – che l'impianto funzioni in isola. L'impianto in oggetto assolve a quanto indicato nella nota del Ministero per l'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale, Prot. DSA-2007-0019384 del 10/07/2007, relativa alla verifica di ottemperanza della linea ferroviaria Palermo – Messina, tratta Fiumetorto – Ogliastrillo. L'impianto sarà collocato sul tetto del fabbricato viaggiatori della stazione di Campofelice di Roccella. Tale fabbricato ha una superficie in copertura di 248 mq della quale circa 200 mq utilizzabile al fine della copertura con pannelli fotovoltaici. La falda è orizzontale e, pertanto, ben si presta all'installazione delle apparecchiature ed alla predisposizione dell'inclinazione ottimale, inoltre la superficie piana agevolerà le operazioni di manutenzione.		
Benefici attesi dall'azione	Promuovere il ricorso alle fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica garantendo sicurezza e minori impatti per l'ambiente.		

- le indagini geologiche e idrogeologiche che aumento il grado di conoscenza dei luoghi: *“Realizzazione di una approfondita valutazione dello stato delle risorse idriche superficiali e sotterranee, in particolare nelle zone più aride del Paese”* è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per il progetto Napoli Cancellò:

Azione	Realizzazione di una approfondita valutazione dello stato delle risorse idriche superficiali e sotterranee, in particolare nelle zone più aride del Paese		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	La caratterizzazione delle aree dal punto di vista idrogeologico è stata riportata all'interno degli elaborati con anche riferimento alle acque superficiali e sotterranee. È stata approfondita la conoscenza e la valutazione sul sistema dei Regi Lagni, i fossi secondari e la fitta rete di canali esistenti.		
Benefici attesi dall'azione	La valutazione approfondita sull'ambiente idrico ha consentito di valutare le potenziali interferenze tra l'opera da realizzarsi e lo stato esistente nonché delle lavorazioni da eseguirsi in fase di cantiere in modo da ridurre l'insorgere di potenziali impatti negativi.		

- la disponibilità di informazioni da poter condividere sia nell'ambito di altri progetti che nell'ambito della ricerca scientifica: *“Elaborazione di un sistema di diffusione e condivisione delle informazioni a livello nazionale”* è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per il progetto Bicocca-Targia:

Azione	Elaborazione di un sistema di diffusione e condivisione delle informazioni a livello nazionale		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	Italferr ha realizzato e gestisce una banca dati ambientale denominata SIGMAP, che attraverso un portale web GIS, consente la centralizzazione, l'archiviazione, l'analisi e il download sia dei dati territoriali geografici che di quelli cartografici, per la Progettazione, al Monitoraggio e alle Bonifiche. I dati sono resi disponibili al pubblico e agli Enti attraverso siti divulgativi progettati e realizzati all'uopo		
Benefici attesi dall'azione	Diffondere e condividere le informazioni sullo stato di qualità ambientale del territorio interessato dalle attività di costruzione, di monitoraggio eseguite nelle fasi ante operam, corso d'opera e post operam, le opere di mitigazione ambientale e compensative correlate.		

prevedere approfondimenti connessi alla gestione adattiva: Promuovere il concetto di gestione adattativa è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata per il progetto Potenziamento tecnologico Nodo di Napoli:

Azione	Promuovere il concetto di gestione adattativa		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		X
Descrizione dell'azione	La Progettazione redatta ed il dimensionamento eseguito resistono ad uno scenario più gravoso in termini di sollecitazioni di vento, precipitazioni, temperature, incendi sia come dimensionamento dei sistemi che come scelte di materiali. A titolo esemplificativo, i dati relativi al segnalamento per la comunicazione tra posto centrale Multistazione e i PP di ogni ACC viaggiano su reti ridondate, essendo previsto nell'architettura di progettazione sia una "comunicazione normale" che una "comunicazione di riserva", nella fattispecie è stata prevista in appalto 1 per le due strade una posa aerea sui pali TE ed una posa in cunicolo. Altro esempio è che la comunicazione con il Sistema di Gestione della Circolazione (SCC) è realizzata per mezzo di appositi Server di Posto Centrale, in configurazione ridondata. Ulteriore esempio sono i cavi da interno dei fabbricati tecnologici, che sono non propaganti incendio e nei fabbricati tecnologici sono presenti impianti di rilevazione incendi. Relativamente all'incremento delle temperature medie, gli apparati realizzati sono stati posizionati in ambienti condizionati: tali ambienti mantengono una temperatura di setpoint impostato indipendentemente dalla temperatura esterna; per ogni locale tecnologico, è prevista, inoltre, una macchina di condizionamento di riserva in caso di avaria della macchina (o di una delle macchine) principale		
Benefici attesi dall'azione	Realizzare interventi che possano fornire maggiore resilienza ed affidabilità anche in caso di eventi avversi (frane, ecc.) o di danni provocati		

Inoltre, con uno specifico focus agli aspetti idrologici ed idraulici, è ormai inevitabile, anzi già riscontrabile, un aumento delle piogge, soprattutto in termini di maggiore frequenza e intensità di forti precipitazioni, connesse

ai cambiamenti climatici in atto. Negli ultimi anni, le inondazioni frequenti sono state il principale fattore meteorologico che ha influenzato i ritardi, le limitazioni di velocità o le chiusure temporanee delle linee ferroviarie, con conseguente anche aumento dei costi di manutenzione/riparazione.



Alcune delle misure *soft*, *grey* e *green* indicate nella Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici permettono, sebbene qualitativamente, di perseguire tale necessità/obiettivo. Tra queste:

- *“mantenimento di aree naturali (zone agricole, umide, laghi) dove permettere l’esondazione dei fiumi e l’allagamento dovuto alle piogge intense”* è una azione verde. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata nel progetto Napoli Cancellò:

Azione	Mantenimento di aree naturali (zone agricole, umide, laghi) dove permettere l'esondazione dei fiumi e l'allagamento dovuto alle piogge intense		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
		X	
Descrizione dell'azione	Il nuovo attraversamento sul Regi Lagni, costituito da un viadotto di lunghezza pari a 850 m circa, non influenzerà il naturale deflusso delle acque, mantenendo quindi inalterate le aree attualmente destinate alla propagazione delle piene, a differenza dell'opera di attraversamento esistente, idraulicamente insufficiente e oggetto pertanto di demolizione.		
Benefici attesi dall'azione	Riduzione della vulnerabilità della linea ferroviaria (l'attuale linea attraversa il corso d'acqua con un manufatto, idraulicamente insufficiente, che verrà poi demolito per via della Variante) ovvero, in corrispondenza della nuova linea in variante, mantenimento delle attuali condizioni di deflusso e di pericolosità idraulica (per via della trasparenza offerta dal nuovo viadotto), e quindi delle attuali aree “naturali” destinate alle eventuali esondazioni (e di conseguenza delle condizioni esistenti di vulnerabilità idraulica del territorio in cui si inserisce la nuova variante).		

- *“protezione dalle inondazioni, dai fenomeni franosi e, in generale, dagli eventi catastrofici naturali generati dalla vulnerabilità dei territori ai cambiamenti climatici in atto”* è una azione verde. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata nel progetto Bicocca Targia:

Azione	Protezione dalle inondazioni, dai fenomeni franosi e, in generale, dagli eventi catastrofici naturali generati dalla vulnerabilità dei territori ai cambiamenti climatici in atto		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
		X	
Descrizione dell'azione	Per le opere all'interno di zone ove è stata evidenziata una pericolosità idraulica dall'ente di gestione del territorio oppure dove l'orografia superficiale evidenzia una interferenza con il tracciato ferroviario al fine di evitare che i rilevati in terra possano essere lambiti dai livelli di piena è stata prevista una protezione locale in materassi tipo Reno. Tali opere di protezione di tipo "elastico", quali gabbioni/materassi tipo Reno, costituiscono un'affidabile protezione dell'infrastruttura ferroviaria dall'azione erosiva della corrente di piena.		
Benefici attesi dall'azione	Prevenire in occasione di eventi estremi la destabilizzazione di elementi strutturali (quali rilevati o fondazioni di pile/spalle dei viadotti/ponte) per erosione/scalzamento/sotto escavazione al piede.		

- “*interventi non invasivi sui corsi d’acqua, anche basati sui principi dell’ingegneria naturalistica e della pratica sostenibile di uso del suolo, finalizzati a prevenire e mitigare gli effetti degli eventi estremi*” è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata nel progetto Cannello Frasso:

Azione	Interventi non invasivi sui corsi d'acqua, anche basati sui principi dell'ingegneria naturalistica e della pratica sostenibile di uso del suolo, finalizzati a prevenire e mitigare gli effetti degli eventi estremi		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	1^o Opere di sistemazione idraulica sui corsi d'acqua maggiori e minori attraversati dalla linea ferroviaria in progetto: interventi di regolarizzazione delle sezioni di deflusso con riprofilatura delle sponde e del fondo alveo (basati sui principi dell'ingegneria naturalistica), nonché con l'inserimento di taglioni/briglie atti a inibire eventuali fenomeni di erosione (o scalzamento) o a "controllare" i processi di trasporto solido fluviale e a mantenere/migliorare le attuali condizioni di deflusso. 2^o Per migliorare il deflusso delle portate ordinarie attraverso le opere della linea ferroviaria storica si prevedono inoltre risagomature degli alvei sia a monte che a valle degli attraversamenti esistenti. 3^o Particolare cura è stata posta nei tratti di transizione tra nuove inalterazioni e alveo naturale prevedendo la posa di pietrame sciolto di grossa pezzatura sia a monte che a valle.		
Benefici attesi dall'azione	Riduzione della frequenza di manutenzione dei corsi d'acqua attraversati.		

- “*attuazione delle norme in materia di invarianza idraulica e idrologica*” è una azione soft. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata nel progetto Nodo di Palermo tratta C La Malfa/EMS-Carini:

Azione	Attuazione delle norme in materia di invarianza idraulica e idrologica		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
	X		
Descrizione dell'azione	Il sistema di drenaggio adottato consente il rapido allontanamento delle acque meteoriche che cadono sulla piattaforma ferroviaria e delle acque che ruscellano sulle pendici dei bacini intercettati. Il recapito delle opere di drenaggio è stato individuato in <u>vasche di laminazione</u> che, a loro volta, recapitano nella rete fognaria. Nello specifico, è stato previsto l'utilizzo di vasche di laminazione con volume idoneo a contenere totalmente i deflussi intercettati con periodo di ritorno $T_r = 20$ anni e a laminare le piene con periodi di ritorno più elevati, $T_r = 100$ anni, a valori compatibili con la rete di drenaggio cittadina.		
Benefici attesi dall'azione	Riduzione del sovraccarico dei corpi idrici ricettori, costituiti sia da un corso d'acqua naturale che dalla pubblica fognatura.		

- “*assegnare un’adeguata priorità alla manutenzione delle strade ferrate, e alla verifica e adeguamento dei franchi liberi dei ponti ferroviari su fiumi a mutato regime idraulico*” è una azione grigia. A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata nel progetto Bari Bitetto:

Azione	Assegnare un'adeguata priorità alla manutenzione delle strade ferrate, e alla verifica e adeguamento dei franchi liberi dei ponti ferroviari su fiumi a mutato regime idraulico.		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
			X
Descrizione dell'azione	Progettazione/dimensionamento delle opere o manufatti di attraversamento con franco idraulico elevato (rispetto alla piena di riferimento), molto superiore a quello minimo richiesto dalla normativa vigente (i.e. 1,5 m), in considerazione di eventuali fenomeni di trasporto solido al fondo (i.e. deposizione/interrimento) e/o di materiale galleggiante di rilevanti dimensioni (ad es. il viadotto "Lama Sinata", con franco idraulico pari a +6.39 m con riferimento al livello idrico corrispondente ad una portata di progetto con tempo di ritorno di 300 anni).		
Benefici attesi dall'azione	Riduzione della frequenza di manutenzione del corso d'acqua in corrispondenza delle opere di attraversamento, durante la loro vita utile.		

- “eliminazione delle situazioni di criticità della rete, quali restringimenti, tombinature” è una azione grigia.
A titolo esemplificativo, si riporta una soluzione adottata nel progetto Fiumetorto Ogliastro:

Azione	Eliminazione delle situazioni di criticità della rete (restringimenti, tombinature).		
Tipologia di azione	soft	verde	grigia
			X
Descrizione dell'azione	Demolizione delle opere o dei manufatti di attraversamento esistenti, di scarsa officiosità idraulica, causa delle condizioni di pericolosità/rischio presenti sul territorio. Ad esempio sui corsi d'acqua: TORRENTE ROCCELLA  (situazione ante operam, 2005) (situazione post operam, 2019) TORRENTE PILETTO  (situazione ante operam, 2005) (situazione post operam, 2019)		
Benefici attesi dall'azione	Aumento della sicurezza, e quindi della resilienza idraulica, non soltanto della “nuova” infrastruttura ma anche di quella/e esistente/i.		

Tali misure, riscontrate nelle soluzioni progettuali adottate, hanno evidenziato come i criteri di progettazione/dimensionamento/verifica di carattere idrologico/idraulico (alcuni dei quali imposti direttamente dalle normative nazionali/locali e/o dai regolamenti/manuali di progettazione ferroviaria vigenti) applicati negli ultimi anni sono annoverabili fra quelli chiamati a fornire un'adeguata risposta alle mutate condizioni e/o cambiamenti di scenario a lungo termine.

La resilienza ai cambiamenti climatici deve essere in generale guidata da obiettivi strategici aziendali, definiti a livello di Gruppo FSI. Tali obiettivi devono riguardare azioni a livello di tracciato ferroviario e di sviluppo sostenibile della rete ferroviaria, che include una minore impronta di carbonio, un minore inquinamento di aria e acqua, una maggiore efficienza energetica e una gestione sostenibile del territorio. In questo ultimo periodo il Gruppo FSI si sta muovendo secondo tale indirizzo, attraverso tavoli tecnici e/o task force a livello sia nazionale sia europeo, finalizzati a:

- meglio comprendere l'attuale resilienza climatica e cercare di ottimizzare la resilienza e migliorare la capacità di adattamento;
- sviluppare una comprensione approfondita dei potenziali impatti dei cambiamenti climatici in termini di prestazioni delle infrastrutture, rischi per la sicurezza e costi;
- integrare l'adattamento ai cambiamenti climatici nelle politiche patrimoniali e nelle decisioni di investimento;
- comunicare il ruolo svolto dalla rete ferroviaria nel sostenere la resilienza climatica e meteorologica e sostenere gli sforzi per aumentare la resilienza nazionale.

In conclusione, l'esperienza maturata nell'ambito PON I&R ha sicuramente contribuito ad aumentare la consapevolezza sulla importanza di considerare l'adattabilità al clima ed ai cambiamenti climatici come uno dei requisiti di base nella progettazione, al pari dei requisiti funzionali dell'opera.

In particolare, uno degli effetti più utili della analisi sistematica e periodica delle azioni proposte dalla Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici è stata l'aver ulteriormente aumentato la consapevolezza di come le azioni di adattamento debbano essere sempre considerate su piani multilivello come sinergia di fattori multipli e necessariamente coesistenti.

In altre parole, una infrastruttura non nasce resiliente solo con una corretta scelta di tracciato, con una buona progettazione geologico/geotecnica/idraulica/ambientale, ma richiede una corretta valutazione anche sotto gli aspetti di cantierizzazione, di manutenzione, energetici (scelte impiantistiche e di illuminazione), e può essere ulteriormente migliorata anche mediante idonee scelte progettuali connesse alle tecnologie ed al segnalamento.

Non ultimo nasce dalla corretta conoscenza del territorio in cui l'opera si inserisce, dei suoi punti di forza e dei suoi punti deboli, a partire da quelli più propriamente ingegneristici come quelli geologico/geomorfologici, per poi considerare quelli più ecosistemici come quelli ambientali e paesaggistici, e sino a raggiungere quelli più connessi alla identità stessa, come quelli culturali e sociali.

Nella fattispecie molte azioni proposte dalla SNACC esulano dall'ambito progettuale e devono essere più propriamente ricondotte al rapporto con gli stakeholder presenti sul territorio.

Azioni mirate alla integrazione tra infrastrutture verdi e mobilità lenta, ma anche azioni che si riferiscono al coordinamento e alla collaborazione tra istituzioni, alla valutazione delle priorità in relazione allo stato di conservazione, alla raccolta di dati per supportare le decisioni sia a livello nazionale che regionale e non ultimo alla valorizzazione del significato culturale dei paesaggi e dei beni paesaggistici all'interno delle politiche di sviluppo. Un esempio a riguardo è emerso nell'ambito della valutazione effettuata per la Scheda A del Raddoppio Ferro-

viario Bari-Bitetto, quale sinergia tra l'allora MATTM (oggi Ministero della Transizione Ecologica), Regione Puglia, comuni limitrofi all'opera e comunità locale effettuata per il ricollocamento di tutte le essenze arboree di ulivo ricadenti nel perimetro interessato dal progetto mediante avvisi ad evidenza pubblica sulla stampa locale. A seguito di tale attività gli alberi di pregio (219 alberi monumentali) e non (circa 3200) sono stati espianati e ricollocati nelle aree prossime al sito iniziale (i monumentali) e nella Regione Puglia i rimanenti, con attività di espianato a carico dell'appaltatore ed obbligo di tutela da parte dei privati beneficiari degli esemplari arborei. La documentazione relativa alle attività è stata consegnata all'ufficio regionale preposto alla tutela (Regione Puglia - ex Ufficio Provinciale Agricoltura).

L'utilità del percorso di valutazione del PON-IR nelle esperienze di progettazione legate al PNRR e alla valutazione del DNSH

L'esperienza qui descritta e maturata per la valutazione del PON-IR ha avuto e sta tuttora avendo numerosi riflessi nell'ambito della successiva esperienza di progettazione legata al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e alla nascita del documento "Valutazione DNSH" redatto ai sensi del REGOLAMENTO (UE) 2021/241 - che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento - nel rispetto di quanto previsto Articolo 5 *"Principi orizzontali"*, co. 2 che riporta *"2. Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo»"*.

Il documento sviluppato a partire dall'aprile 2021 (a seguito dell'approvazione del Piano Nazionale di Ripresa e resilienza nazionale) per la valutazione DNSH dei progetti inseriti nel PNRR e PNC deve molto all'esperienza maturata nell'ambito del PON-IR.

In prima istanza ne ha mutuato la metodologia sviluppata, quel *"suddividi/analizza/verifica/proponi/contestualizza/controlla"* già illustrato al paragrafo precedente, in questo frangente applicato al Regolamento 2020/852, al Regolamento (UE) 2021/241, alla Comunicazione della Commissione Europea *"Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (2021/C 58/01)"*, al Regolamento Delegato (UE) 2021/2139²⁹ della Commissione del 4 giugno 2021 che in Allegato I fissa *"i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale"*, alla Circolare del 30 dicembre 2021, n. 32, solo per citare i principali.

Tale analisi ha costituito la struttura portante nella ideazione e strutturazione di questo documento funzionale alla verifica del rispetto dell'attuazione dei principi della tassonomia sugli investimenti sostenibili.

L'utilizzo della metodologia ha permesso in particolare di:

- valorizzare il ruolo ed il contributo nel raggiungimento di uno o più obiettivi ambientali di specifiche e tematiche progettuali già consolidate negli anni per la progettazione ferroviaria (a titolo esemplificativo il progetto ambientale della cantierizzazione);
- indicare l'opportunità di sviluppare nuovi approfondimenti progettuali funzionali sia alla valorizzazione

²⁹ Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L442 del 9.12.2021

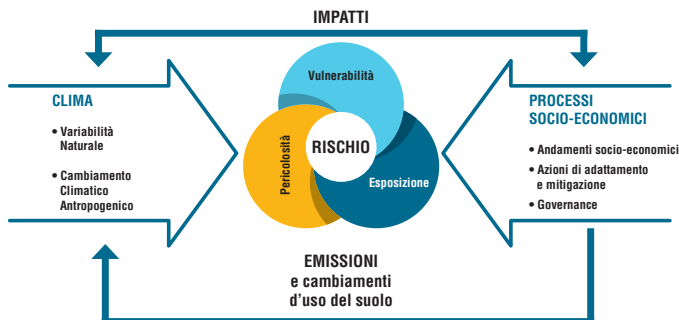
dei benefici ambientali di alcune scelte effettuate, che alla stima del contributo al raggiungimento di uno o più obiettivi ambientali (a titolo esemplificativo la valutazione delle fonti di approvvigionamento energetico del progetto, che stima le percentuali di Fonti Energetiche Rinnovabili e Fonti Tradizionali complessive per le infrastrutture progettate);

- focalizzare gli aspetti chiave su cui declinare criteri premiali per la fase di attività negoziale dei progetti analizzati.

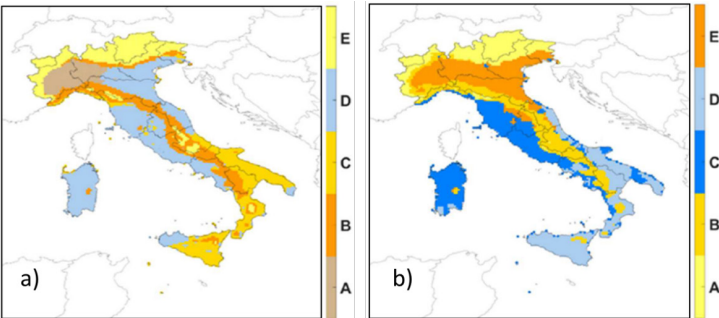
L'esperienza maturata nell'ambito PON I&R, in particolare nell'esperienza maturata per la redazione della Scheda Grande Progetto al paragrafo *F.8.2 Spiegare come si è tenuto conto dei rischi connessi ai cambiamenti climatici, delle considerazioni in merito alla mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento ai medesimi nonché della resilienza alle catastrofi* ha permesso anche di implementare la valutazione della vulnerabilità e del rischio al Clima ed ai cambiamenti climatici richiesti dal Criterio di Vaglio Tecnico per la verifica dell'obiettivo Adattamento ai Cambiamenti climatici del DNSH nel Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021 - Allegato I - *"i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale"* e dalla Circolare 32 MEF del 30/12/21, scheda 23 per il medesimo obiettivo.

Dall'esperienza maturata è stata infatti mutuato:

- il framework metodologico, che segue l'approccio indicato nel V Report IPCC (AR5, 2014)



- il riferimento alle Macroregioni identificate dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici – PNACC (<https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/pnacc.pdf>) per la stima degli effetti del cambiamento climatico sull'area analizzata



- l’impostazione per matrici Hazard/Asset per le analisi sulla Sensitività, la capacità di adattamento, la vulnerabilità, l’esposizione ed il rischio al clima attuale e al clima futuro

Vulnerabilità = Sensitività + Cap. Adattamento

		HAZARD							
		Temperatura		Vento		Acque		Massa Solida	
		Alte Temperature	Incendio di Incolto	Caduta di Rami e/o Alberi	Tempeste di vento/ Uragani	Alluvioni	Pioggia	Frane Veloci	Frane Lente
ASSET	Rilevati, Trincee, Sovrastruttura Ferroviaria	MEDIO	MEDIO-BASSO	BASSO	MEDIO-BASSO	MEDIO	MEDIO-BASSO	MEDIO-ALTO	MEDIO-ALTO
	Ponti e Viadotti	MEDIO-BASSO	BASSO	POTENZ. OPP.	MEDIO-BASSO	MEDIO-BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
	Gallerie	POTENZ. OPP.	POTENZ. OPP.	POTENZ. OPP.	POTENZ. OPP.	BASSO	POTENZ. OPP.	POTENZ. OPP.	POTENZ. OPP.
	Segnalamento e Telecomunicazioni	BASSO	MEDIO-BASSO	BASSO	MEDIO	MEDIO-BASSO	MEDIO-BASSO	MEDIO-BASSO	MEDIO-BASSO
	Trazione Elettrica – Catenaria e Sottostazioni	BASSO	POTENZ. OPP.	MEDIO-BASSO	MEDIO	MEDIO-BASSO	POTENZ. OPP.	MEDIO-BASSO	MEDIO-BASSO

			SENSITIVITÀ			
			Bassa  Alta			
			S0	S1	S2	S3
CAP. ADATTAMENTO	Bassa	AC0	Medio-basso	Medio-alto	Alto	Alto
		AC1	Medio-basso	Medio	Medio-alto	Alto
		AC2	Basso	Medio-basso	Medio	Medio-alto
		AC3	Potenziale opportunità	Basso	Medio-basso	Medio
	Alta					

- l'evidenza delle specificità progettuali connesse alla mitigazione delle vulnerabilità climatiche rilevate tenendo conto dei contenuti espressi nelle linee guida *“Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 - Brussels, 29.7.2021C(2021) 5430 final”*.

Non ultimo la puntuale conoscenza acquisita della SNACC permette una puntuale implementazione della valutazione per l'obiettivo “Adattamento ai Cambiamenti Climatici”.

In conclusione l'esperienza acquisita nell'ambito del PON I&R con riferimento alla identificazione delle azioni soft, green e grey previste dalla SNACC e della implementazione, della Scheda Grande Progetto ha fornito uno spunto di sviluppo e miglioramento di molti aspetti della Progettazione sviluppata e dello Studio di Impatto Ambientale, ed ha partecipato direttamente (con i contenuti) ed indirettamente (con l'utilizzo delle metodologia) alla redazione del documento di Valutazione DNSH richiesto per le opere finanziate nell'ambito del PNRR/PNC.

3.2 LE SPERIMENTAZIONI PER LA MISURAZIONE DELL'IMPRONTA CARBONICA DEL PROGRAMMA E DEI PROGETTI DELLA RETE FERROVIARIA TEN-T

3.2.1 L'APPLICAZIONE DEL MODELLO CO₂MPARE AL COMPARTO INFRASTRUTTURE E RETI

ENEA

Cecilia Camporeale, Roberto Del Ciello, Pasquale Regina,

Le evidenze del cambiamento climatico e della necessità di impegnarsi ancor più sul fronte della tutela dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile sotto ogni suo aspetto ha spinto, ormai da diversi anni, l'Unione europea a mettere a sistema tutti gli strumenti a sua disposizione per orientare la politica e le azioni comunitarie.

Già il Trattato di Amsterdam (1997) stabiliva che le esigenze connesse con la tutela dell'ambiente devono essere integrate nella definizione delle politiche e delle azioni comunitarie, in particolare nella prospettiva di promuovere lo sviluppo sostenibile. Si tratta, dunque, di un processo iniziato da lontano, prima gradualmente ma che negli ultimi anni ha subito una forte accelerazione affinché tutte le politiche e la legislazione dell'UE possano contribuire al raggiungimento del nuovo target di riduzione delle emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990 e dell'obiettivo più ambizioso di raggiungere la neutralità carbonica al 2050, come previsto dal regolamento UE 2021/1119 (*European Climate Law*).

In coerenza con tale percorso e nell'ottica di una necessaria sinergia delle azioni poste in campo, anche le forme di finanziamento e di sostegno devono prendere in considerazione gli effetti che esse generano sull'ambiente e sulla sostenibilità. A rafforzare questa visione, la direttiva 2001/42/CE concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente, nota come Direttiva “VAS”, si pone come obiettivo «di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e di contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione e dell'adozione di piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile, assicurando che, ai sensi della presente direttiva, venga effettuata la valutazione ambientale di determinati piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente » (art.1).

La valutazione degli impatti degli interventi pubblici ha assunto, quindi, un ruolo centrale nel dibattito sulle Politiche di Coesione dell'Unione europea, cofinanziate con i Fondi europei e finalizzate al riequilibrio

economico-sociale, alla competitività e, appunto, alla coesione di specifici territori³⁰. La stessa Commissione europea ha richiesto una valutazione dei Programmi Operativi attraverso una lista di indicatori, i cosiddetti *Common indicators*, tra cui figurava un esplicito indicatore sul contributo dei Programmi Operativi alla riduzione dei gas ad effetto serra, per rendicontare al Parlamento Europeo quanto realizzato con il FESR.

In particolare, il ciclo di programmazione 2014-2020 ingloba al suo interno due anni significativi (2016 e 2020), per i quali l'UE ha assunto forti impegni sia per l'ambiente sia per la riduzione delle emissioni, facendo discendere su questi due elementi una maggior enfasi³¹ grazie all'introduzione di uno specifico indicatore, l'indicatore 34³², volto a stimare la riduzione delle emissioni di GHG.

In effetti, l'orientamento a risultati misurabili è uno degli elementi che – di ciclo di programmazione in ciclo di programmazione – ha assunto un rilievo crescente: se nel ciclo di programmazione 2007-2013 si è rafforzato l'orientamento a realizzazioni e risultati misurabili, nel ciclo di programmazione 2014-2020 si è arrivati a definire un set di indicatori collegati a ciascun risultato atteso, così come previsto dall'Allegato I al regolamento UE 1301/2013.

Come previsto dal regolamento relativo al FESR, le Autorità di gestione possono usare gli indicatori proposti dalla Commissione europea e, al contempo, introdurre indicatori specifici per il monitoraggio e la valutazione dei programmi operativi. Pur, tuttavia, nel regolamento non esiste una lista di indicatori comuni di risultato, ossia del cambiamento del benessere atteso nell'area del programma³³ facendo emergere una carenza di metodologie appropriate e di strumentazione per stimare l'impatto carbonico di un singolo programma operativo³⁴.

Per tentare di rispondere a queste esigenze, già nel 2011, la DG REGIO – Directorate General for Regional Policy della Commissione europea ha pubblicato una *call for tender* finalizzata ad aiutare le regioni europee a popolare il *common indicator* 34 e orientare le scelte programmatiche relative ai Programmi operativi regionali, attraverso una valutazione delle emissioni di CO₂ associate alle diverse ipotesi di allocazione finanziaria (scenari alternativi di programmazione regionale).

Il modello CO₂MPARE – CO₂ *Model for Operational Programme Assessment in EU Regions* è stato sviluppato nel 2012 da un consorzio coordinato da ECN (Paesi Bassi) cui hanno partecipato, oltre all'ENEA (Italia), Énergies Demain (Francia), UCL (UK), ENVIROS (Repubblica Ceca) e CRES (Grecia), nonché 5 regioni europee test, tra le quali due italiane: Emilia-Romagna e Puglia, e con il coinvolgimento tecnico di altre DG (CLIMATE, ENV, ENER).

³⁰ Del Ciello R. e C. Camporeale, *L'impatto dei Fondi Strutturali tra sviluppo economico e mitigazione del cambiamento climatico*, Energia, ambiente e innovazione, 1/2018, DOI 10.12910/EA12018-020

³¹ Del Ciello R., Camporeale C., Forni A., Olivetti I., Velardi M. "Metodologie di stima della CO2 nella Programmazione Comunitari" in: (a cura di) Mazzola F., Musolino D., Provenzano F. *Reti, nuovi settori e sostenibilità*. F. Angeli, Collana Scienze Regionali n. 51, Milano, 2014,

³² Gli indicatori sull'ambiente vanno dal 17 al 23 e riguardano i rifiuti solidi, l'approvvigionamento idrico, il trattamento delle acque reflue, la prevenzione e la gestione dei rischi, il risanamento del territorio, la natura e la biodiversità. Gli indicatori da 30 a 34 riguardano l'energia e il cambiamento climatico, misurando l'efficienza energetica, il consumo e l'uso di reti intelligenti, così come la riduzione dei gas serra.

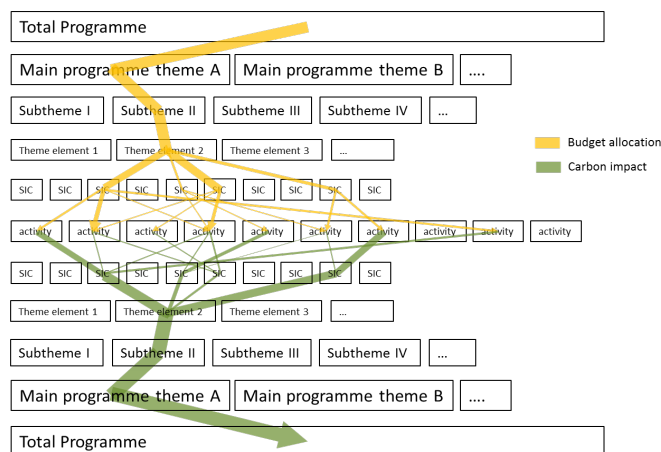
³³ Gramillano A., Celotti P., Familiari G., Schuh B. e Nordstrom M. (2018), *Development Fund and Cohesion Fund interventions after 2020. Part I – Thematic Objective 1, 3, 4, 5, 6*, European Commission, Directorate-General for Regional and Urban Policy, DG REGIO-Uval, ISBN: 978-92-79-96738-2

³⁴ Ci si riferisce, in particolare, allo sviluppo e all'implementazione del modello CO₂MPARE. Cfr. Del Ciello R., Camporeale C., Forni A., Olivetti I., Velardi M. "Metodologie di stima della CO₂ nella Programmazione Comunitari" in: (a cura di) Mazzola F., Musolino D., Provenzano F. *Reti, nuovi settori e sostenibilità*. F. Angeli, Collana Scienze Regionali n. 51, Milano, 2014, e Amerighi O., Cagnoli P., Del Ciello R., Forni A., Regina P., Sansoni M., Vignoli L., "Assessing CO₂ emissions of regional policy programmes: an application of CO₂MPARE to Emilia Romagna 2007-2013 regional operational program" in: *Environmental Engineering and Management Journal*, September 2013, Vol.12, No. 9.

Il modello si pone come strumento operativo per consentire al decisore pubblico, a partire dalle Amministrazioni regionali, di orientare la pianificazione dei programmi finanziati con fondi comunitari verso una crescita sostenibile che assicuri un basso impatto in termini di emissioni di CO₂ in tutti i settori interessati dall'intervento (trasporti, edilizia, energia, ecc.). In particolare, il modello CO₂MPARE permette di stimare l'impatto delle emissioni di gas climalteranti derivanti dall'attuazione dei programmi operativi (regionali e nazionali) nelle tre fasi della programmazione: *ex ante*, *in itinere* ed *ex post*.

La logica del modello si basa sostanzialmente su due flussi di informazione: da un lato i flussi economici e dall'altro l'impatto carbonico (Figura 9). Il modello, infatti, riproduce il *budget* finanziario del programma operativo, entrando passo dopo passo in una maggiore caratterizzazione degli elementi che lo compongono, ossia dal *budget* ripartito secondo le categorie di intervento stabilite in modo univoco a livello comunitario. Le allocazioni finanziarie sono, quindi, tradotte in specifiche tipologie di intervento, dette SIC - *Standardized Investment Components*, a cui sono associate azioni misurabili in quantità fisiche o immateriali realizzate/consumate e che permettono la quantificazione delle emissioni di CO₂ per singola unità secondo un approccio LCA.

Figura 12. Dall'input finanziario all'impatto carbonico



Fonte: M., Schram J., Amerighi O., Keppo I., Papagianni S., ten Donkelaar M. (2012), CO₂ Model for operational Programme Assessment in EU Regions – A tool for regional policy makers. *Final Report*

Il modello è stato sviluppato come modello generico per poter essere utilizzato a diversi livelli territoriali in linea con lo schema unico di ripartizione geografica utilizzato per la redistribuzione territoriale dei fondi strutturali

dell'UE (NUTS – *Nomenclature des unités territoriales statistiques*³⁵). Per una migliore adattabilità alle diverse realtà territoriali, il modello può contare su un ampio database con indicatori economici e fisici specifici³⁶, che permette al modello di calcolare l'impatto di CO₂ dalla spesa di un dato importo su una componente di investimento standardizzata in una data regione. La riagggregazione di questi impatti di CO₂ su elementi tematici, sotto-temi e temi principali del programma, fornisce l'impatto di carbonio a livello di programma.

L'elevata flessibilità del modello permette di utilizzare i coefficienti che più si avvicinano al livello territoriale da indagare e, qualora il coefficiente manchi, di utilizzare – per approssimazione – quello relativo all'ambito territoriale immediatamente superiore.

Sebbene il modello sia stato costruito sulla base della struttura delle 86 categorie di spesa della programmazione 2007-2013, è stato successivamente aggiornato per la nuova programmazione 2014-2020 composta da 104 categorie di intervento. Non è solo l'architettura del programma ad essere soggetta all'aggiornamento.

Con il progetto ES-PA (Energia e Sostenibilità per la PA), finanziato dal Programma Operativo Nazionale Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020, si è potuto effettuare un vero e proprio *stress test* del modello CO₂M-PARE applicandolo ai diversi programmi operativi della programmazione 2014-2020, sia regionali che nazionali.

Tra i programmi operativi sul quale è stato testato, vi è anche il PON "Infrastrutture e Reti" (IeR), con una dotazione complessiva iniziale di 1.843.733.334 euro, per il 75% finanziato dal fondo FESR e per il 25% dal Fondo di Rotazione nazionale. A seguito della riprogrammazione, avvenuta ad agosto 2021 legata alla necessità di mobilitare risorse REACT-EU, la dotazione del PON-IR è stata modificata in 1.890.450.014 euro³⁷.

Oltre a permettere un aggiornamento di alcuni coefficienti, l'applicazione del CO₂M-PARE al PON-IR ha evidenziato la necessità di procedere ad alcune integrazioni degli algoritmi utilizzate dal modello. In questo senso, è stata rivista in maniera approfondita la SIC 04 – *Rail construction*, che nella versione originale concepiva le emissioni del trasporto ferroviario di una nuova costruzione solo limitatamente a quelle collegate al trasporto passeggeri. Nella nuova versione, il modello, nell'elaborare le emissioni del trasporto ferroviario della costruzione di una nuova linea ferroviaria, considera le emissioni legate sia al trasporto merci che al trasporto passeggeri. In particolare, sia per la realizzazione di una linea ferroviaria classica sia per quella ad alta velocità, lo spostamento delle merci su rotaie considera la competizione con l'aereo e con il trasporto stradale (inteso come trasporto pesante >3,5t) (Figura 10).

³⁵ Si ricorda che i territori di livello NUTS0 corrispondono a 27 Stati membri; i territori di livello NUTS1 a 123 macro regioni; i territori di livello NUTS2 a 296 regioni.

³⁶ Il database dei coefficienti può essere aggiornato dall'operatore.

³⁷ La quota di finanziamento del fondo FESR è pari a 1.173.322.511 euro, mentre 391.107.503 euro è la quota di contributo del Fondo di rotazione nazionale; la quota di finanziamento del FESR – REACT-EU è pari a 322.765.000 euro e la contropartita nazionale è pari a 3.255.000 euro.

Figura 13. SIC 04 – Rail construction: flow chart del nuovo algoritmo relativo al trasporto ferroviario di merci (per la costruzione ferrovia classica)

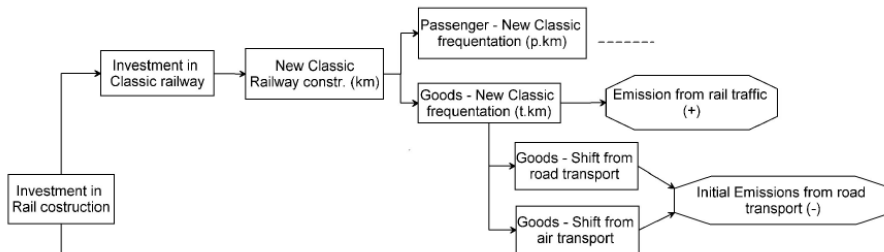
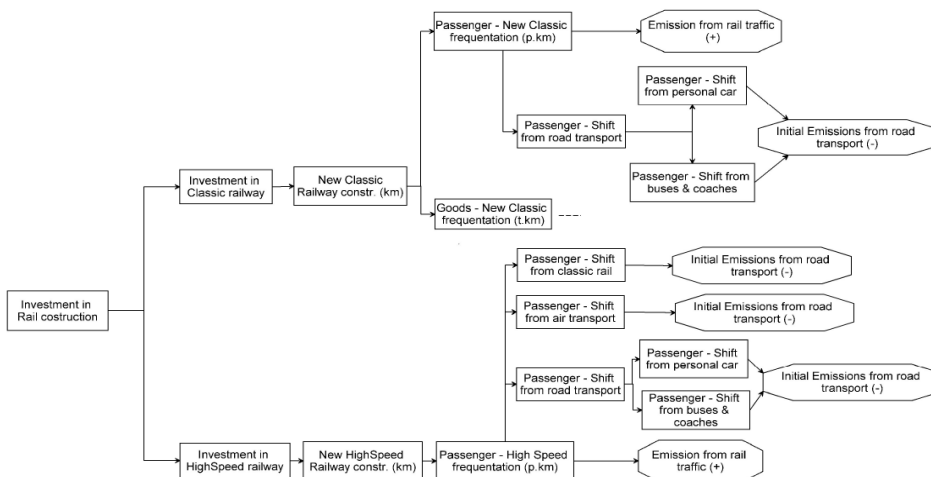


Figura 14. SIC 04 – Rail construction: flow chart del nuovo algoritmo relativamente al trasporto passeggeri



Sul fronte del trasporto passeggeri è stata raffinata la natura della quota sottratta dalla strada e spostatasi sul “ferro”, individuando sia la quota di trasporto passeggeri che passa dal trasporto collettivo (*bus & coach*) al ferro, sia la quota di trasporto passeggeri che passa dall’uso privato dell’automobile al ferro (Figura 11). L’approfondimento di analisi ha, altresì, fatto emergere l’esistenza di una competizione “imprevista” per il trasporto passeggeri tra linea ferroviaria classica e linea ad alta velocità.

Il modello CO₂MPARE può essere applicato in tutte le fasi della programmazione: dalla fase *ex-ante* a quella *ex-*

post, passando dalla fase *in itinere*. Il modello può ovviamente essere applicato alla fase di programmazione, così come alla fase di riprogrammazione e/o essere applicato sulle spese sostenute (ossia sugli importi del programma finora attuato), ossia sugli importi di spesa effettivamente erogati.

Per il PON-IR, il modello è stato applicato alla programmazione *ex-ante* (luglio 2015), alla programmazione *in itinere* (agosto 2021) e, infine, alle spese effettivamente sostenute e certificate (aggiornate ad agosto 2021)

Per l'analisi, si è costruita l'architettura del programma nel modello che richiama la divisione in 3 Assi del PON-IR, individuando per ciascuna categoria di spesa del PO le SIC attivabili e la distribuzione tra queste dei relativi fondi. Dall'esame emerge che, nella programmazione *ex-ante*, a fronte di un finanziamento UE di 1,382 miliardi di euro, a cui si aggiungono circa 460 milioni di euro di contributi nazionali, per un totale di 1,84 miliardi di euro, i progetti hanno generato emissioni cumulative totali di 6,35 Mt CO₂. Queste emissioni includono quelle generate nelle fasi sia di costruzione – intesa come realizzazione fisica dell'opera/progetto – normalmente considerata di un anno, che operativa, ossia per tutta la durata di vita dell'intervento, per tutti i progetti presenti nel programma. Da un primo confronto tra i risultati del modello nella sua nuova formulazione, comprensivi quindi dei cambi apportati come da figura 2 e figura 3, con le risultanze della precedente formulazione, emerge già un miglioramento delle performance emissivi passate da poco meno di 7 Mt CO₂ agli attuali 6,35 Mt CO₂.

Nel corso del periodo di programmazione (*in itinere*), vi è stata una modifica delle dotazioni europea che è diminuita a 1,173 miliardi di euro, a cui occorre aggiungere i 391 milioni di euro derivante dalla quota nazionale, per un importo complessivo di 1,56 miliardi di euro. Questa nuova rimodulazione ha determinato emissioni cumulative totali pari a 4,17 Mt CO₂.

Il terzo scenario elaborato evidenzia gli importi finora spesi e certificati che ammontano a 800 milioni di euro per emissioni cumulative pari a 2,07 Mt CO₂.

Inoltre, il modello fornisce un indicatore di sintesi denominato “*Carbon content indicator*”, che mostra quanto vicino sia il programma alla compensazione delle sue emissioni.

Il valore dell'indicatore è compreso tra -100 e +100 e include la durata delle emissioni per tutti i progetti presenti nel programma: a fronte di un programma che contenga solo attività emmissive il punteggio corrispondente risulterebbe 100, mentre quella a cui corrisponda solo riduzioni di emissioni il punteggio sarebbe -100; un programma con punteggio 0 è un programma carbonicamente neutrale.

Dal confronto, emerge che vi è un graduale miglioramento della performance carbonica: passando da un indicatore che fa segnare +94 dello scenario *ex ante* con la precedente versione del modello (v.1.03) ad un indicatore sceso a +86 nella nuova versione, sempre nella versione *ex ante*. Lo scenario *In itinere* e lo scenario attuato presentano entrambi un impatto carbonico progressivamente più contenuto, rispettivamente +81 e +78 (Figura 15).

Figura 15. PON-IR: principali risultati a confronto

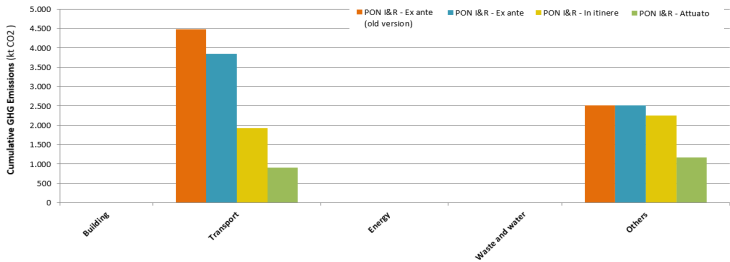
Programme : PON I&R - OP 2014-2020				
	PON I&R - Ex ante (old version)	PON I&R - Ex ante	PON I&R - In itinere	PON I&R - Attuato
EU expenses (k€) :	1.382.800	1.382.800	1.173.323	800.286
No EU expenses (private & other public)(k€) :	460.933	460.933	391.108	0
Total (k€):	1.843.733	1.843.733	1.564.430	800.286
Construction phase emissions (kt CO2):	3.064	2.846	2.477	1.292
Operation phase emissions (kt CO2):	3.916	3.509	1.695	781
Total cumulative emissions (kt CO2):	6.980	6.355	4.171	2.074
Duration of CO2 evaluation (year):	Lifetime of projects	Lifetime of projects	Lifetime of projects	Lifetime of projects
Carbon content indicator :	94	86	81	78

Dal confronto della ripartizione dei progetti in base ai 5 temi in cui è ripartito il modello (Figura 13 e Figura 14) emerge che la riduzione nello scenario *in-itinere* è legata alla riduzione della dotazione finanziaria che ha comportato una riduzione nei due temi *Transport* e *Others*, un elemento questo ancor più marcato se si considera quanto è stato realizzato, illustrato nello scenario denominato “attuato”.

Figura 16. PON-IR: confronto delle emissioni cumulative nei tre scenari per i 5 temi

Thematic	PON I&R - Ex ante <i>kt CO2</i>	PON I&R - In itinere <i>kt CO2</i>	PON I&R - Attuato <i>kt CO2</i>
Building	0	0	0
Transport	3.847	1.927	899
Energy	0	0	0
Waste and water	0	0	0
Others	2.508	2.245	1.175

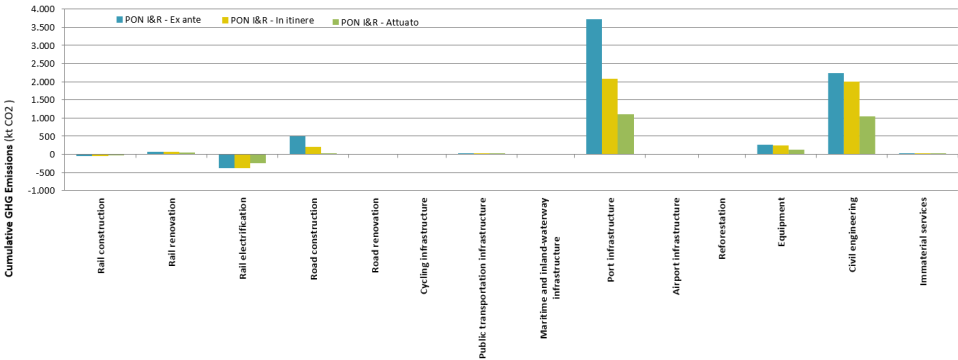
Figura 17. PON-IR: confronto delle emissioni cumulative nei tre scenari per i 5 temi



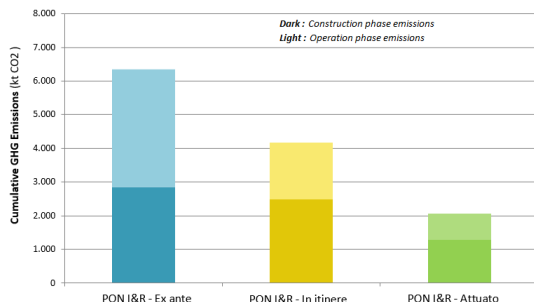
Dai dati riportati in figura 6, risulta particolarmente evidente la forte contrazione delle emissioni legate alla nuova configurazione del trasporto ferroviario tra le due versioni ex-ante. Per gli altri scenari, la riduzione delle emissioni del tema *Transport* può essere spiegata da una contrazione delle emissioni derivanti dalla *SIC Road construction*, legata a una diversa ripartizione tra le strade locali, nazionali ed autostrade. In effetti, mentre negli scenari *ex-ante*, si opera con valori di default (pari al 33% per ciascuna voce), nello scenario *in itinere*, in qualità di utenti, è stato possibile modificare la ripartizione tra le SIC e tra i targeting delle stesse. Per quanto riguarda, ad esempio, la *SIC Road construction*, nello scenario *in-itinere* l’80% dell’allocazione è stata attribuita in egual misura tra strade locali e nazionali, solo il 20% alle autostrade, stessa ripartizione applicata anche nello scenario “*Attuato*”. Ne consegue che più informazioni si hanno a disposizione sulla ripartizione dei progetti finanziati dal programma, più accurata è la stima delle emissioni che è possibile elaborare.

Un’altra rilevante modifica tra gli scenari risiede nella diversa allocazione delle risorse relative ai porti, non solo con riferimento alla *SIC Port infrastructure*, che negli scenari *in itinere* ed *attuato* è per il 90% legata ai grandi porti ed il 10% ai piccoli porti, ma anche alla ripartizione della categoria di intervento. Se nello scenario *Ex ante*, infatti, la categoria di intervento 039. “Porti marittimi” ha mantenuto i valori di default attivando con una pari dotazione le *SIC Port infrastructure* e *SIC Civil engineering*, nei due scenari *In itinere* e *Attuato*, la ripartizione finanziaria all’interno della categoria di spesa è stata pari al 40% per la *SIC Port infrastructure* e pari al 60% per la *SIC Civil engineering*.

Figura 18. PON-IR: confronto delle emissioni cumulative nei tre scenari per le sole tipologie di intervento (SIC) coinvolte



L’analisi delle emissioni annuali mostra per i tre scenari emissioni annuali positive per tutti gli anni considerati (ossia per l’intera vita utile dei diversi progetti), come si può vedere dalla Figura 16, sia nella fase di costruzione (indicata la colorazione più scura) sia nella fase operativa (colore più chiaro).

Figura 19. PON-IR: confronto delle emissioni annuali nei due scenari

Grazie al modello CO₂MPARE, quindi, è possibile valutare gli impatti e stimare le emissioni derivanti dagli investimenti fatti nell'ambito di un determinato programma operativo nelle diverse fasi della programmazione.

Inoltre, la flessibilità nella sua applicazione permette all'operatore di poter avvicinarsi sempre più all'analisi specifica del programma e distanziarsi dai valori di default. Un altro merito del modello risiede nel fornire non solo dati ed informazioni sulle emissioni legate al programma, ma altresì dati fisici corrispondenti agli investimenti effettuati (superfici, capacità installate, ecc.).

Una sfida ancora aperta, che sarà affrontata nei prossimi progetti, è sicuramente legata alla digitalizzazione, finora considerata solo parzialmente dal modello. Al momento, infatti, gli interventi di tipo ITS determinano solo un incremento delle emissioni aggiuntive senza tener conto dei benefici legati alla loro realizzazione, quali decongestionamento del traffico, aumento della sicurezza, maggior efficienza del servizio. Gli interventi di ITS/TIC realizzati nella programmazione 2014-2020 hanno per lo più riguardato l'introduzione di sensori, semafori, palette informative, biglietterie automatiche, dispositivi di monitoraggio e controllo, nonché piattaforme informative e di gestione dati.

La digitalizzazione in ogni sua forma rappresenta una vera e propria sfida soprattutto dato il progressivo aumento atteso del suo ruolo, già nella prossima programmazione 2021-2027.-

Come principio generale, tutte le spese dell'UE dovrebbero essere coerenti con gli obiettivi dell'accordo di Parigi ed il nuovo ciclo di programmazione 2021-2027 non fa eccezione, prevedendo un ulteriore rafforzamento della misurazione delle realizzazioni e dei risultati della politica, allo scopo di traghettare il sistema di finanziamento verso l'obiettivo della neutralità climatica dell'UE entro il 2050 e contribuire al raggiungimento dei nuovi obiettivi climatici 2030 dell'Unione europea.

3.2.2 L'IMPRONTA DI CARBONIO DELLE INFRASTRUTTURE FERROVIARIE IN FASE DI REALIZZAZIONE E DI ESERCIZIO

Italferr, RFI

Il monitoraggio di VAS del PON-IR 2014-2020 prevede il popolamento di un indicatore specificatamente riferito alle emissioni effetto-serra, le cui modalità di raccolta per gli interventi ferroviari sono state definite in un'apposita scheda, denominata "Scheda A", alla cui definizione conclusiva hanno contribuito RFI e Italferr apportando specifici contributi metodologici e operativi, inerenti anche ad altri indicatori ambientali contenuti nella stessa scheda. Per il popolamento dell'*Indicatore 9.1.b.1 - Variazione delle emissioni di gas serra in fase di cantiere e di esercizio* è stato utilizzato un approccio di tipo quantitativo, che prevede la declinazione e differenziazione della stima delle emissioni carboniche per la fase di realizzazione e per la fase di esercizio.

Impronta di Carbonio in fase di realizzazione

Le qualifiche indicate per la fase di realizzazione richiedono la stima delle emissioni climalteranti a partire dai consumi energetici relativi alle movimentazioni derivanti dal trasporto dei materiali e dalla movimentazione mezzi d'opera.

Di fatto la complessità connessa alla produzione del dato richiesto da tale indicatore può considerarsi quasi interamente connessa alla stima di tali consumi energetici, a valle della quale, identificati i mezzi (alimentati a diesel e benzina), le classi di emissione e le distanze percorse per entrambe le classi di mezzi di cantiere e mezzi di trasporto, si provvede a identificare i fattori di emissione atmosferici per i gas climalteranti (*ISPRA, Rapporto 257/2017 - Fattori di emissione atmosferica di CO2 e altri gas a effetto serra nel settore elettrico, 2017*) e ad acquisire i fattori di conversione delle tonnellate di CO2, CH4, N2O per la quantificazione della CO2 equivalente.

Per alcuni progetti la compilazione di questo indicatore è stata relativamente facile: nel caso di progetti finanziati negli anni precedenti e già attivati è stato sufficiente richiedere (molto meno semplice ottenere) il bilancio energetico all'Appaltatore (e ad eventuali subappaltatori) e l'elenco dei macchinari utilizzati, con i quali avviare le simulazioni.

Il vero problema si è presentato per i progetti finanziati e per i quali era ancora in corso la fase realizzativa, in taluni casi con un avanzamento delle attività inferiore al 20%. Come riproporzionare i dati consuntivati nei mesi decorsi dalla consegna lavori per addivenire ad una stima "a finire", tenendo conto delle diverse tipologie di opere previste nel programma lavori dell'infrastruttura?

Quando Italferr ha approcciato la compilazione di questa scheda per il primo progetto in fase di realizzazione (Raddoppio ferroviario Bicocca Catenanuova) non era stata ancora mai effettuato un calcolo analogo a quello richiesto dalla scheda, ed è stata quindi l'occasione per cercare il "nostro" modo di effettuare il calcolo, a partire dai dati disponibili:

- progettazione esecutiva completa di computo metrico estimativo e programma lavori anche in versione editabile;
- dati disponibili dal cantiere e relativi al primo anno circa di lavorazioni.

È partito quindi un confronto con le diverse competenze societarie finalizzato a sviluppare una metodologia di calcolo “smart” (in considerazione della tempistica concordata con la Committenza per la compilazione delle varie Schede A relative ai vari progetti finanziati), che ha previsto un approccio in parallelo su diverse strade individuate come percorribili, a valle delle quali è stata definita la metodologia poi applicata.

L'analisi è stata così organizzata:

1. il dato iniziale sono i consumi registrati per i vari vettori energetici (gasolio, benzina, energia elettrica) dall'Appaltatore e corrispondenti ad una specifica Situazione Interna Lavori (SIL);
2. tale avanzamento medio viene ridistribuito sulle principali parti d'opera (gallerie, trincee, rilevati, ecc.) che prevedano un rilevante utilizzo di macchinari (analisi effettuata sulle voci di computo);
3. tale valore, parte d'opera per parte d'opera, viene dimensionato per individuare i dati di consumo “a finire”;
4. si procede alla somma dei consumi parziali – per singole parti d'opera – come definiti al punto precedente per l'identificazione dei consumi totali a finire;
5. in parallelo si analizza il parco veicolare comunicato dall'appaltatore in termini di classi di emissioni dei mezzi di cantiere (mezzi d'opera e di trasporto dei materiali di scavo);
6. con l'utilizzo della metodica proposta da ISPRA, *Rapporto 257/2017 - Fattori di emissione atmosferica di CO2 e altri gas a effetto serra nel settore elettrico, 2017* a partire dai consumi e dalle classi di emissione dei motori si procede alla stima delle emissioni inquinanti e climalteranti (in termini di CO2 eq).

L'utilizzo di questa metodologia, Scheda A dopo Scheda A, sta permettendo la costruzione di una Banca Dati in grado di costruire una baseline di riferimento per i consumi associati alle singole parti d'opera di una infrastruttura ferroviaria.

Impronta di Carbonio in fase di esercizio

L'analisi verte sulla stima dei benefici ambientali derivanti dalla domanda sottratta al trasporto alternativo a quello ferroviario che utilizza motori endotermici, per poi successivamente quantificare i consumi incrementali connessi alla movimentazione del materiale rotabile e relative emissioni climalteranti, con un bilancio complessivo delle grandezze calcolate.

Lo scenario temporale considerato è nell'anno a regime, come dato incrementale rispetto allo scenario di riferimento alla stessa data.

L'approccio utilizzato per lo sviluppo dell'analisi, è quello di Global Project, ovvero si riconosce che l'effettivo valore e le potenzialità degli interventi in progetto si possano valutare solo inquadrando gli stessi all'interno di un piano più ampio di potenziamento dell'intera relazione di traffico, ad esempio l'intero corridoio in cui l'opera si inserisce, invece che considerare il contributo della singola tratta analizzata (si rimanda al documento di seguito richiamato per maggiori dettagli).

In particolare, per le analisi condotte, si è fatto affidamento agli Studi di Trasporto ed alle Analisi Costi Benefici. Il processo utilizzato per il raggiungimento dell'obiettivo vede come input iniziale i valori relativi ai km percorsi su strada dai mezzi privati (auto), pubblici (autobus) e veicoli pesanti (trasporto merci) oltre che, laddove presenti,

i km ridotti destinati al trasporto passeggeri aereo e trasporto merci di tipo navale, derivanti appunto dallo studio di trasporto

A titolo esemplificativo:

- **per il traffico Veicolare** Per la stima del risparmio energetico connesso alla riduzione dei km percorsi del trasporto su strada (auto private, autobus, veicoli pesanti), si è fatto riferimento ai coefficienti prestazionali relativi ai mezzi su strada individuati dall'analisi di cui alla banca dati ISPRA "fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia". Moltiplicando tali fattori, espressi in TJ/km, per i corrispondenti valori di veicolo*km sopra indicato è stato possibile definire un quantitativo energetico complessivo, convertito ed espresso in TEP³⁸. L'analisi ha preso in considerazione le caratteristiche e l'evoluzione del parco circolante di veicoli (i.e. tipo di veicolo, tipo di alimentazione con riferimento esclusivo alle auto e ai mezzi pesanti).
- **per il traffico Aereo** Per il calcolo del consumo energetico associato al minor traffico aereo sono stati impiegati i coefficienti prestazionali individuati nella banca dati del documento "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019". Dal rapporto tra numero di passeggeri totali su voli nazionali e numero di voli nazionali per l'anno in esame si considera un numero di passeggeri medi/aereo. Da tale valore, è possibile definire il numero di LTO³⁹ differenziale per l'anno di riferimento dell'analisi. Grazie al valore di LTO e al valore di km evitati è possibile ricavare la riduzione dei consumi energetici riferiti al trasporto aereo.
- **per il traffico Navale** Per il calcolo del consumo energetico associato al minor traffico navale sono stati impiegati i valori risultanti dalle simulazioni effettuate tramite l'applicativo "EcoTransIT World" (<https://www.ecotransit.org>). Gli input principali inseriti nell'applicativo per la restituzione dei risultati sono stati:
 - Rotta marittima (porto di partenza e porto di arrivo);
 - Flusso di merci trasportate espresse in TEU per ognuna delle tre rotte;
 - Fattore di carico delle imbarcazioni;
 - Tipologia di imbarcazione utilizzata per il trasporto delle merci.

L'Analisi dei consumi dei treni da trazione elettrica si stima a partire dal valore incrementale dei chilometri percorsi dai treni per il trasporto merci e passeggeri. I consumi, come detto, vengono stimati nell'anno a regime, come dato incrementale rispetto allo scenario di riferimento alla stessa data.

Per la stima dei consumi energetici vengono calcolati coefficienti prestazionali in funzione di tipologia di treno e itinerario (pendenze, numero di fermate, velocità, etc), Moltiplicando tali fattori, per i corrispondenti valori di treno*km/anno derivanti dallo studio di trasporto è possibile definire un quantitativo

³⁸ Il TEP (Tonnellate Equivalenti Petrolio) è un'unità di misura di energia usata soprattutto con riferimento ai bilanci energetici (territoriali o aziendali), in quanto esprime i consumi energetici primari o in usi finali con un'unica unità per ciascun vettore energetico (elettricità, gas, gasolio, etc.). In termini di equivalenze un TEP corrisponde a circa 5.300 kWh elettrici, 11.700 kWh termici e 1.200 m³ di gas naturale.

³⁹ "Landing and TakeOff cycle" ciclo di atterraggio e decollo che include tutte le attività e operazioni di un aereo al di sotto del limite dei 1000 metri che corrisponde all'altezza standard della zona di rimescolamento.

energetico complessivo, convertito ed espresso in TEP.

Il differenziale tra i consumi incrementali dell'infrastruttura ferroviaria e quelli decrementali da riduzione del traffico connesso alla diversione modale, definisce il risparmio energetico prodotto dalla realizzazione dell'opera.

Detta realizzazione consente di generare un risparmio anche in termini di emissioni inquinanti e climalteranti, sempre connesse alla diversione modale, nonché della risorsa naturale "energia".

Circa il trasporto su strada, la stima dei livelli delle diverse tipologie di emissioni sulla base dei parametri SINAnet - ISPRA ha preso in considerazione le caratteristiche, l'evoluzione del parco circolante di veicoli (i.e. tipo di veicolo, tipo di alimentazione), della tipologia di strada e della classe di emissione proiettate allo scenario temporale a regime di offerta commerciale.

Le emissioni dei gas inquinanti atmosferici (CH₄, N₂O) calcolate sono state poi convertite in termini di CO₂ equivalente.

Considerazioni

Alcune considerazioni a valle delle nove Schede A ormai prodotte:

- Il maggiore valore aggiunto di questa attività è stato maturare consapevolezza sui processi, gli step, i livelli di approssimazioni, le ipotesi operative ed acquisire la sensibilità sull'ordine di grandezza dei litri di gasolio/benzina consumati e dei megawattora connessi alla realizzazione di un'opera pubblica quale quelle in esame;
- La metodologia sviluppata per la stima delle emissioni climalteranti in fase realizzativa, consentendo la definizione di una "*baseline* dei consumi", permette quindi sia di stimare i consumi in assenza di dati rendicontati dall'Appaltatore e sia di rappresentare un elemento di confronto quando questi dati siano invece presenti, misurati e trasmessi dall'appaltatore (cantiere virtuoso o troppo energivoro)
- Vale la pena evidenziare che il lavoro svolto per la stima relativa alla fase esecutiva si è reso necessario in quanto nei progetti analizzati non era stato ancora contrattualmente previsto che l'Appaltatore fornisse la propria rendicontazione energetica - ovvero la propria stima iniziale di rendicontazione energetica in fase di avvio di consegna lavori - che sarebbe stato il dato più sicuro da cui effettuare ulteriori stime e valutazioni. Anche sulla base di tale evidenza per i progetti PNRR tali valutazioni sono state contrattualmente previste a carico dell'Appaltatore/Progettista.

Il bilancio tra le emissioni climalteranti relative alla fase di realizzazione e quelle in fase di esercizio nelle Schede A redatte evidenzia un'importante riduzione sia dei consumi energetici e sia delle emissioni inquinanti e climalteranti connesse alla diversione modale.

Tale evidenza risulta in linea con il ruolo che la Comunità Europea attribuisce alla realizzazione di un'infrastruttura ferroviaria proprio in considerazione dell'effetto di diversione modale che essa apporta al traffico veicolare, come strumento funzionale sia a raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050 secondo il Green Deal europeo, e sia al risparmio delle risorse naturali non rinnovabili connesse alle fonti energetiche derivate da combustibili fossili non più utilizzate per la mobilità privata.

Questa è una delle motivazioni che ha portato il Parlamento Europeo ad approvare l'accordo interistituzionale



che ha istituito il 2021 come Anno europeo delle ferrovie⁴⁰:

“I trasporti rappresentano da soli il 25% delle emissioni di gas serra nell’UE. Tuttavia le ferrovie sono responsabili solo dello 0,4% delle emissioni di CO2 nell’Unione europea. Le reti ferroviarie sono in larga parte elettrificate, ed è l’unico mezzo di trasporto che ha ridotto in maniera considerevole le proprie emissioni rispetto ai livelli del 1990 [...].

Il trasporto ferroviario connette aree isolate e distanti dai principali centri abitati, assicurando in tal modo una coesione delle regioni europee sia interna che transfrontaliera. Nonostante ciò, solo il 7% dei passeggeri e l’11% delle merci viaggiano su rotaia. Infrastrutture obsolete, modelli di business datati e gli elevati costi di manutenzione sono alcuni degli ostacoli da rimuovere per poter costruire uno spazio ferroviario europeo unico.

Il trasporto su strada rappresenta il 75% del trasporto interno di merci: una parte significativa di questa percentuale dovrebbe essere convertita in trasporto ferroviario o di navigazione interna per ridurre le emissioni del settore, visto che sono metodi di trasporto più sostenibili. Inoltre le reti transeuropee dei trasporti (‘Trans-European Transport Network - TEN-T’) hanno bisogno di investimenti sostanziali e di implementazione per raggiungere questo obiettivo.”

⁴⁰ <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/eu-affairs/20210107STO95106/2021-l-anno-europeo-delle-ferrovie>

ANTICIPAZIONE DELLE SFIDE E ATTUALITÀ DELLE SOLUZIONI

Nel mese febbraio 2022 il MiMS ha presentato due rapporti “Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità” – noto come “*Rapporto Carraro*” – e “Investire in infrastrutture: strumenti finanziari e sostenibilità” – noto come “*Rapporto Pammolli*” – elaborati da due Commissioni di studio istituite dal MiMS ad aprile 2021⁴¹.

Il primo Rapporto illustra gli impatti attuali e futuri della crisi climatica sulle infrastrutture e i sistemi di trasporto nazionali e locali, fornendo indicazioni precise sulle strategie da adottare per ridurre i rischi, mitigare l’effetto delle attività economiche sulle emissioni di gas climalteranti, adattare il sistema infrastrutturale alle nuove condizioni climatiche, con un approfondito dettaglio territoriale. Le misure proposte sono basate su innovazioni di tipo strutturale e tecnologico (ad esempio, sistemi di drenaggio), sui benefici forniti da una maggiore cura degli ecosistemi (ad esempio, tramite la riqualificazione idro-morfologica degli alvei fluviali, il potenziamento del verde per la riduzione del calore in ambito urbano, ecc.), o su investimenti nella conoscenza, attraverso la raccolta e l’elaborazione di dati, modelli e previsioni per valutare i rischi e migliorare le politiche.

Il primo Rapporto indica inoltre i necessari interventi strutturali di mitigazione delle emissioni inquinanti, soprattutto nei sistemi di trasporto di persone e merci, per favorire lo *shift* modale verso soluzioni di trasporto sostenibile e migliorare l’efficienza energetica dei veicoli. Ruoli centrali in questa trasformazione avranno lo sviluppo del sistema ferroviario, la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e i sistemi informatici di comunicazione.

Il secondo Rapporto illustra proposte per il coinvolgimento dei capitali privati nella realizzazione, manutenzione e gestione di opere pubbliche e in interventi che mirino alla sostenibilità ambientale e sociale oltre che economica, individuando nel Partenariato Pubblico-Privato (PPP) un importante modello di finanziamento. In particolare, il Rapporto individua strumenti finanziari e modelli di investimento in grado di stimolare iniziative capaci di generare un ritorno economico e, allo stesso tempo, contribuire allo sviluppo sostenibile del Paese e all’inclusione sociale.

Il PON-IR ha anticipato alcune delle sfide evidenziate nei Rapporti curati da Carraro e Pammolli, affiancando alla missione precipua dei Fondi Strutturali di finanziare investimenti esplicitamente rivolti a innescare riforme materiali e immateriali profonde nei territori interessati – la missione, altrettanto

⁴¹ I Rapporti sono stati elaborati dalle Commissioni di studio istituite rispettivamente con DM 131 e 132 del 7 aprile 2021 (<https://www.mit.gov.it/node/15509>) e coordinate da Carlo Carraro e Fabio Pammolli. I due Rapporti sono disponibili al link: <https://www.mit.gov.it/comunicazione/news/mims-nuove-strategie-per-infrastrutture-sostenibili-e-resilienti-ai-cambiamenti>

precipua delle valutazioni ambientali come mezzo per assicurare la sostenibilità di tali investimenti. Si tratta di missioni entrambe consolidate nella letteratura dell'Unione Europea ma rese più urgenti dalla crisi climatica e ambientale, alle quali il PON-IR - esattamente come i Rapporti Carraro e Pammolli hanno provato a fornire una sintesi scientifica - ha provato a dare risposte operative, mediante la semplice e rigorosa applicazione della normativa vigente e l'utilizzo di metodologie e tecniche di analisi ed elaborazione dei dati consolidate, finalizzate a qualificare e quantificare, laddove possibile, il potenziale di mitigazione e di adattamento degli interventi finanziati.

L'analisi del contesto ambientale rappresenta il primo importante tassello per la costruzione di un Programma che possa finanziare progetti sostenibili. Non a caso, quindi, dal punto di vista della mitigazione dei cambiamenti climatici, il PON-IR concentra la sua azione nelle regioni del Sud Italia, nelle quali è presente un forte ritardo infrastrutturale, finanziando il potenziamento di quelle modalità di trasporto, che come riportato nel Rapporto Carraro e ampiamente descritto nei Rapporti di Monitoraggio Ambientale del PON-IR, incidono in modo minore sulle emissioni di GHG: il trasporto ferroviario (0,15%), marittimo (4,5%) e aereo (2,3%). Il trasporto stradale, principale fonte di emissioni di GHG nel settore trasporti (92,6%), è *finanziato* invece limitatamente nella misura strettamente necessaria per garantire la realizzazione di interventi l'ultimo miglio funzionale a connettere diverse modalità di trasporto.

Come riportato nel paragrafo 3.2, grazie all'applicazione di modelli e metodi di analisi e rendicontazione a scala di progetto e a scala di programma, il monitoraggio ambientale di VAS ha dimostrato – e non solo semplicemente “descritto” – che la riduzione di emissioni climalteranti generata dal PON-IR è effettiva e risponde a pieno allo specifico obiettivo di sviluppo socioeconomico e ambientale ipotizzato *ex ante*.

In merito alla resilienza delle infrastrutture, come già anticipato invece nei paragrafi 2.1 e 3.1, il PON-IR attraverso le attività di monitoraggio ambientale di VAS, ha ampiamente integrato quello che, in molti programmi operativi, non solo nazionale ma europei, era un campo quasi sconosciuto, spesso assente nei documenti di programmazione del ciclo 2014-2020, proponendo ai beneficiari approfondimenti sulla capacità di adattamento ai cambiamenti climatici volta a individuare le misure di adattamento messe in atto per gli interventi finanziati.

Anche sul fronte degli obiettivi proposti dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS), approvata con Delibera CIPE n.108/2017⁴², che rappresenta lo strumento per l'attuazione dell'Agenda 2030 in Italia, il PON-IR ha avuto un atteggiamento anticipatorio dei temi trattati e dell'approccio proposto avendo sostanzialmente declinato la propria azione, attraverso la rigorosa applicazione del processo di VAS lungo tutto l'iter di programmazione e attuazione, in ambiti di sostenibilità coerenti con gli obiettivi della SNSvS e i corrispondenti goal dell'Agenda 2030.

La SNSvS include tutte le dimensioni della sostenibilità, formulando scelte strategiche e obiettivi nazio-

⁴² L'aggiornamento 2022 della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, i cui obiettivi sono riportati in Tabella 5, ha acquisito, in data 28/09/2022, il parere favorevole della Conferenza delle Regioni e delle Province autonome. La relativa approvazione da parte del CIPESS è prevista entro la fine dell'anno. Rispetto alla precedente versione, gli indicatori della strategia sono associati al singolo obiettivo e non più alla Scelta strategica, sono inoltre esplicitati i Valori obiettivo (target) da raggiungere.

nali articolati all'interno di 6 aree (Persone, Pianeta, Prosperità, Pace, Partnership e Vettori di sostenibilità). La SNSvS sceglie per il nostro Paese alcuni obiettivi di sviluppo sostenibile, collegati ma non coincidenti con i *Goal* dell'Agenda 2030 (*Sustainable Development Goals - SDGs*) e caratterizzati dalla interazione tra questi.

Essa costituisce, assieme alle strategie regionali, “...il quadro di riferimento per le valutazioni ambientali” (art.34 comma 5 del D.Lgs.152/2006) rappresentando pertanto, dal 2018 in poi, la nuova cornice di riferimento per piani e programmi sottoposti a VAS incluso PON-IR.

La Strategia, in pratica, esplicita il concetto di sviluppo sostenibile attraverso semplici obiettivi che rappresentano una guida comune a livello nazionale che orienta gli attori nazionali e territoriali nella definizione di politiche, misure e azioni.

Per capire in che modo il PON-IR contribuisce al tema della sostenibilità è stata predisposta una tabella (Tabella 5) che descrive obiettivi e azioni del PON-IR in relazione agli obiettivi di sostenibilità individuati dalla SNSvS⁴³ e ai Goal dell'Agenda 2030⁴⁴.

Dall'analisi emerge la rilevanza del programma per i seguenti obiettivi di sviluppo sostenibile (in grassetto sono evidenziati quelli connessi alla lotta al cambiamento climatico per i quali il PON-IR prevede specifiche azioni):

- **PERSONE - III.1 Diminuire l'esposizione della popolazione ai fattori di rischio ambientale e antropico;**
- **PIANETA - I.1 Salvaguardare e migliorare lo stato di conservazione di specie e habitat di interesse comunitario;**
- **PIANETA - II.1 Mantenere la vitalità dei mari e prevenire gli impatti sull'ambiente marino e costiero;**
- **PIANETA - II.2 Raggiungere la neutralità del consumo netto di suolo e combatterne il degrado e la desertificazione;**
- **PIANETA - II.3 Minimizzare i carichi inquinanti nei suoli, nei corpi idrici e nelle falde acquifere, tenendo in considerazione i livelli di buono stato ecologico e stato chimico dei sistemi naturali;**
- **PIANETA - II.6 Minimizzare le emissioni tenendo conto degli obiettivi di qualità dell'aria;**
- **PIANETA - III.1 Promuovere il presidio e la manutenzione del territorio e rafforzare le capacità di resilienza di comunità e territori anche in riferimento agli impatti dei cambiamenti climatici;**
- **PIANETA - III.3 Garantire il ripristino e la deframmentazione degli ecosistemi e favorire le connessioni ecologiche urbano/rurali;**
- **PIANETA - III.5 Assicurare lo sviluppo del potenziale, la gestione sostenibile e la custodia dei territori, dei paesaggi e del patrimonio culturale;**
- **PROSPERITA' - I.2 Attuare l'agenda digitale e potenziare la diffusione delle reti intelligenti;**
- **PROSPERITA' - IV.1 Dematerializzare l'economia, migliorando l'efficienza dell'uso delle risorse e promuovendo meccanismi di economia circolare;**
- **PROSPERITA' - V.1 Garantire infrastrutture sostenibili;**
- **PROSPERITA' - VI.3 Abbattere le emissioni climalteranti.**

Partendo dalle azioni del PON-IR e dalla loro correlazione con l'obiettivo di sostenibilità, si è passati all'individua-

⁴³ Sono stati analizzati solo gli obiettivi delle Aree Persone, Pianeta, Prosperità, della Strategia Nazionale per lo Sviluppo sostenibile in quanto pertinenti con le azioni del PON-IR.

⁴⁴ Non tutte regioni sulle quali agisce il PON-IR hanno elaborato una propria strategia regionale e, pertanto, sono stati presi a riferimento, per l'analisi del contributo a del PON-IR, gli obiettivi della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile.

zione degli indicatori per la misurazione del contributo del Programma al raggiungimento degli obiettivi della SNSVS, in particolare sono stati individuati:

- indicatori di contesto che rappresentano in termini quantitativi, l'obiettivo di sostenibilità che si intende raggiungere;
- indicatori di processo che misurano le azioni realizzate dal PON-IR che incidono sul contesto e quindi sull'obiettivo di sostenibilità;
- indicatori di contributo che misurano la variazione dell'indicatore di contesto dovuta all'azione del PON-IR.

In Tabella 6 sono riportati di indicatori individuati come pertinenti con il tema della mitigazione e dell'adattamento al cambiamento climatico. Gli indicatori sono stati selezionati sulla base dell'efficacia a rappresentare il fenomeno, della popolabilità nel tempo e nello spazio e della periodicità di aggiornamento. Si riportano in sintesi i principali indicatori di contributo. La codifica che precede il nome dell'indicatore evidenzia che gli stessi sono stati selezionati, per la maggior parte, dal set indicatori individuati per il monitoraggio dell'attuazione dei *goal* dell'Agenda 2030⁴⁵. In tal caso prima del nome dell'indicatore è inserita la codifica assegnata all'indicatore dall'ISTAT:

- 11.5.1 - 13.1.1 – Variazione Popolazione esposta al rischio di frane (valore percentuale);
- 11.5.1 - 13.1.1 – Variazione Popolazione esposta al rischio di alluvioni (valore percentuale);
- 15.3.1 – Variazione Impermeabilizzazione del suolo da copertura artificiale (totale, entro i 150 metri di distanza dai corpi idrici, all'interno delle aree naturali protette, all'interno di una fascia tra 0 e 300 metri dalla linea di costa);
- Variazione Aree a pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI);
- Variazione Aree a pericolosità idraulica D. Lgs. 49/2010;
- Variazione delle emissioni di sostanze inquinanti;
- 15.3.1 Variazione frammentazione del territorio naturale e agricolo;
- 13.2.2 Variazione emissioni di CO₂ e altri gas climalteranti.

⁴⁵ Rapporto SDGs 2021: <https://www.istat.it/storage/rapporti-tematici/sdgs/2021/Rapporto-SDGs-2021.pdf>

Tabella 6. Correlazione tra Obiettivi della SNSVS, Goal dell’Agenda 2030, e obiettivi e azioni del PON-IR 2014-2020

Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	N. Goal Agenda 2030	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020
PERSONE	I. CONTRASTARE LA POVERTÀ E L'ESCLUSIONE SOCIALE ELIMINANDO I DIVARI TERRITORIALI	I.1 Ridurre l'intensità della povertà ed i divari economici e sociali	1-10-5	-	-
		I.2 Combattere la deprivazione materiale e alimentare	1-2-6-7	-	-
		I.3 Ridurre il disagio abitativo	1-5-6-7 11-16	-	-
PERSONE	II. GARANTIRE LE CONDIZIONI PER LO SVILUPPO DEL POTENZIALE UMANO	II.1 Aumentare l'occupazione per le fasce in condizione di marginalità sociale	4-5-6	-	-
		II.2 Assicurare la piena funzionalità del sistema di protezione sociale e previdenziale	1-3-4 5-8-10	-	-
		II.3 Ridurre il tasso di abbandono scolastico e migliorare il sistema dell'istruzione	4-8-13	-	-
PERSONE	III. PROMUOVERE LA SALUTE E IL BENESSERE	III.1 Diminuire l'esposizione della popolazione ai fattori di rischio ambientale e antropico	1-3-6 11-13	• Evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale in prossimità delle aree interessate dagli interventi finanziati dal Programma. • Limitare e ove possibile ridurre la superficie infrastrutturata, in particolare, in prossimità delle aree a rischio idrogeologico e a rischio alluvioni • Contribuire alla riduzione degli incidenti stradali • Contribuire alla gestione in sicurezza dello spazio aereo	• Infrastrutture ferroviarie: opere di mitigazione, interventi di protezione dal rischio frana e rischio alluvioni, eliminazione passaggi a livello • Porti: interventi di protezione dal rischio mareggiate • Infrastrutture stradali: opere di mitigazione • Aeroporti - SESAR
		III.2 Diffondere stili di vita sani e rafforzare i sistemi di prevenzione	2-3-5 11	-	-
		III.3 Garantire l'accesso a servizi sanitari e di cura efficaci, contrastando i divari territoriali	3-16	-	-
		III.4 Promuovere il benessere e la salute mentale e combattere le dipendenze	3	-	-

Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	N. Goal Agenda 2030	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020
PIANETA	I. ARRESTARE LA PERDITA DI BIODIVERSITÀ	I.1 Salvaguardare e migliorare lo stato di conservazione di specie e habitat di interesse comunitario	14-15	• Limitare e ove possibile ridurre la superficie infrastrutturata all'interno delle ANP e delle foreste • Contribuire alla tutela della biodiversità, anche mediante azioni o interventi finalizzati a: limitare la frammentazione degli habitat ed il livello di pressione antropica salvaguardandone, al contempo, gli elementi di fragilità, sensibilità e valore ecologico	• Infrastrutture ferroviarie: interventi che interessano ANP e Siti della rete natura 2000. • Infrastrutture stradali (ultimo miglio): interventi che interessano ANP e Siti della rete natura 2000
		I.2 Arrestare la diffusione delle specie esotiche invasive	15	-	-
		I.3 Aumentare la superficie protetta terrestre e marina e assicurare l'efficacia della gestione	6-14-15	-	-
		I.4 Proteggere e ripristinare le risorse genetiche di interesse agrario, gli agroecosistemi e le foreste	2-15	-	-
		I.5 Integrare il valore del capitale naturale (degli ecosistemi e della biodiversità) nei piani, nelle politiche e nei sistemi di contabilità	12-15	-	-
PIANETA	II. GARANTIRE UNA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI	II.1 Mantenere la vitalità dei mari e prevenire gli impatti sull'ambiente marino e costiero		• Prevenire e ridurre gli apporti nell'ambiente marino e costiero, al fine di salvaguardare l'integrità degli ecosistemi • Contribuire al mantenimento della qualità delle acque marine e costiere • Garantire che la gestione dei rifiuti, nonché dei materiali provenienti da eventuali attività di dragaggio e bonifica dei siti inquinati, sia effettuata senza recare pregiudizio all'ambiente	• Porti: dragaggi: misure di contenimento dei carichi inquinanti e monitoraggi ad hoc – fase esecuzione lavori • Infrastrutture ferroviarie (fase esecuzione lavori) • Infrastrutture stradali – ultimo miglio (fase esecuzione lavori)
PIANETA	II. GARANTIRE UNA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI	II.2 Raggiungere la neutralità del consumo netto di suolo e combatterne il degrado e la desertificazione	2-11 15	• Limitare e ove possibile ridurre la superficie di suolo impermeabilizzata	• Infrastrutture ferroviarie: miglioramento di quelle esistenti e nuove tratte • Infrastrutture stradali – ultimo miglio

Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	N. Goal Agenda 2030	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020
		II.3 Minimizzare i carichi inquinanti nei suoli, nei corpi idrici e nelle falde acquifere, tenendo in considerazione i livelli di buono stato ecologico e stato chimico dei sistemi naturali	6-11 12	- Prevenire e ridurre le emissioni e le perdite di sostanze pericolose nell'ambiente acquatico - Garantire che la gestione dei rifiuti, nonché dei materiali provenienti da eventuali attività di dragaggio e bonifica dei siti inquinati, sia effettuata senza danneggiare la salute umana e senza recare pregiudizio all'ambiente	- Infrastrutture ferroviarie (fase esecuzione lavori) - Infrastrutture stradali – ultimo miglio (fase esecuzione lavori)
		II.4 Attuare la gestione integrata delle risorse idriche a tutti i livelli di pianificazione	2-6	-	
		II.5 Massimizzare l'efficienza idrica e adeguare i prelievi alla scarsità d'acqua	6	-	
		II.6 Minimizzare le emissioni tenendo conto degli obiettivi di qualità dell'aria	2-11 13	Ridurre le emissioni in aria di sostanze inquinanti derivanti dalle modalità di trasporto interessate dal Programma	- Ridurre le emissioni in aria di sostanze inquinanti derivanti dalle modalità di trasporto interessate dal Programma - Infrastrutture ferroviarie: diversione su ferro merci e passeggeri - Porti (fase esecuzione lavori) - Infrastrutture stradali – ultimo miglio - Piattaforme telematiche: facilitazione sdoganamento merci - Infomobilità: razionalizzazione del traffico - Aeroporti – SESAR: razionalizzazione rotte aeree
PIANETA	III. CREARE COMUNITÀ E TERRITORI RESILIENTI, CUSTODIRE I PAESAGGI E I BENI CULTURALI	III.1 Promuovere il presidio e la manutenzione del territorio e rafforzare le capacità di resilienza di comunità e territori anche in riferimento agli impatti dei cambiamenti climatici	11-13	- Limitare e ove possibile ridurre la superficie infrastrutturata, in particolare, in prossimità delle aree a rischio idrogeologico e a rischio alluvioni - Proteggere il suolo da fenomeni di erosione costiera	- Infrastrutture ferroviarie: interventi di protezione dal rischio frana e rischio alluvioni - Porti: interventi di protezione dal rischio mareggiate
		III.2 Rigenerare le città, garantire l'accessibilità e assicurare la sostenibilità delle connessioni	6-7-11	-	

Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	N. Goal Agenda 2030	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020
PIANETA	III. CREARE COMUNITÀ E TERRITORI RESILIENTI, CUSTODIRE I PAESAGGI E I BENI CULTURALI	III.3 Garantire il ripristino e la deframmentazione degli ecosistemi e favorire le connessioni ecologiche urbano/rurali	11-15	• Contribuire alla tutela della biodiversità, anche mediante azioni o interventi finalizzati a: limitare la frammentazione degli habitat ed il livello di pressione antropica salvaguardandone, al contempo, gli elementi di fragilità, sensibilità e valore ecologico	• Infrastrutture ferroviarie in ANP e siti rete natura 2000 • Infrastrutture stradali – ultimo miglio ferroviarie in ANP e siti rete natura 2000
		III.4 Assicurare lo sviluppo del potenziale, la gestione sostenibile e la custodia dei paesaggi	2-11	• Limitare, e ove possibile ridurre, la superficie infrastrutturata nelle aree vincolate ai sensi della vigente normativa in materia di tutela paesaggistica • Contribuire alla tutela e valorizzazione delle presistenze significative e dei relativi contesti	• Infrastrutture ferroviarie: verifica del rispetto dei vincoli paesaggistici e interventi di valorizzazione dei paesaggi interessati dall'opera • Porti: verifica del rispetto dei vincoli paesaggistici e interventi di valorizzazione dei paesaggi interessati dall'opera • Infrastrutture stradali – ultimo miglio: verifica del rispetto dei vincoli paesaggistici e interventi di valorizzazione dei paesaggi interessati dall'opera
		III.5 Conservare e valorizzare il patrimonio culturale e promuoverne la fruizione sostenibile	8-11	-	-
PROSPERITÀ	I. PROMUOVERE UN BENESSERE ECONOMICO SOSTENIBILE	I.1 Garantire la vitalità del sistema produttivo	5-8-9 10	-	-
		I.2 Assicurare il benessere economico e un'equa distribuzione del reddito	8-10	-	-
PROSPERITÀ	II. FINANZIARE E PROMUOVERE RICERCA E INNOVAZIONE SOSTENIBILI	II.1 Aumentare gli investimenti in ricerca e sviluppo	8-9	-	-
		II.2 Attuare l'agenda digitale e potenziare la diffusione delle reti intelligenti	4-5-9	• Rendere disponibili informazioni e strumenti a supporto delle decisioni per il miglioramento dei servizi di trasporto e della loro sicurezza	• Aeroporti - SESAR • Piattaforme telematiche • Infomobilità
		II.3 Innovare processi e prodotti e promuovere il trasferimento tecnologico	9		-

Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	N. Goal Agenda 2030	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020
PROSPERITÀ	III. GARANTIRE OCCUPAZIONE E FORMAZIONE DI QUALITÀ	III.1 Garantire accessibilità, qualità e continuità alla formazione	4-8	-	-
		III.2 Incrementare l'occupazione sostenibile e di qualità	5-8	-	-
PROSPERITÀ	IV. AFFERMARE MODELLI SOSTENIBILI DI PRODUZIONE E CONSUMO	IV.1 Dematerializzare l'economia, migliorando l'efficienza dell'uso delle risorse e promuovendo meccanismi di economia circolare	6-8-12 14	• Contribuire alla riduzione della produzione dei rifiuti	• Infrastrutture ferroviarie: gestione terre e rocce da scavo • Porti: gestione materiale dragato • Infrastrutture stradali – ultimo miglio: gestione terre e rocce da scavo
		IV.2 Attuare la riforma fiscale ecologica ed espandere l'applicazione dei green bond sovrani	10-12	-	-
		IV.3 Promuovere la responsabilità sociale, ambientale e dei diritti umani nelle amministrazioni e nelle imprese, anche attraverso la finanza sostenibile	12	-	-
		IV.4 Promuovere la domanda e accrescere l'offerta di turismo sostenibile	8-11-12 15	-	-
		IV.5 Garantire la sostenibilità di agricoltura e dell'intera filiera forestale	2-8-12 15	-	-
		IV.6 Garantire la sostenibilità di acquacoltura e pesca lungo l'intera filiera	2-14	-	-
		IV.7 Promuovere le eccellenze italiane	8-12	-	-

Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	N. Goal Agenda 2030	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020
PROSPERITÀ	V. PROMUOVERE SOSTENIBILITA' E SICUREZZA DI MOBILITA' E TRASPORTI	V.1 Garantire infrastrutture sostenibili	9-11	Favorire la realizzazione e il potenziamento di infrastrutture di trasporto sostenibili	• Infrastrutture ferroviarie: completamento di grandi direttrici di trasporto ferroviario per migliorare l'accessibilità ai territori del Mezzogiorno • Infrastrutture stradali (ultimo miglio): raccordo della rete stradale con la rete ferroviaria e portuale, per rendere effettivo ed efficace il processo di diversione modale
		V.2 Promuovere la mobilità sostenibile di persone e merci	7-9-11	Favorire la loro gestione intelligente di infrastrutture di trasporto	• Piattaforme telematiche: integrazione delle modalità di trasporto per la maggiore sostenibilità degli spostamenti • Infomobilità: miglioramento della gestione delle informazioni per la maggiore sostenibilità degli spostamenti
PROSPERITÀ	VI. ABBATTERE LE EMISSIONI CLIMALTERANTI E DECARBONIZZARE L'ECONOMIA	VI.1 Ridurre i consumi e incrementare l'efficienza energetica	7-9-12	-	-
		VI.2 Incrementare la produzione di energia da fonte rinnovabile evitando o limitando gli impatti sui beni culturali e il paesaggio	7-9-12	-	-
		VI.3 Abbattere le emissioni climalteranti	2-9-11 13	• Ridurre le emissioni in aria di sostanze climalteranti derivanti dalle modalità di trasporto interessate dal Programma • Contribuire alla riduzione del consumo di combustibili fossili nel settore dei trasporti	• Infrastrutture ferroviarie: diversione modale; integrazione di produzione da FER per la trazione del materiale rotabile • Infrastrutture stradali – ultimo miglio: raccordo della rete stradale con la rete ferroviaria e portuale, per rendere effettivo ed efficace il processo di diversione modale • Piattaforme telematiche: razionalizzazione dei flussi di traffico • Infomobilità: razionalizzazione dei flussi di traffico

Tabella 7. Indicatori per la misurazione della sostenibilità del PON-IR connessi con i temi della mitigazione e dell'adattamento al cambiamento climatico

Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020	Indicatori di contesto	Indicatori di processo	Indicatori di contributo
PERSONE	III. PROMUOVERE LA SALUTE E IL BENESSERE	III.1 Diminuire l'esposizione della popolazione ai fattori di rischio ambientale e antropico	Limitare e ove possibile ridurre la superficie infrastrutturata, in particolare, in prossimità delle aree a rischio idrogeologico e a rischio alluvioni	• Infrastrutture ferroviarie: interventi di protezione dal rischio frana e rischio alluvioni	• Popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4	• Interventi di miglioramento infrastrutture in aree a rischio frana	• Variazione della popolazione al rischio frana residente in aree a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4
				• Porti: interventi di protezione dal rischio mareggiate	• Popolazione al rischio Alluvioni in aree a pericolosità media (D.Lgs.49/2010)	• Interventi di miglioramento infrastrutture in aree a rischio alluvioni	• Variazione popolazione al rischio Alluvioni in aree a pericolosità media (D.Lgs.49/2010)
				• Infrastrutture stradali: opere di mitigazione		• Studi/opere di adattamento al cambiamento climatico	
PIANETA	II. GARANTIRE UNA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI	II.2 Raggiungere la neutralità del consumo netto di suolo e combatterne il degrado e la desertificazione	• Limitare e ove possibile ridurre la superficie di suolo impermeabilizzata	• Infrastrutture ferroviarie: miglioramento di quelle esistenti e nuove tratte	• Consumo di suolo totale, consumo di suolo entro i 150 metri di distanza dai corpi idrici, all'interno delle aree naturali protette, all'interno di una fascia tra 0 e 300 metri dalla linea di costa	• Superfici impermeabilizzate per la realizzazione delle infrastrutture ferroviarie e stradali	• Variazione consumo di suolo (impermeabilizzazione del suolo) a seguito della realizzazione degli interventi, variazione del consumo di suolo entro i 150 metri di distanza dai corpi idrici, all'interno delle aree naturali protette, all'interno
				• Infrastrutture stradali: ultimo miglio			
Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020	Indicatori di contesto	Indicatori di processo	Indicatori di contributo
PIANETA	II. GARANTIRE UNA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI	II.6 Minimizzare le emissioni tenendo conto degli obiettivi di qualità dell'aria	• Ridurre le emissioni in aria di sostanze inquinanti derivanti dalle modalità di trasporto interessate dal Programma	• Infrastrutture ferroviarie: diversione su ferro merci e passeggeri	• Emissioni di sostanze inquinanti per modalità di trasporto (totali e settoriali): CO ₂ e, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO _x , NO _x , COVNM, Pb	• Infrastrutture ferroviarie (grandi progetti) per la diversione modale di merci e passeggeri da gomma su rotaia	• Variazione delle emissioni di sostanze inquinanti, per modalità di trasporto in fase di cantiere e di esercizio
				• Porti (fase esecuzione lavori)			
				• Infrastrutture stradali – ultimo miglio			
PIANETA	III. CREARE COMUNITÀ E TERRITORI RESILIENTI, CUSTODIRE I PAESAGGI E I BENI CULTURALI	III.1 Promuovere il presidio e la manutenzione del territorio e rafforzare le capacità di resilienza di comunità e territori anche in riferimento agli impatti dei cambiamenti climatici	• Limitare e ove possibile ridurre la superficie infrastrutturata, in particolare, in prossimità delle aree a rischio idrogeologico e a rischio alluvioni	• Infrastrutture ferroviarie: interventi di protezione dal rischio frana e rischio alluvioni	• Aree a pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI)	• Studi/opere di adattamento al cambiamento climatico	• Variazione aree a pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI)
				• Porti: interventi di protezione dal rischio mareggiate	• Aree a pericolosità idraulica D.Lgs.49/2010	• Linea di costa interessata da interventi con opere di protezione da fenomeni di erosione costiera e/o di inondazione per mareggiata	• Variazione Aree a pericolosità idraulica D.Lgs.49/2010
				• Proteggere il suolo da fenomeni di erosione costiera			



Area SNSVS	Scelta SNSVS	Obiettivo Strategia Nazionale Sviluppo sostenibile	Obiettivo PON-IR 2014-2020	Azioni PON-IR 2014-2020	Indicatori di contesto	Indicatori di processo	Indicatori di contributo
PIANETA	III. CREARE COMUNITÀ E TERRITORI RESILIENTI, CUSTODIRE I PAESAGGI E I BENI CULTURALI	III.3 Garantire il ripristino e la deframmentazione degli ecosistemi e favorire le connessioni ecologiche urbano/rurali	• Contribuire alla tutela della biodiversità, anche mediante azioni o interventi finalizzati a: limitare la frammentazione degli habitat ed il livello di pressione antropica salvaguardandone, al contempo, gli elementi di fragilità, sensibilità e valore ecologico	• Infrastrutture ferroviarie in ANP e siti rete natura 2000 • Infrastrutture stradali – ultimo miglio ferroviarie in ANP e siti rete natura 2000	• Frammentazione del territorio naturale e agricolo	• Superfici impermeabilizzate in ANP e Siti della Rete natura 2000	• Variazione frammentazione del territorio naturale e agricolo
PROSPERITÀ	VI. ABBATTERE LE EMISSIONI CLIMALTERANTI E DECARBONIZZARE L'ECONOMIA	VI.3 Abbattere le emissioni climalteranti	• Ridurre le emissioni in aria di sostanze climalteranti derivanti dalle modalità di trasporto interessate dal Programma • Contribuire alla riduzione del consumo di combustibili fossili nel settore dei trasporti	• Infrastrutture ferroviarie: diversione modale; integrazione di produzione da FER per la trazione del materiale rotabile • Infrastrutture stradali – ultimo miglio: raccordo della rete stradale con la rete ferroviaria e portuale, per rendere effettivo ed efficace il processo di diversione modale • Porti • Piattaforme telematiche: razionalizzazione dei flussi di traffico • Infomobilità: razionalizzazione dei flussi di traffico	• Emissioni di gas serra: CO2 e altri gas climalteranti	• Infrastrutture ferroviarie (grandi progetti) per la diversione modale di merci e passeggeri da gomma su rotaia	• Variazione emissioni di CO2 e altri gas climalteranti

LEZIONE APPRESE DAL PON-IR PER LE INFRASTRUTTURE SOSTENIBILI E RESILIENTI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Nei precedenti capitoli si è volutamente spaziato sul tema della resilienza ai cambiamenti climatici delle infrastrutture, ponendo l'attenzione su quelle che sono state le iniziative del PON-IR in materia, incluse le attività di confronto e collaborazione avviate con altri qualificati e competenti attori del processo di attuazione del Programma (Jaspers, RFI/Italferr) ed altri soggetti coinvolti su specifiche tematiche (ENEA, CMCC). Questo capitolo vuole fornire un riscontro al titolo del focus e rispondere quindi ad una domanda:

Sulla base dell'esperienza maturata, si riportano di seguito le lezioni apprese dal PON-IR, racchiuse in forma di decalogo, con l'auspicio che possano essere prese in considerazione nelle future previsioni di sviluppo del sistema infrastrutturale del Paese.

1) La VAS come “visione” strategica

La VAS, introdotta con la Direttiva 2001/42/CE e ultimamente innovata nell'ordinamento nazionale rappresentato dal D.Lgs. 152/2006, non ha ancora probabilmente espresso il suo potenziale in termini di “orientamento” per gli investimenti di rilevanza nazionale, interregionale e regionale. Qualsiasi investimento di rilevanza comunitaria dovrebbe infatti essere “inquadrato” all'interno di un Piano/Programma per il quale, il percorso di VAS garantisce conoscenza, confronto con i Soggetti con Competenze Ambientali – che costituiscono una preziosa fonte di dati e informazioni aggiornate - e partecipazione al processo decisionale di “chiunque” abbia interesse ad esprimersi. Non c'è dubbio che tale esercizio possa evitare, ad esempio, sovrapposizioni in termini di misure finanziate o evidenziare anche incongruenze che potrebbero sopravvenire nelle politiche di investimento.

Il processo di VAS consente inoltre di:

- verificare la congruenza con le previsioni di altri piani e programmi in modo garantire il coordinamento e l'integrazione delle politiche di investimento;
- valutare alternative di investimento differenti per raggiungere gli obiettivi del Piano/Programma. Questo valore è stato recentemente attestato anche dall'UNEP in un recente volume sui principi per le infrastrutture sostenibili⁴⁶ in cui si sottolinea in particolare il vantaggio che la VAS ha di essere applicata in una fase in cui più opzioni strategiche sono disponibili, prima cioè che le analisi si concentrino a scala di progetto, tramite, ad esempio, una procedura di VIA;
- creare sinergie tra politiche di investimento in differenti settori e rafforzare quindi le azioni messe in campo;
- far emergere, grazie alla partecipazione di specialisti di settore e del pubblico interessato, valutazioni che

⁴⁶ International good practice principles for sustainable infrastructure (<https://www.unep.org/resources/publication/international-good-practice-principles-sustainable-infrastructure>)

favoriscano scelte fondate su evidenze scientifiche e una conoscenza capillare e stratificata dei territori che, spesso, è patrimonio delle popolazioni che vi risiedono. Conoscenze specialistiche e conoscenza diretta dei territori dovrebbero trovare nella VAS un luogo naturale di confronto e di soluzione ottimale dei problemi, in quanto esprimono due forme di conoscenza esperta, intesa come “esperita”, cioè sperimentata attraverso lo studio e attraverso il vissuto. Il dialogo tra le parti, oltre a garantire trasparenza e democrazia⁴⁷, ha un grande valore operativo poiché, se ben condotto, può far emergere alternative anche inesplorate, favorire la risoluzione di eventuali conflitti sulle scelte e aiutare a definire la scelta ottimale, ivi incluso il “non fare” che, nelle grandi infrastrutture merita sempre di essere contemplato, al pari delle altre alternative, non solo come elemento della prassi valutativa;

- anticipa e risolve criticità che, in caso contrario, sono rimandate, nella migliore delle ipotesi, alle procedure di VIA, nelle quali la decisione di “fare” è già presa, la soluzione localizzativa è già data, ed anche il dettaglio progettuale ed anche il dettaglio progettuale potrebbe essere già ad un livello da non consentire la soluzione ottimale e dover ricorrere a condizioni ambientali⁴⁸ e raccomandazioni finalizzate a mitigare gli eventuali impatti che, ripensando il progetto più a monte, avrebbero potuto essere evitati.

2) Costruire e misurare la sostenibilità delle infrastrutture

Condizione necessaria affinché si possa parlare di sostenibilità è la capacità di “misurarla”. È cioè necessario avere un metro di confronto tra diverse soluzioni progettuali per poter dire quale di queste, in base a criteri precedentemente fissati, sia “più sostenibile”. Ciò si realizza tramite la definizione di un set di indicatori comuni, rappresentativi dei criteri di cui sopra, riferiti alle caratteristiche e componenti ambientali sulle quali si vogliono conoscere gli effetti delle possibili scelte.

L’Agenda 2030 e la sua declinazione in Italia, attraverso le strategie per lo sviluppo sostenibile (nazionale e regionali), rappresentano la cornice di riferimento per costruire e misurare la sostenibilità delle infrastrutture. Come meglio descritto nel capitolo precedente, il Testo unico ambientale⁴⁹ stabilisce che “*le strategie di sviluppo sostenibile definiscono il quadro di riferimento per le valutazioni ambientali di cui al presente decreto*”. Pertanto, in qualsiasi ambito decisionale di un investimento, preferibilmente riconducibile ad un percorso di pianificazione degli interventi, è importante rifarsi alla Strategia Nazionale dello Sviluppo Sostenibile e ricorrere ad indicatori che siano rappresentativi degli obiettivi in essa contenuti.

⁴⁷ Nel campo della valutazione delle politiche pubbliche, si intende per democrazia nella scelta delle alternative, una scelta effettuata sulla base di un percorso partecipativo guidato, codificato nella procedura stessa ma che può avere diversi livelli di coinvolgimento: 1) informare; 2) consultare; 3) coinvolgere; 4) negoziare; 5) delegare.

⁴⁸ D.Lgs.152/2006 art.5 commi o-ter) e o-quater)

⁴⁹ Art.34, c. 5 del D. Lgs. 152/2006

3) **Stimolare il mondo delle imprese e la Pubblica Amministrazione a sviluppare soluzioni “sostenibili e resilienti”**

L'esperienza del PON-IR ha mostrato quanto siano stati utili alcune occasioni di confronto con i beneficiari per seminare alcuni concetti legati ai cambiamenti climatici, quali l'incremento della resilienza, le misure di adattamento, l'analisi di vulnerabilità e l'analisi di rischio, utili anche per effettuare un “*restyling*” di progettazioni già esistenti. Alla stessa maniera sarebbe utile che le Pubbliche Amministrazioni e, prima ancora, i decisori politici, promuovessero incontri con i principali *players* (soggetti concessionari di servizi pubblici, autorità di sistema portuale, ecc..) per meglio esplicitare quali siano le prestazioni ambientali richieste ad un'opera di nuova realizzazione, non solo in termini di “non arrecare un danno significativo all'ambiente”, ma, in senso opposto, in termini di contributo alla sostenibilità e alle politiche attive in materia di cambiamenti climatici, di energia, biodiversità, risorse idriche e consumo di suolo.

4) **Svolgere una “diagnosi climatica” per la riqualificazione delle infrastrutture esistenti**

Molte infrastrutture fanno ormai parte del Paesaggio conosciuto e inteso secondo la Convenzione Europea sul Paesaggio, sottoscritta nel 2000, secondo la quale “*il Paesaggio designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni*”.

Inoltre, anche rispetto alla tematica del consumo di suolo, una infrastruttura da realizzarsi *ex-novo* risulta essere assai più impattante di un “potenziamento” dell'infrastruttura (con riferimento alla rete ferroviaria, si pensi, ad esempio, alla soluzione di realizzare un nuovo tracciato rispetto ad un raddoppio di linea). Molte infrastrutture sono state progettate con parametri differenti da quelli oggi richiesti per tenere conto degli effetti dei cambiamenti climatici (precipitazioni più intense, temperature più elevate, ecc..). Si ritiene tuttavia che, ove possibile, occorra effettuare una “diagnosi climatica” dell'infrastruttura, in analogia a quanto oggi si fa per gli edifici in campo energetico, finalizzata alla definizione degli interventi per migliorare la risposta della stessa infrastruttura alle nuove sollecitazioni e fonti di “disturbo” a cui può essere sottoposta, inteso anche come maggiore frequenza di eventi calamitosi di una certa intensità.

5) **Prevedere un'analisi di rischio climatico per le nuove infrastrutture**

Per selezionare, all'interno di una idea progettuale, le opzioni di adattamento ottimale, è importante, come raccomandato nella comunicazione della Commissione “*Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027*”, integrare la valutazione della vulnerabilità e dei rischi climatici fin dall'inizio del processo di sviluppo del progetto. Ciò si sostanzia, come meglio dettagliato nell'allegato C) della medesima comunicazione, nella verifica della compatibilità del progetto con gli obiettivi climatici per il 2030 e il 2050, con particolare riferimento agli obiettivi in termini di emissioni di carbonio e di energia e in una valutazione della vulnerabilità e dei rischi climatici, compresa l'individuazione, la valutazione e l'attuazione di misure di adattamento.

6) **Rigenerare il patrimonio infrastrutturale esistente: nuove soluzioni energetiche ed infrastrutture verdi**

Le infrastrutture tradizionali hanno inevitabilmente una natura “grey”, secondo la classificazione propo-

sta dalle Strategie di adattamento al cambiamento climatico sia europea sia nazionale, aspetto che ragionevolmente rimarrà una invariante anche negli anni a venire. Un cambio di paradigma può però essere dato dalla progettazione dell'opera con una sua capacità di interazione positiva con il contesto nel quale è inserita. Con riferimento alle infrastrutture di trasporto, sarà quindi utile pensare ad esempio, all'installazione di pannelli fotovoltaici per le coperture di edifici in ambito ferroviario, stradale, portuale e aeroportuale, o di altri impianti alimentati da altre fonti rinnovabili, in modalità *stand-alone*, che rendano gli edifici a servizio delle infrastrutture energeticamente autonomi e, laddove possibile, vadano ad integrare anche la fornitura di energia necessaria alla movimentazione dei mezzi. In ambito portuale, sarebbe poi particolarmente auspicabile lo sviluppo di dispositivi per la conversione del moto ondoso per il soddisfacimento del proprio fabbisogno energetico.

Le infrastrutture verdi sono state ufficialmente introdotte, come definizione, nella Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni *“Infrastrutture verdi – rafforzare il capitale naturale in Europa come segue: “una rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici. Ne fanno parte gli spazi verdi (o blu, nel caso degli ecosistemi acquatici) e altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine. Sulla terraferma, le infrastrutture verdi sono presenti in un contesto rurale e urbano”*. Pur essendo richiamate in molte comunicazioni comunitarie e documenti programmatici, non hanno trovato ancora una loro collocazione chiara in termini di pianificazione ed una loro codifica operativa che ne renda più comprensibile l'attuazione. Approfittando del carattere lineare e areale di molte infrastrutture strategiche, sarebbe dunque opportuno dedicare parte delle aree di pertinenza delle infrastrutture, oggi cementificate, allo svolgimento di funzioni di connettività ecologica come pre-requisito per lo sviluppo di infrastrutture verdi.

7) Definire la catena del valore della infrastruttura

Una elevata qualità ambientale dell'opera, intendendo l'ambiente come parte integrante della “catena del valore”⁵⁰ che concorre alla realizzazione dell'infrastruttura, può avere delle ricadute positive anche dal punto di vista sociale (in termini di impatti occupazionali ma anche di miglioramento delle funzioni logistiche e ricreative per le popolazioni che risiedono nei territori serviti dall'infrastruttura) ed economico. Nella visione circolare dell'economia, infatti, costi e benefici ambientali sono una parte essenziale della catena del valore, a maggior ragione quando il bene/servizio è un'infrastruttura di pubblica utilità. A confermare ciò sono numerosi studi alla base di Comunicazioni del Parlamento e del Consiglio Euro-

⁵⁰ Per catena del valore nella produzione di un bene o servizio, si intende la sua scomposizione in “attività primarie” (logistica interna, ed esterna, attività, marketing e vendite, servizio) e “attività di supporto” (approvvigionamento, sviluppo tecnologico, gestione delle risorse umane, infrastruttura), e la successiva analisi finalizzata a comprendere se vi siano aree nelle quali siano possibili margini di miglioramento e di eliminazione degli sprechi, di aumento del valore e di vantaggio competitivo.

peo, seguiti da linee guida e vademecum della Commissione Europea, primo fra tutti, per le infrastrutture, l’*“Economic Appraisal Vademecum 2021-2027”*. L’Unione Europea auspica che gli Stati Membri rendano effettive le raccomandazioni emerse da tali studi mediante un uso più diffuso e consapevole degli strumenti di valutazione, come l’Analisi Costi-Benefici integrata con altri strumenti di valutazione non finanziaria esplicitamente focalizzati sull’analisi dei costi sociali e ambientali (analisi costi-efficacia, analisi multicriteri, ecc.). Una migliore definizione di metodi e criteri per la valutazione degli investimenti è considerata la base conoscitiva indispensabile per l’allocazione ottimale dei finanziamenti disponibili e per la verifica di un rapporto “qualità-prezzo” dei progetti da realizzare, che tenga in conto del loro effettivo contributo al benessere sociale complessivo e alla crescita economica di tutte le parti interessate, in un’ottica di trasparenza ed efficacia della spesa pubblica.

8) Valutare l’impronta ecologica durante la vita utile e alla loro dismissione

Questo punto pone l’attenzione sull’importanza di considerare l’infrastruttura lungo tutto il suo ciclo di vita, andando, non solo a tenere conto, nel caso, ad esempio, di una infrastruttura ferroviaria, delle emissioni evitate, ma valutando il suo apporto al netto delle emissioni prodotte in fase di realizzazione. Così come per l’impronta di carbonio sono stati messi a punto metodi affidabili sulla contabilizzazione delle emissioni carboniche prodotte ed evitate da un progetto lungo tutto il suo ciclo di vita, progressivamente si sono affinati metodi di valutazione in grado di definire l’impatto di un progetto su tutte le matrici ambientali (impronta idrica, consumo di suolo, ecc.), dalla fase di concepimento sino a quella di dismissione dell’opera. Specifici metodi sono disponibili alle diverse scale di Piano/Programma/Progetto: *Material Flow Analysis*, *Energy Flow Analysis*, *Life Cycle Assessment* e altri metodi già ampiamente sperimentati hanno oggi a disposizione un enorme patrimonio informativo di banche dati certificate e dati osservati *open source*, nonché di *big data* sugli aspetti più disparati delle catene del valore.

9) Provvedere alla manutenzione delle opere

Coerentemente all’approccio seguito fino a questo punto, è importante non solo “progettare” le caratteristiche prestazionali dell’opera ma anche assicurarsi che esse siano mantenute lungo tutta la vita utile dell’opera, sia attivando interventi di manutenzione ordinaria che straordinaria. Ciò al fine di garantire, da un lato la sicurezza dell’opera e dall’altro di garantire l’efficienza delle prestazioni per cui un’opera è stata progettata. Siccome garantire la funzionalità di un’opera anche in condizioni di sollecitazioni elevate, quali possono essere quelle attivate in corrispondenza di fenomeni meteorologici estremi, rientra nel più ampio concetto della sicurezza infrastrutturale, è utile richiamare l’istituzione dell’Agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie e delle infrastrutture stradali e autostradali (ANSFISA) che ha come *mission* proprio la promozione della sicurezza e la vigilanza sulle infrastrutture ferroviarie, stradali e autostradali e sugli impianti fissi. Il paradigma della sicurezza si modifica in funzione anche delle innovazioni tecnologiche ed è in questo ambito che è sorta una collaborazione con l’ENEA con l’obiettivo di approfondire l’uso di nuovi carburanti in ambito ferroviario e stradale, con particolare riferimento all’idrogeno, così come di ridurre le emissioni per il trasporto pesante su gomma e di promuovere l’eletto-mobilità e la gestione delle reti elettriche di approvvigionamento e ricarica statiche e dinamiche.

10) Comunicare la “sostenibilità” delle infrastrutture

In più punti del focus si è avuto modo di constatare l’importanza della condivisione di informazioni per la crea-

zione di un linguaggio e di un bagaglio culturale comune per far sì che un concetto “astratto” quale quello della resilienza assuma forma e consistenza.

In linea con quanto sperimentato nel PON-IR, di fondamentale importanza è quindi la promozione di un’attività di sensibilizzazione sul tema con iniziative di comunicazione/informazione per rendere diffondere la conoscenza delle soluzioni potenzialmente applicabili per la riduzione delle emissioni, l’incremento della capacità di resistenza a fattori di stress o ancora l’incremento della capacità di adattamento dell’opera alle condizioni di variabilità in fase di esercizio conseguenti alle variabilità indotte dai cambiamenti climatici. Tra tali attività, particolare attenzione meritano anche *workshop* e laboratori destinati, come pubblico, sia ai beneficiari, sia alla stessa Pubblica Amministrazione, nei quali possa avvenire lo scambio di buone prassi precedentemente messe in atto al fine della valutazione della trasferibilità degli strumenti e delle tecniche sperimentate

Lo sviluppo di infrastrutture sostenibili e resilienti, anche per tenere conto dei cambiamenti climatici” e “l’aumento dell’efficienza della sostenibilità del sistema dei trasporti” sono temi al centro delle priorità politiche e degli obiettivi strategici del Ministero⁵¹ ma, come evidenziato dalle analisi svolte in questo volume, è necessario - a maggior ragione in considerazione dei cambiamenti climatici - per gli investimenti infrastrutturali adottare un approccio sistemico e non settoriale che consenta, come in un caleidoscopico, di osservarne le singole sfaccettature.

⁵¹ Direttiva concernente gli “indirizzi generali per l’attività amministrativa e la gestione per il 2022 (all.1), <https://www.mit.gov.it/normativa/direttiva-ministeriale-numero-3-del-10012022>.

I QUADERNI DEL PON INFRASTRUTTURE E RETI 2014/2020

Pubblicazione realizzata nell'ambito
delle attività di monitoraggio ambientale
del PON Infrastrutture e Reti 2014/2020

Autorità di Gestione del PON-IR:
Donato Lamacchia (sino al 31/11/2022)
Sebastiano Alvise Rota (dal 01/01/2023)

Progetto e testi a cura della Task Force Ambiente del PON-IR
(*Elisa Anna Di Palma, Floriana Federica Ferrara, Monica Torchio*)

Coordinamento a cura di Francesco Corso,
Responsabile delle attività di Monitoraggio Ambientale del PON-IR

Autori dei contributi scientifici e tecnici:
Fondazione CMCC (*Paola Mercogliano, Carmela De Vivo*)
Jaspers (*Neri Di Volo, Massimo Marra, Sergio Carpano-Neuschuler*)
ENEA (*Cecilia Camporeale, Roberto Del Ciello, Pasquale Regina*)
RFI
Italferr

Si ringraziano per la sensibilità e l'attenzione mostrata sul tema:
tutti i Responsabili di linea del PON-IR

le Assistenze Tecniche all'attuazione, gestione,
monitoraggio e comunicazione del PON-IR
tutti i beneficiari del PON-IR



INFRASTRUTTURE e RETI



**Ministero delle
Infrastrutture e dei
Trasporti**

ISBN 978-88-942325-0-9