

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/258422322>

## A.1.1. Politiche e strategie nazionali per la riduzione degli impatti dei sistemi di trasporto stradali sui cambiamenti climatici

Conference Paper · October 2010

CITATIONS

0

READS

319

5 authors, including:



**Francesca Assennato**

Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA)

24 PUBLICATIONS 136 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Domenico Gaudioso**

Greenhouse Gas Management Institute

86 PUBLICATIONS 279 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**F. Giordano**

19 PUBLICATIONS 44 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Protection and sustainable use of biodiversity [View project](#)



LIFE SAM4CP (Soil Administration Models for Community Profit) [View project](#)

Association  
Mondiale de la Route



World  
Road Association

ASSOCIAZIONE MONDIALE DELLA STRADA - AIPCR  
COMITATO NAZIONALE ITALIANO

## XXVI CONVEGNO NAZIONALE STRADALE Roma 27 - 30 Ottobre 2010



Comitato Tecnico A1  
Sostenibilità Ambientale

**SOSTENIBILITÀ DEI SISTEMI DI TRASPORTO STRADALI**  
Cambiamenti climatici, monitoraggio degli impatti ambientali  
e soluzioni alternative ai combustibili fossili



Association  
Mondiale de la Route



World  
Road Association

## AIPCR

ASSOCIAZIONE MONDIALE DELLA STRADA  
COMITATO NAZIONALE ITALIANO

XXVI CONVEGNO NAZIONALE STRADALE  
ROMA 27 – 30 Ottobre 2010

*Comitato Tecnico A.1*  
*“Sostenibilità Ambientale”*

# SOSTENIBILITÀ DEI SISTEMI DI TRASPORTO STRADALI

Cambiamenti climatici, monitoraggio degli impatti ambientali  
e soluzioni alternative ai combustibili fossili

### COMPOSIZIONE DEL COMITATO

**Presidente:** Marco Garozzo  
**Vice Presidente:** Giuseppe Spadaro

**Membri:** Marco Ambrogio  
Gualtiero Bellomo  
Barbara Bianchini  
Silvio Borlenghi  
Livia Contarini  
Maria Rosaria De Blasiis  
Mario Grippa  
Emilia Guastadisegni  
Lorenzo Lombardi  
Giovanni Magarò  
Felice Morisco  
Angela Mussumeci  
Chiara Pochetti  
Aldo Ponis  
Emmanuel Rossi  
Maura Sabato  
Giuliano Sauli  
Dorina Spoglianti  
Fabio Terragni  
Giuseppe Venturini  
Andrea Zavitteri

### COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI LAVORO

**Gruppo di Lavoro A.1.1**  
**Capogruppo:** Maria Rosaria De Blasiis  
Barbara Bianchini  
Giovanni Magarò

**Gruppo di Lavoro A.1.2**  
**Capogruppo:** Giuliano Sauli  
Silvio Borlenghi  
Emilia Guastadisegni  
Lorenzo Lombardi  
Aldo Ponis  
Dorina Spoglianti

**Gruppo di Lavoro A.1.3**  
**Capogruppo:** Fabio Terragni  
Emmanuel Rossi  
Chiara Pochetti  
Andrea Zavitteri

# INDICE

## A.1.1. Politiche e strategie nazionali per la riduzione degli impatti dei sistemi di trasporto stradali sui cambiamenti climatici

Generalità sul cambiamento climatico.....	1
Quadro di riferimento delle politiche per il clima .....	7
Indagine conoscitiva delle linee di indirizzo, delle iniziative e delle strategie messe in atto a livello nazionale per la mitigazione degli impatti dei trasporti stradali sul clima .....	15
Linee di indirizzo, iniziative e strategie messe in atto a livello internazionale .....	18
L'adattamento ai cambiamenti climatici: indicazioni preliminari per il trasporto stradale .....	22
Conclusioni.....	30
Bibliografia .....	31

## A.1.2. Monitoraggio degli impatti ambientali

### Il piano di monitoraggio ambientale per grandi infrastrutture stradali

Premessa.....	33
Regolamentazione normativa e ambito di applicazione.....	33
L'approccio integrato.....	34
Appendice .....	35
Il rilievo aerofotogrammetrico finalizzato al monitoraggio della dinamica evolutiva dell'ecosistema: un esempio di metodologia applicativa.....	35

### Casistica di interventi di rivegetazione e ingegneria naturalistica in ambito viario

Premesse.....	39
Casistica degli interventi .....	39
Scarpate in rilevato o a raso.....	39
Scarpate in trincea .....	40
Opere di sostegno .....	40
Rivegetazione a lato strada .....	43
Presidi antirumore.....	44
Bibliografia .....	47

### Il monitoraggio della componente ambiente sociale nella realizzazione di grandi infrastrutture

Premessa.....	51
Gli obiettivi specifici dell'azione di monitoraggio nelle diverse fasi di realizzazione delle infrastrutture.....	52
Tre chiavi concettuali per leggere il territorio: capitalismo delle reti, piattaforma produttiva, città infinita .....	53
Dalle piattaforme produttive alle tre comunità del vivere, produrre, competere: le chiavi concettuali del monitoraggio ambientale .....	56
Gli indicatori oggettivi.....	57

### **A.1.3. Soluzioni alternative all'uso dei combustibili fossili nei sistemi di trasporto stradale**

#### **“L’intermodalità e l’uso di carburanti alternativi al servizio di uno sviluppo sostenibile”**

Autostrada del Brennero spa.....61

#### **“I progetti energia di Autostrade per l’Italia”**

Autostrade per l’Italia spa .....86

#### **“Autogrill di Brembo: un progetto attento ai principi di sostenibilità e recupero energetico”**

Autogrill group.....101

# PRESENTAZIONE

a cura di Marco Garozzo

Questo Quaderno raccoglie i contributi elaborati dal Comitato Tecnico Nazionale Italiano A.1 che nell'ambito del tema strategico "Sostenibilità dei sistemi di trasporto stradale" si è occupato della "Sostenibilità ambientale".

Il Comitato Nazionale, nell'impostare la propria attività, ha ritenuto di affrontare i lavori in assoluta assonanza alle indicazioni ed agli indirizzi messi a punto dall'omologo Comitato Internazionale il quale, a sua volta, pur includendo nell'ambito dei sottotemi un argomento di carattere generale quale quello del monitoraggio degli impatti ambientali, ha voluto caratterizzare fortemente i lavori del quadriennio attorno ad uno dei temi di maggiore attualità e discussione divenuto nel tempo – a torto o a ragione - sinonimo di sostenibilità dell'agire umano nei confronti dell'ambiente: il "Climate Change".

Il lavoro del Comitato si è dunque particolarmente focalizzato nel descrivere come il mondo delle strade italiane ha affrontato, affronta o si accinge ad affrontare il problema del Climate Change, quali sono le azioni messe in campo per contribuire alla riduzione dei gas clima-alteranti e quali sono quelle necessarie o ritenute tali per adattare i sistemi stradali.

In particolare ci si è concentrati da un lato nel censire ed analizzare le politiche nazionali e le strategie messe in atto dalle amministrazioni e dai gestori di strade per ridurre l'impatto dei sistemi di trasporto stradali sui cambiamenti climatici e dall'altro nell'analizzare quali concreti contributi fossero stati effettivamente adottati per ridurre l'utilizzo dei combustibili fossili e quindi le emissioni di gas clima-alteranti.

Dal confronto dei lavori dei Comitati internazionale e nazionale emerge con chiara evidenza una singolarità: il settore stradale italiano è dal punto di vista politico e programmatico in ritardo rispetto a tutti i Paesi con economie più sviluppate mentre, per contro, appaiono di assoluto rilievo alcune iniziative realizzate autonomamente da alcuni operatori italiani nell'ambito dell'utilizzo di energie alternative finalizzate alla riduzione del fabbisogno energetico ed impiantistico delle strade o alla sostituzione dell'uso di combustibili fossili con energie rinnovabili.

Per quanto relativo invece al tema dei monitoraggi ambientali il quadro comparativo consente di poter affermare con tranquillità – specie quando si tratta di nuove grandi realizzazioni - che l'esperienza ed il livello tecnico italiano è in linea con quello dei Paesi più avanzati ed in particolare con quelli del Nord Europa da sempre più sensibili e attenti ai temi del risparmio e della sostenibilità ambientale.

Dal punto di vista editoriale il quaderno è suddiviso in tre diverse sezioni, ognuna dedicata ad un sottotema specifico.

La prima sezione è dedicata al tema "Politiche nazionali e strategie per ridurre gli impatti dei sistemi di trasporto stradali sui cambiamenti climatici" e riassume il lavoro di indagine effettuato direttamente dal Comitato a livello di amministrazioni centrali e periferiche, utilizzando come strumento di raccolta dati un questionario messo a punto dal Comitato Tecnico Internazionale.

La seconda sezione è dedicata ai "Monitoraggi Ambientali" ed è costituita da contributi di tipo essenzialmente metodologico, distinti tra loro, ma tutti accomunati dal fatto di riferirsi alle componenti ambientali meno standardizzate e con ancora un evidente potenziale di crescita e miglioramento nelle tecniche di monitoraggio ed intervento.

La terza sezione, infine, è dedicata al tema "Soluzioni alternative all'uso dei combustibili fossili nei sistemi di trasporto stradale", e riporta tre esperienze di utilizzo di energie rinnovabili messe in atto da tre grandi Società Italiane: Autogrill, Autostrade per l'Italia e Autostrada del Brennero.

Queste tre esperienze sono state presentate al "Salone della Responsabilità Sociale d'Impresa" tenutosi a Milano lo scorso anno nel corso di una sessione organizzata dal Comitato Tecnico A1 sulla "Sostenibilità delle Strade" e sono ora riproposte nel quaderno perché si distinguono per essere tutte iniziative di alto significato tecnico e di assoluto valore internazionale.

L'impostazione e la trattazione degli argomenti non voleva e non poteva essere esaustiva rispetto a nessuno dei temi posti all'attenzione del Comitato, tuttavia si ritiene che gli argomenti esposti rappresentino, singolarmente, una fotografia dello stato dell'arte nazionale.

Il mio ringraziamento va a tutti i membri del Comitato Tecnico per il tempo dedicato ai lavori ma un riconoscimento particolare lo rivolgo agli autori dei singoli contributi che hanno reso materialmente possibile la redazione di questo Quaderno.

Ringrazio infine per la speciale collaborazione gli esperti dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) Francesca Assennato, Domenico Gaudio e Francesca Giordano.

# A.1.1. Politiche e strategie nazionali per la riduzione degli impatti dei sistemi di trasporto stradali sui cambiamenti climatici

*Francesca Assennato<sup>1</sup>, Barbara Bianchini<sup>2</sup>, Domenico Gaudioso<sup>1</sup>,  
Francesca Giordano<sup>1</sup>, Giovanni Magarò<sup>2</sup>*

## GENERALITÀ SUL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Quando si parla di clima si intende l'andamento medio delle condizioni meteorologiche rilevate in una determinata regione in un periodo di tempo prolungato.

I climi sono in gran parte dominati da elementi quali la latitudine, la topografia, la distribuzione geografica della terra e del mare, le correnti oceaniche e la natura e l'influenza della vegetazione e dei suoli.

Per clima, a livello globale, deve intendersi lo stato di equilibrio energetico tra il flusso totale di energia entrante sul nostro pianeta, che è quasi totalmente l'energia solare, ed il flusso totale di energia uscente dal nostro pianeta, che è in parte radiazione solare riflessa dall'atmosfera, dal suolo e dalle nubi, ed in parte energia emessa o irraggiata dalla Terra nel suo insieme.

I cambiamenti climatici sono, pertanto, le variazioni che interessano a livello globale il clima del nostro pianeta (cambiamento dei valori medi o delle variazioni rispetto alla media). Essi si producono a diverse scale temporali e sono relativi a tutti i parametri meteorologici: temperatura (media, massima e minima), precipitazioni, temperature degli oceani, ecc..

Il clima ha sempre subito e continuerà a subire cambiamenti dovuti a cause naturali, fra le quali possiamo annoverare minimi mutamenti della radiazione solare, eruzioni vulcaniche che possono avvolgere il pianeta con polveri che riflettono il calore del sole verso lo spazio, nonché fluttuazioni naturali del sistema climatico in sé.

La superficie terrestre è riscaldata dalla radiazione termica del sole, quando la temperatura aumenta il calore è irraggiato attraverso l'atmosfera sotto forma di raggi infrarossi, una parte dei quali viene assorbita nell'atmosfera dai gas ad effetto serra ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFC, PFC,  $\text{SF}_6$ ) per cui una parte del calore viene trattenuta. In assenza di questo processo naturale, detto appunto "effetto serra", la temperatura media globale sarebbe di circa  $-18^\circ\text{C}$ , mentre attualmente è di circa  $+15^\circ\text{C}$ .

Tuttavia, le cause naturali possono spiegare il riscaldamento globale in atto solo in parte, la comunità scientifica concorda sul fatto che esso sia dovuto alle sempre maggiori concentrazioni di gas ad effetto serra generati dalle attività antropiche (in particolare anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e Ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ )) che intrappolano il calore nell'atmosfera ed accelerano l'effetto serra naturale. Molto spesso, infatti, l'obiettivo di limitare l'aumento della temperatura del pianeta viene presentato in termini di riduzione della concentrazione atmosferica dei suddetti gas.

Tra le conseguenze negative che i cambiamenti climatici possono avere sull'uomo, sugli ecosistemi e sulle risorse si può citare:

- una polarizzazione/estremizzazione dei fenomeni meteorologici (inondazioni, ondate di calore e siccità);

<sup>1</sup> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)

<sup>2</sup> ANAS S.p.A. - Direzione generale



Danni provocati dal maltempo sulla A18 nel tratto Taormina Roccalumera



Eventi pluviometrici eccezionali provocano fenomeni di dissesto idrogeologico molto pericolosi come una strada completamente crollata a Roggiano Gravina (CS)

- l'innalzamento del livello medio dei mari;
- l'estensione della desertificazione nei paesi meridionali e la riduzione delle riserve di acqua dolce;
- l'aumento della mortalità e della morbilità connesso alla variazione della temperatura;
- la distruzione su vasta scala degli ecosistemi.

Il gap temporale tra la riduzione delle emissioni dei gas serra e la riduzione effettiva della loro concentrazione è piuttosto ampio, di conseguenza il cambiamento climatico si manifesterà per effetto delle emissioni prodotte nei decenni passati e che sono ancora oggi intrappolate nell'atmosfera. E' dunque fondamentale individuare ed attuare misure di adattamento a tali cambiamenti.

## Trend globali

In base al *Quarto rapporto di valutazione dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)*, l'aumento complessivo della temperatura media globale (sistema terra-oceano) al 2008 è stato di 0,7°C rispetto al livello pre-industriale. Il tasso di riscaldamento, pari a 0,1°C per decennio negli ultimi 100 anni, è aumentato a 0,16°C per decennio negli ultimi 50 anni.

Per quanto riguarda il trend delle precipitazioni dal 1900 al 2005, è stato osservato un aumento significativo nell'area orientale del Nord e del Sud America, nel Nord Europa e nell'Asia settentrionale e centrale, mentre una riduzione è stata rilevata nel Sahel, nel Mediterraneo, nell'Africa meridionale e in alcune parti dell'Asia meridionale. La frequenza degli eventi di precipitazione intensa è aumentata nella maggior parte delle terre emerse, coerentemente con il riscaldamento e l'aumento del vapore acqueo atmosferico.

In assenza di politiche di mitigazione, le proiezioni relative all'andamento delle temperature, basate sui sei scenari di emissione dell'IPCC per la fine del XXI secolo, indicano un aumento della temperatura globale da 1,8 a 4,0°C nel periodo 2090-2099 rispetto al periodo 1980-1999 (IPCC, 2007).

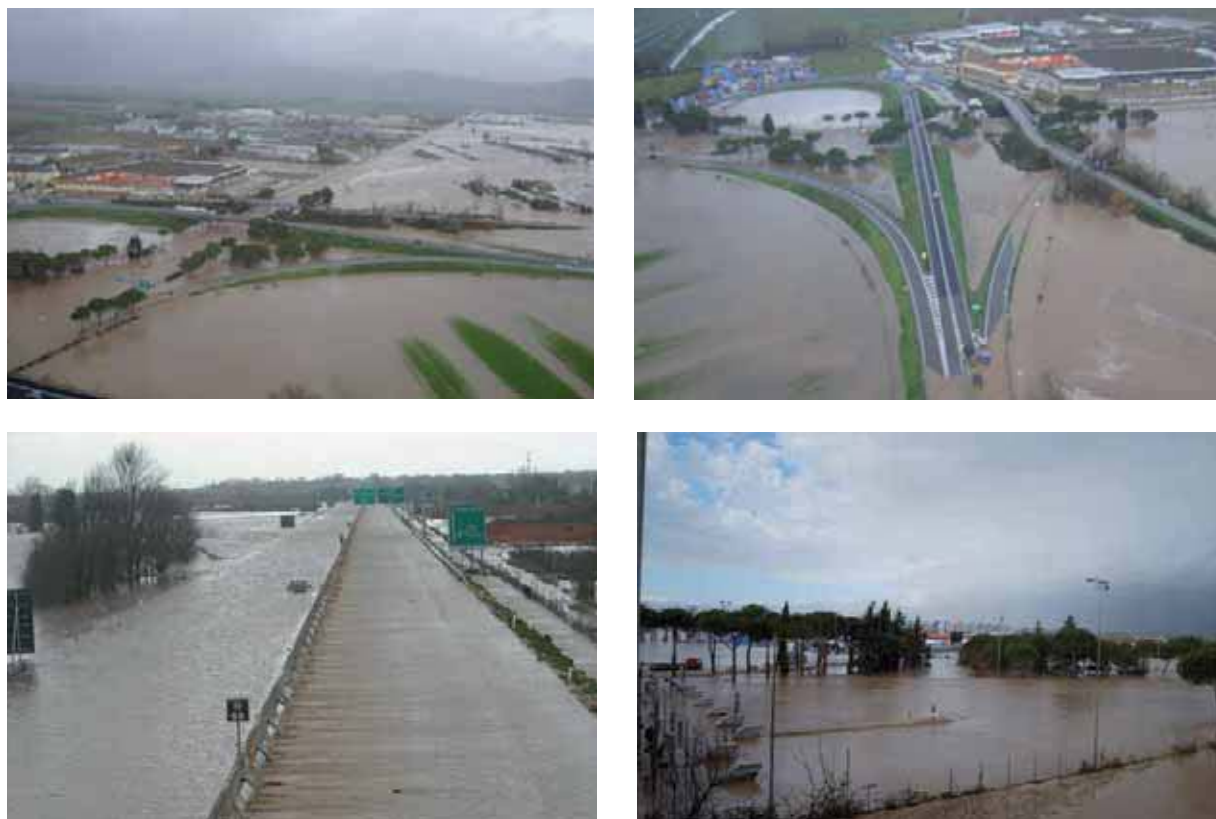
## Scenario europeo

L'aumento della temperatura in Europa al 2008, rispetto ai valori pre-industriali, è stato di circa 1,0°C per il sistema terra-oceano, 1,3°C sulla terraferma, maggiore quindi di quello globale.

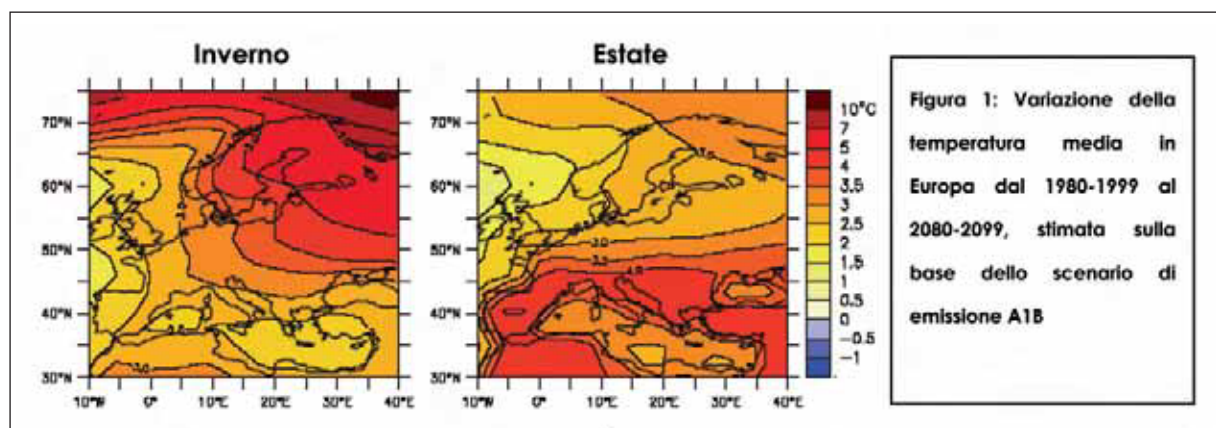
Le proiezioni indicano un aumento della temperatura media per la fine di questo secolo tra 1,0 e 5,5°C.

In base allo scenario A1B, ad esempio, i modelli climatici globali stimano un aumento della temperatura media dal 1980-1999 al 2080-2099 compreso tra 2,3 e 5,3°C nel Nord Europa e tra 2,2 e 5,1°C nel Sud Europa e nelle regioni del Mediterraneo (IPCC, 2007). Ovviamente, impiegando scenari di emissione diversi, le stime di incremento della temperatura variano sensibilmente. Nel Nord Europa il riscaldamento maggiore è previsto durante la stagione invernale, mentre nelle regioni del Mediterraneo soprattutto in estate (Figura 1).





L'alluvione del giorno di Natale (25 dicembre 2009) con la rottura dell'argine del Serchio ha provocato danni notevoli alla zona industriale che si trova in prossimità dello svincolo di Pisa Nord. Ma anche le rampe e il casello della A12 nel giorno di Natale sono letteralmente finiti sott'acqua (Foto Carabinieri e Consorzio di Bonifica)



Negli ultimi 50 anni sono stati osservati cambiamenti nella distribuzione degli estremi di temperatura e, in particolare, un aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi di caldo intenso e una diminuzione degli episodi contraddistinti dalle basse temperature. Le proiezioni confermano questo trend anche per il futuro. Per quanto riguarda le precipitazioni in Europa, durante il XX secolo è stato osservato un aumento dal 10 al 40% nelle regioni settentrionali e una diminuzione fino al 20% in alcune parti dell'Europa meridionale (EEA, 2008).

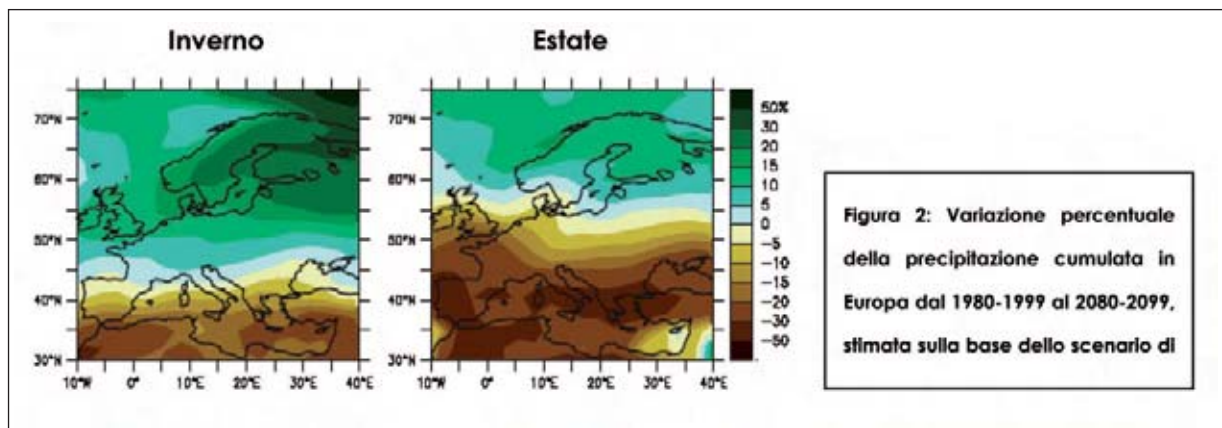
In base allo scenario A1B, i modelli climatici globali stimano un aumento della precipitazione cumulata annuale dal 1980-1999 al 2080-2099 compreso tra lo 0 e il 16% nel Nord Europa e una diminuzione tra il 4 e il 27% nel Sud Europa e nelle regioni del Mediterraneo (IPCC, 2007), più accentuata durante la stagione estiva (Figura 2). Occorre comunque tenere in considerazione il fatto che le proiezioni relative alle precipitazioni, a differenza di quelle di temperatura che sono piuttosto uniformi



Autostrada Roma-L'Aquila bloccata dalla neve



Emergenza neve



nello spazio, possono variare sensibilmente anche su distanze orizzontali ridotte, soprattutto in regioni a orografia complessa. È stato stimato inoltre un aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi estremi di precipitazione, soprattutto nelle regioni settentrionali e un aumento dei periodi di siccità, in particolare nel Sud Europa.

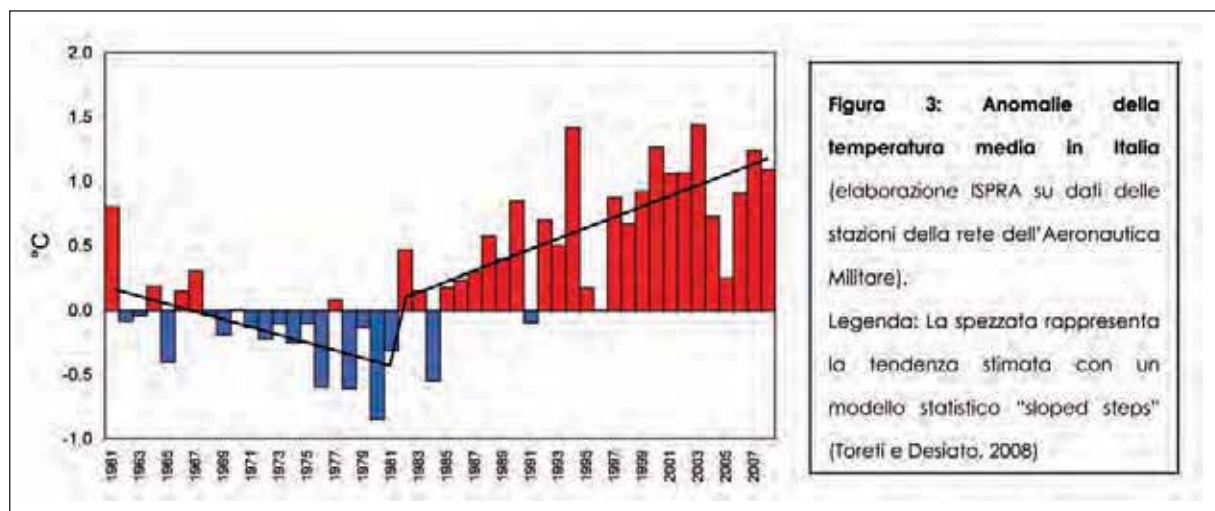
## Scenario italiano

In base agli studi del CNR-ISAC, le temperature medie annuali in Italia sono cresciute negli ultimi due secoli di  $1,7^{\circ}\text{C}$  (pari a oltre  $0,8^{\circ}\text{C}$  per secolo), ma il contributo più rilevante a questo aumento è avvenuto in questi ultimi 50 anni, per i quali l'aumento è stato di circa  $1,4^{\circ}\text{C}$  (pari a circa  $2,8^{\circ}\text{C}$  per secolo). Le analisi delle serie temporali 1961-2008 effettuate dall'ISPRA evidenziano una diminuzione della temperatura media in Italia dal 1961 al 1981 e un successivo incremento fino al 2008, per un aumento complessivo di circa  $1,0^{\circ}\text{C}$  (Figura 3).

L'aumento della temperatura media registrato in Italia nelle ultime decadi è superiore a quello medio globale. In particolare, nel 2007 e 2008 le anomalie rispetto al trentennio 1961-1990 sono state rispettivamente  $+1,24$  e  $+1,09^{\circ}\text{C}$ , contro una media globale di  $0,67$  e  $0,53^{\circ}\text{C}$  (ISPRA, 2009). Un'analisi delle tendenze su base stagionale dettagliata per l'Italia settentrionale, centrale e meridionale indica che l'aumento della temperatura media è significativo ovunque in autunno dal 1970 e in estate dal 1980, mentre nell'intero periodo 1961-2006 è significativo al Nord in inverno e al Centro-Sud in primavera (Toreti *et al.*, 2009). La tendenza al riscaldamento si evince anche dall'analisi dei valori estremi di temperatura. Nel periodo 1961-2008, mediante *trend analysis*, sono stati stimati un aumento medio del 12% di "giorni estivi"<sup>3</sup> e un aumento medio del 42% di "notti tropicali"<sup>4</sup> rispetto alla media climatologica (ISPRA, 2009).

<sup>3</sup> Numero di giorni con temperatura massima dell'aria maggiore di  $25^{\circ}\text{C}$

<sup>4</sup> Numero di giorni con temperatura minima dell'aria maggiore di  $20^{\circ}\text{C}$



Teramo-mare: tratto franato durante l'alluvione dell'aprile 2010



Valtellina

Per quanto riguarda le tendenze delle precipitazioni nel lungo periodo, gli studi del CNR (Brunetti et al., 2006) indicano che *"i trend sono generalmente negativi, anche se solo di lieve entità e spesso poco significativi dal punto di vista statistico. L'entità della riduzione delle precipitazioni risulta dell'ordine del 5% per secolo; essa sembra dovuta principalmente alla primavera, stagione nella quale la riduzione delle precipitazioni risulta vicina al 10% per secolo"* (Nanni e Prodi, 2008).

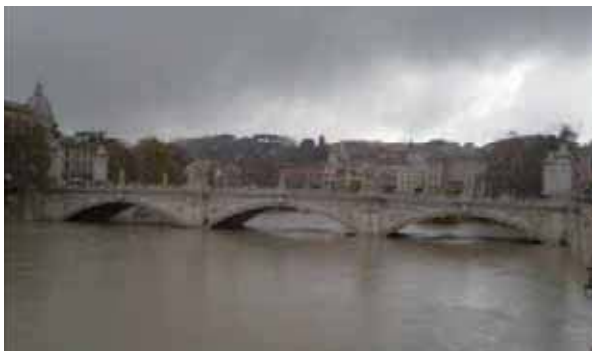
Le analisi delle serie annuali e stagionali delle anomalie di precipitazione dell'Italia settentrionale, centrale e meridionale effettuate dall'ISPRA per il periodo più recente non indicano trend statisticamente significativi, mentre la serie invernale del Nord Italia mostra una diminuzione della precipitazione media di 1,47 mm/anno dal 1961 al 2006 (Toreti et al., 2009b).

Un'analisi preliminare degli eventi estremi di precipitazione su un campione di circa 50 stazioni non mostra alcuna tendenza statisticamente significativa dal 1950 al 2006. Tuttavia, il numero limitato di serie temporali sufficientemente continue e di qualità controllata, e la loro distribuzione non omogenea sul territorio, impediscono per il momento di arrivare a una conclusione circa l'esistenza o meno di tendenze significative sugli eventi estremi di precipitazione in Italia.

## Impatti e vulnerabilità

Osservazioni effettuate sulla terraferma e sugli oceani mostrano – come mette in evidenza il *Quarto rapporto di valutazione* dell'IPCC – che molti sistemi naturali stanno risentendo dei cambiamenti climatici a scala regionale, in particolare dell'aumento della temperatura.

Il livello del mare è aumentato a un tasso di circa 1,7-1,8 mm all'anno durante il secolo scorso, con un incremento fino a 3 mm all'anno nell'ultimo decennio, e molte regioni costiere ne stanno già sperimentando



Roma alluvione dicembre 2008

tando le conseguenze. Negli ecosistemi marini e acquatici molti cambiamenti relativi alle fasi di sviluppo degli organismi e alla distribuzione delle specie, sono stati associati all'aumento della temperatura dell'acqua, così come al cambiamento di salinità, al livello di ossigeno e alla circolazione. Per quanto riguarda i sistemi biologici terrestri, negli ultimi 30-50 anni il riscaldamento globale ha provocato un anticipo delle fasi fenologiche primaverili ed estive e il prolungamento della stagione di crescita alle latitudini medie e alte, l'aumento della vulnerabilità di alcune specie, con episodi di estinzione a livello locale.

Negli anni recenti, ripetuti incendi forestali di vaste dimensioni sono stati associati, durante la stagione calda, a episodi di siccità nell'area Mediterranea e nel Nord Africa, così come nel Nord America.

Le variazioni climatiche non hanno ripercussioni solo sui sistemi fisici e biologici, ma anche sui settori socio-economici che dipendono dalle condizioni climatiche, e che già oggi ne stanno sperimentando le conseguenze, quali in particolare l'agricoltura, la pesca, il turismo, l'energia, la salute, ma anche i servizi finanziari e le assicurazioni.

Il quadro degli impatti sul continente europeo è coerente con quello globale (EEA, 2008). Le zone montane, l'area mediterranea, le aree costiere e l'Artico sono tra le aree più vulnerabili in Europa.

A livello nazionale, le risorse idriche complessive tenderanno a diminuire nelle prossime decadi, a causa della riduzione delle precipitazioni e dell'aumento della evapotraspirazione e dei prelievi idrici. La situazione risulterà più critica nel sud Italia, dove già sussistono condizioni di stress idrico, con profonde implicazioni su agricoltura, turismo, salute, produzione industriale, urbanizzazione e, non ultimo, sul settore assicurativo. Il settore agro-forestale, in particolare, potrebbe essere influenzato da numerosi altri fenomeni collegati ai cambiamenti climatici, tra i quali la diffusione dei patogeni (EEA, 2008).

Le tendenze climatiche in atto, e quelle previste dagli scenari dell'IPCC, sposteranno a latitudini più elevate le condizioni climatiche e ambientali tipiche dell'area mediterranea. Questo significa che i sistemi ecologici, forestali e dell'ambiente naturale del mediterraneo tenderebbero a "migrare" verso l'Europa centro occidentale e settentrionale. La rapidità del cambiamento climatico in atto è però di gran lunga maggiore della velocità di colonizzazione di nuovi spazi della quale sono capaci le specie vegetali, soprattutto quelle dominanti nelle foreste: è quindi da attendersi la progressiva "disgregazione" di molti ecosistemi, con le conseguenti modifiche anche del paesaggio e con profonde implicazioni soprattutto nei settori dell'agricoltura, del turismo e tempo libero, e nel settore residenziale.

L'innalzamento del livello del mare, anche modesto, e l'acuirsi dei fenomeni estremi come le mareggiate, aggraveranno significativamente i problemi già esistenti negli ambienti marino costieri, provocando l'inondazione di alcune aree di piana costiera depresse, così come forti problemi di erosione costiera per tutte le coste basse e sabbiose, infiltrazioni di acqua salata nelle falde costiere di acqua dolce e danni alla biodiversità delle zone umide marino costiere, soprattutto se già esistono condizioni altimetriche al di sotto del livello medio del mare (ad esempio tutto l'alto Adriatico). Questo problema potrà avere forti implicazioni, oltre che sulla perdita di biodiversità, sulle attività produttive condotte nelle zone costiere, ma soprattutto sulle attività ricreative e turistiche e perfino sul patrimonio storico, artistico e culturale, come nel caso di Venezia.

Oltre ai possibili danni alle risorse naturali, all'ambiente e al territorio, alle attività economiche, si potranno avere ripercussioni secondarie non trascurabili nell'ambito del lavoro e dell'occupazione e nel campo socio-sanitario, in particolare per la popolazione più vulnerabile agli effetti dei cambiamenti del clima.

## QUADRO DI RIFERIMENTO DELLE POLITICHE PER IL CLIMA

### Le politiche internazionali

Il primo programma mondiale di ricerca sul clima viene avviato con la "Conferenza di Ginevra" nel 1979 con il sostegno del Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) e del Consiglio internazionale delle società scientifiche (ICSU). Nell'ambito di tale programma si invitavano i governi ad "evitare potenziali cambiamenti climatici originati dall'uomo che potrebbero avere ripercussioni negative sul benessere dell'umanità".

Nel 1988 è stato istituito l'Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, il gruppo intergovernativo sull'evoluzione del clima con il compito di valutare lo stato delle conoscenze scientifiche, tecniche, ambientali e socioeconomiche sulle cause e le conseguenze di un cambiamento climatico globale, di definire possibili strategie e di pubblicare periodicamente dei rapporti in merito. Ad oggi sono stati pubblicati quattro rapporti, in particolare:

Anno di pubblicazione	Rapporto di valutazione	Contenuti principali
1990	I°	Conferma su basi scientifiche che è in atto una modificazione del sistema climatico, e che questa avrà delle ripercussioni sull'ambiente, sull'economia e sulla società.
1995	II°	Dimostra che sussiste un'influenza evidente dell'uomo sul clima globale.
2001	III°	Consolida e approfondisce i risultati precedenti stabilendo, inoltre, che il riscaldamento mondiale registrato a partire dagli anni '70 non può più essere spiegato soltanto attraverso le oscillazioni climatiche naturali.
2007	IV°	Illustra come i forzanti naturali (come l'intensità della radiazione solare) sui cambiamenti climatici, rispetto all'aumento del livello di anidride carbonica nel corso del tempo siano davvero poco influenti. Nel suo complesso si caratterizza, rispetto ai precedenti rapporti, per una maggiore attenzione dedicata ai cambiamenti climatici su scala regionale, in particolare a quelli che hanno interessato le regioni mediterranea, artica e antartica.

Nel 1992, viene siglata a Rio de Janeiro la “Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici”, ratificata nel corso dei successivi 10 anni da 189 paesi, il cui organo attuativo, istituito con il compito di rivedere i contenuti della convenzione stessa e monitorare le emissioni per controllare che i Paesi aderenti siano più o meno in linea con gli impegni assunti, è la **Conferenza delle Parti** (COP).

La Convenzione rafforza l'impegno dei Paesi firmatari a ridurre le concentrazioni di gas a effetto serra nell'atmosfera a un livello tale che sia esclusa qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul clima.

Nel 1997, nell'ambito della “Conferenza di Kyoto” (COP3), viene approvato il primo trattato internazionale sui cambiamenti climatici “Protocollo di Kyoto”. Con tale Protocollo, i governi di tutto il mondo si sono impegnati a ridurre globalmente, tra il 2008 e il 2012, del 5% le emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990. Il Protocollo è entrato in vigore il 16 febbraio 2005 dopo la ratifica della Russia.

Nel corso della “Conferenza di Montreal” (COP11) tenutasi nel 2005 sono state adottate tutte le misure necessarie a garantire l'attuazione del Protocollo e sono stati definiti gli impegni dei singoli Paesi, ciò al fine di garantirne la prosecuzione anche dopo il 2012, termine del “primo periodo di adempimento” (2008-2012).

In occasione di tale conferenza, il Protocollo è stato allargato a più di 150 Paesi, sotto la guida di Europa, Russia, Giappone e Canada. Gli Stati Uniti, invece, nonostante il rifiuto a sottoscrivere il Protocollo, si sono impegnati a concordare azioni comuni aderendo alla convenzione sul clima e promuovendo “un dialogo non vincolante” finalizzato a trovare una soluzione al problema dell'effetto serra.

Nel 2006, durante la “Conferenza di Nairobi” (COP12), la Comunità Internazionale ha ribadito la centralità del Protocollo di Kyoto riconoscendolo come unico strumento multilaterale in grado di rispondere alla minaccia dei cambiamenti climatici. Al termine dei lavori è stato, inoltre, raggiunto un accordo sulla necessità di dimezzare entro il 2050 le emissioni di gas serra, con l'obiettivo di tenere sotto controllo i cambiamenti climatici e porre le basi per estendere l'efficacia del Protocollo stesso oltre il 2012, prevedendone a partire dal 2008 una revisione al fine di poter estendere a Paesi come Stati Uniti, Australia, Brasile, India, Cina, Sudafrica e Messico, i target vincolanti.

Dalla Conferenza di Nairobi emerge comunque che il ritardo d'intervento avrà un costo più alto dell'intervento stesso, infatti, i danni conseguenti il verificarsi di calamità legate al cambiamento climatico (distruzione di ecosistemi, riduzione delle risorse idriche disponibili, salinizzazione degli acquiferi, ecc.) vengono stimati tra il 5 ed il 20% del PIL mondiale.

Nel febbraio 2007, nel corso della "Conferenza internazionale sul clima e l'ambiente di Parigi", 46 Paesi, tra cui l'Italia, hanno confermato il loro impegno ad affrontare il problema dei cambiamenti climatici, sottoscrivendo un documento che ribadisce la necessità di una azione internazionale volta ad una crescita che rispetti l'ambiente e fronteggi i mutamenti climatici.

Nel 2007, il Protocollo di Kyoto è stato ratificato anche dall'Australia, inoltre, in occasione della Conferenza della Nazioni Unite tenutasi a Bali lo stesso anno (COP13) sono stati definiti quali strumenti di azione lo stanziamento di fondi per gli interventi di adattamento ai cambiamenti climatici, i meccanismi contro la deforestazione ed il trasferimento delle tecnologie.

Nel dicembre 2008 a Poznan, in Polonia (COP14) più di 200 delegazioni fra Stati e organizzazioni non governative hanno partecipato alla Conferenza ONU sui cambiamenti climatici. Da sottolineare la posizione assunta in occasione di tale evento dagli Stati Uniti che hanno manifestato la loro intenzione ad impegnarsi nella riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra con l'obiettivo temporale del 2020, in linea con l'Unione Europea.

Nel corso del Vertice G8 del luglio 2009 è stato raggiunto un accordo sull'obiettivo di ridurre le emissioni globali di gas ad effetto serra del 50% entro il 2050, sulla necessità che tutti i paesi si impegnino a promuovere azioni volte alla riduzione delle emissioni a livello nazionale, ed è stato preso un impegno a raddoppiare entro il 2015 gli investimenti pubblici in ricerca e sviluppo e a creare incentivi allo sviluppo, alla diffusione ed al trasferimento di tecnologie a basse emissioni di carbonio.

A settembre 2009, a Ginevra, si è svolta la Terza Conferenza mondiale sul clima organizzata dall'Organizzazione Meteorologica il cui tema principale è stato l'adattamento alle variazioni climatiche. La conferenza ha stabilito un "Quadro Mondiale per i Servizi Climatici" ("Global Framework for Climate Services"), ovvero un sistema internazionale con il compito di indirizzare lo sviluppo di servizi per il clima che colleghino le informazioni scientifiche e gli scenari sul cambiamento climatico con le problematiche di gestione del rischio e gli interventi di adattamento.

A Copenhagen nel dicembre 2009, nell'ambito della 15° Conferenza sul clima (COP15) i principali paesi responsabili delle emissioni di gas ad effetto serra hanno presentato, anche se non in modo vincolante, i propri impegni:

- per gli Stati Uniti una riduzione del 17% al 2020 rispetto al 2005;
- per la Cina una riduzione delle proprie emissioni, per unità di prodotto interno lordo, del 40-45% entro il 2020, rispetto ai livelli del 2005;
- per l'India una riduzione del 20% entro il 2020;
- per il Giappone una riduzione delle emissioni dei gas serra del 25% da qui al 2020 rispetto ai livelli del 1990;
- per la Russia una riduzione del 20-25% rispetto al 1990, entro il 2020;
- per l'Unione Europea una riduzione delle emissioni del 30% entro il 2020 e tra l'80 e il 95% al 2050.

## Le politiche europee

L'Unione Europea ha svolto un ruolo fondamentale nella promozione delle azioni internazionali mirate a contrastare il cambiamento climatico e nelle trattative per la definizione della Convenzione quadro dell'ONU sul cambiamento climatico (1992) e del Protocollo di Kyoto (1997).

La convenzione quadro è stata ratificata dalla Comunità europea con decisione 94/96/CE del 15 dicembre 1993 ed è entrata in vigore il 21 marzo 1994. Nel marzo del 2000 è stato avviato il Programma europeo per il cambiamento climatico (PECC) che prevede:

- l'avvio di un programma di scambio delle quote di emissione;
- il miglioramento dei consumi di carburante degli autoveicoli ed il miglioramento del rendimento energetico degli edifici;

- l'incremento dell'impiego di fonti di energia rinnovabile;
- la promozione della generazione combinata di calore ed elettricità;
- il controllo dei gas fluorurati ad effetto serra;
- la riduzione delle emissioni di metano dalle discariche;
- la sensibilizzazione dei cittadini;
- lo sviluppo e l'adozione di tecnologie a ridotto impatto ambientale.

Relativamente al settore dei trasporti, nel settembre 2001 la Commissione Europea ha presentato il libro bianco *“La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte”*, con il quale propone circa sessanta misure per realizzare un sistema capace di riequilibrare le modalità di trasporto, rilanciare le ferrovie, promuovere il trasporto marittimo e fluviale e controllare la crescita del trasporto aereo.

Con decisione 2002/358/CE del Consiglio è stato approvato il Protocollo di Kyoto allegato alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici e l'esecuzione congiunta degli impegni che ne derivano.

Con Decisione del Parlamento europeo e del Consiglio n. 280/2004/CE dell'11 febbraio 2004, l'UE ha istituito un meccanismo di controllo e di comunicazione delle emissioni per poter valutare in modo più accurato i progressi realizzati nella riduzione delle emissioni antropiche di gas serra finalizzata ad onorare gli impegni assunti dalla Comunità in base alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e al protocollo di Kyoto. Tale meccanismo consente, inoltre, alla Comunità Europea di verificare le informazioni trasmesse al Segretariato dell'UNFCCC, che devono essere complete, precise, coerenti, trasparenti e comparabili.

Con la suddetta Decisione è stato stabilito che gli Stati membri e la Commissione elaborano, pubblicano e attuano, rispettivamente, programmi nazionali e un programma comunitario volti, da un lato, a limitare o ridurre le emissioni prodotte da fonti antropiche sul loro territorio e, dall'altro, ad incrementare l'assorbimento, tramite pozzi, dei gas ad effetto serra che non sono inclusi nel protocollo di Montreal. In particolare la decisione precisa che i programmi nazionali dovranno contenere informazioni riguardanti:

- gli effetti delle politiche e delle misure nazionali sulle emissioni e sull'assorbimento per gas e per settore;
- le stime nazionali delle emissioni e dell'assorbimento di CO<sub>2</sub> e di altri gas serra per il 2005, 2010, 2015 e 2020;
- le misure adottate o previste per mettere in atto le politiche comunitarie nell'ottica di rispettare gli impegni assunti nell'ambito del protocollo di Kyoto.

Inoltre, gli Stati membri dovranno comunicare alla Commissione, al massimo entro il 15 gennaio di ogni anno, informazioni riguardanti:

- le emissioni provvisorie dei seguenti gas: monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e composti organici volatili (COV) nel corso dell'anno precedente all'ultimo anno trascorso nonché i dati definitivi relativi all'anno precedente agli ultimi due anni trascorsi;
- le emissioni di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), idrofluorocarburi (HFC), perfluorocarburi (PFC) ed esafluoro di zolfo (SF<sub>6</sub>), nel corso dell'anno precedente all'ultimo anno trascorso;
- le emissioni di gas serra dovute all'uso del terreno o alla silvicoltura nel corso dell'anno precedente all'ultimo anno trascorso;
- la contabilità delle emissioni e degli assorbimenti dovuti all'uso del terreno e alla silvicoltura per il periodo compreso tra il 1990 e l'anno precedente all'ultimo anno trascorso;
- i dati inseriti nei registri nazionali creati a norma della direttiva 2003/87/CE;
- gli indicatori utilizzati nel corso dell'anno precedente all'ultimo anno trascorso.

A tal fine si prevede l'istituzione di inventari nazionali che consentano di stimare le emissioni e l'assorbimento dei gas serra sul territorio. A sua volta la Commissione preparerà un rapporto sui gas serra all'interno della Comunità da trasmettere agli Stati membri entro il 28 febbraio e al Segretariato dell'UNFCCC entro il 15 aprile di ogni anno.

Nel 2005, sulla base del PECC, l'Unione Europea ha elaborato una strategia finalizzata alla riduzione delle emissioni con l'obiettivo di contenere l'aumento della temperatura a 2°C rispetto ai livelli preindu-



striali. Nel rivedere le misure identificate dal Programma, la nuova strategia prende in considerazione anche il problema delle emissioni dei trasporti su strada e per via aerea, lo sviluppo di tecnologie di cattura e immagazzinamento del carbonio e le strategie di adattamento agli effetti del cambiamento climatico.

Nel marzo del 2007 il Consiglio Europeo, nel sottolineare l'importanza del contenimento dell'aumento della temperatura media globale, ha individuato come principale strumento per il raggiungimento di questo obiettivo l'integrazione della politica climatica con quella energetica, ed ha fissato per il 2020 i seguenti obiettivi:

- ridurre le emissioni dei gas ad effetto serra almeno del 20% rispetto ai valori del 1990, obiettivo che potrà essere incrementato al 30% a condizione che altri paesi sviluppati e in via di sviluppo si impegnino ad analoghe riduzioni delle emissioni e a contribuire adeguatamente, sulla base delle loro responsabilità e rispettive capacità;
- aumentare l'efficienza energetica con l'obiettivo di ridurre del 20% rispetto alle proiezioni per il 2020 I consumi energetici dell'Unione Europea;
- promuovere lo sviluppo delle energie rinnovabili fissando l'obiettivo vincolante che prevede una quota del 20% di energie rinnovabili nel totale dei consumi energetici dell'UE entro il 2020 e una quota minima del 10% di biocarburanti sul totale dei consumi di benzina e gasolio per autotrazione dell'UE entro il 2020.

Ad aprile del 2009 il Consiglio dell'Unione Europea ha approvato il **Piano europeo per l'energia e il clima** per il conseguimento degli obiettivi sopra citati (Strategia 20-20-20). Nel Piano sono definiti i contributi di ciascuno Stato membro e le modalità con cui l'UE intende adempiere all'impegno di riduzione delle emissioni di gas serra dal 2013 al 2020 e con cui intende promuovere l'adozione di fonti energetiche rinnovabili. In particolare per il settore dei trasporti viene stabilito dal Piano che ogni Stato dovrà assicurare che la quota di energia da fonti rinnovabili nel 2020 sia almeno pari al 10% del consumo finale di energia nell'intero settore.

In termini di mitigazione, la Commissione Europea il 30 settembre 2009 ha, inoltre, adottato il piano d'azione sulla mobilità urbana, che propone una ventina di misure per incoraggiare e aiutare le autorità locali, regionali e nazionali nella realizzazione dei loro obiettivi per una mobilità urbana sostenibile. Con il piano d'azione, la Commissione Europea presenta per la prima volta un pacchetto completo a supporto del settore della mobilità urbana.

In considerazione dell'inevitabile impatto del cambiamento climatico e della vulnerabilità di alcune regioni europee, oltre alla sopra descritta politica di mitigazione, l'Unione Europea ha definito una politica di adattamento, approvata nel 2009 con il **Libro Bianco sull'adattamento ai cambiamenti climatici**. Tale politica si pone come obiettivi l'approfondimento scientifico degli effetti dei cambiamenti climatici, l'integrazione delle misure di adattamento in tutte le politiche degli Stati membri, il potenziamento della capacità di risposta agli effetti del cambiamento climatico.

## Le politiche nazionali

Fin dagli anni novanta l'Italia, con l'assunzione di impegni internazionali, ha promosso una politica di protezione dell'atmosfera, è, infatti del 15 gennaio 1994 la Legge n. 65 che ha ratificato la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici e del febbraio 1994 la delibera CIPE che ha approvato il "Programma nazionale per il contenimento delle emissioni di anidride carbonica" che rappresenta il primo provvedimento nazionale in attuazione degli impegni della Convenzione stessa.

Nel gennaio 1995 l'Italia ha trasmesso alle Nazioni Unite e all'Unione Europea la Prima Comunicazione Nazionale alla Convenzione quadro sui cambiamenti climatici e con Delibera CIPE del 19 novembre 1998 ha approvato le "Linee guida per le politiche e le misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra", che definiscono i criteri, i tempi e le azioni per il conseguimento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra fissato dal Protocollo di Kyoto e dalle decisioni dell'Unione Europea. In Italia la firma del Protocollo di Kyoto è stata ratificata con la Legge 120/2002. La legge ha stabilito che:

1. l'Italia dovrà ridurre le proprie emissioni di gas serra del 6,5%, entro il 2012, rispetto ai livelli del 1990;

2. le politiche e misure di riduzione delle emissioni dovranno essere finalizzate a:
- miglioramento dell'efficienza energetica del sistema economico nazionale;
  - promozione della differenziazione delle fonti energetiche e della sicurezza energetica;
  - aumento della quantità di fonti rinnovabili sull'offerta totale di energia;
  - promozione dell'innovazione tecnologica nei settori dei trasporti ed energetico;
  - promozione delle attività agricole e forestali e sostenibili, e dei relativi "sinks" di carbonio;
  - incremento e il miglioramento della cooperazione tecnologica internazionale al fine di supportare la partecipazione di imprese italiane al "Clean Development Mechanism"<sup>5</sup> e alla "Joint Implementation"<sup>6</sup>.

La legge prevedeva, inoltre, che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare presentasse al CIPE un *Piano di Azione Nazionale per la riduzione dei livelli di emissione dei gas serra e l'aumento del loro assorbimento* (PAN).

Tale Piano, trasmesso al CIPE nell'ottobre del 2002 ed approvato con Delibera n. 123/2002, individuava i programmi e le misure da adottare per rispettare l'obiettivo di riduzione delle emissioni dei gas serra attribuito all'Italia secondo il quale nel periodo 2008-2012 le emissioni dovranno essere ridotte del 6,5%, rispetto al 1990. In particolare il PAN individua tre diversi gruppi di misure:

- le misure incluse nello scenario di riferimento, definito sulla base delle misure già adottate, anche se non ancora attuate, finalizzate alla promozione dello sviluppo economico dell'Italia, che hanno come effetto collaterale la riduzione delle emissioni;
- le misure da attuare nel settore agricolo e forestale per aumentare la capacità di assorbimento del carbonio;
- le ulteriori misure di riduzione da attuare sia a livello interno, sia mediante i meccanismi di cooperazione internazionale per colmare un eventuale gap rispetto all'obiettivo fissato.

Per il **settore trasporti** il Piano prevedeva, relativamente alle misure incluse nello scenario di riferimento:

- autobus e veicoli privati con carburanti a minor densità di carbonio (Gpl, metano);
- sistemi di ottimizzazione e collettivizzazione del trasporto privato;
- rimodulazione dell'imposizione sugli oli minerali;
- attivazione sistemi informatico-telematici;
- sviluppo delle infrastrutture nazionali e incentivazione del trasporto combinato su rotaia e del cabotaggio.

Con riferimento, invece, alle opzioni per ulteriori misure di riduzione delle emissioni:

#### *Misure tecnologiche*

- sostituzione delle auto circolanti con auto a bassi consumi e emissioni (120 g CO<sub>2</sub>/Km);
- miglioramento efficienza energetica dei veicoli da trasporto pesante;
- miscelazione del gasolio per autotrazione con biodiesel fino al 5%;
- revisione metodo calcolo taxa proprietà veicoli e correlazione con revisioni periodiche.

#### *Misure infrastrutturali*

- riorganizzazione traffico urbano;
- promozione reti ferroviarie regionali e connessioni con parcheggi scambiatori;
- piani urbani della mobilità (PUM);
- soluzioni telematiche per i trasporti.

<sup>5</sup> Clean Development Mechanism (CDM): consente ai Paesi industrializzati e a economia in transizione di realizzare progetti nei Paesi in via di sviluppo, che producano benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni di gas serra e di sviluppo economico e sociale dei Paesi ospiti e nello stesso tempo generino crediti di emissione per i Paesi che promuovono gli interventi

<sup>6</sup> Joint Implementation (JI): consente ai Paesi industrializzati e a economia in transizione di realizzare progetti per la riduzione delle emissioni di gas serra in un altro Paese dello stesso gruppo e di utilizzare i crediti derivanti, congiuntamente con il Paese ospite

Con la stessa Delibera il CIPE istituiva, nell'ambito della Commissione VI "Sviluppo Sostenibile", il Comitato Tecnico emissioni gas-serra (CTE), presieduto da un rappresentante del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e composto dai rappresentanti dei Ministeri dell'Economia e delle Finanze, delle Attività produttive, delle Infrastrutture e dei Trasporti, delle Politiche Agricole, dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, degli Affari Esteri, del Dipartimento per gli Affari Regionali, nonché della Conferenza Stato-Regioni, individuando tra le competenze del Comitato:

- la predisposizione, sulla base delle informazioni fornite dalle amministrazioni interessate, di un rapporto sullo stato di attuazione delle misure previste dal Piano Nazionale e sull'andamento delle emissioni rispetto a quanto previsto nello scenario di riferimento;
- la formulazione di eventuali proposte di modifica dei livelli massimi di emissione di gas serra fissati per il periodo 2008-2012, coerentemente quanto già realizzato o da realizzare per rispettare gli impegni di cui alla Legge n. 120/2002;
- la presentazione alla predetta Commissione VI del programma delle ulteriori misure necessarie per rispettare l'obiettivo di cui alla legge n. 120/2002.

La Delibera 123/2002 prevedeva, inoltre, che a partire dal 2003 una sezione del Documento di programmazione economica-finanziaria (DPEF) fosse dedicata al Piano Nazionale con l'individuazione degli strumenti necessari al raggiungimento degli obiettivi previsti.

Con riferimento specifico ai rischi legati ai cambiamenti climatici, la prima azione dello Stato è rappresentata dalla Legge n. 296/2006 (Legge finanziaria 2007). Il programma di Governo prevedeva, infatti, il miglioramento dell'efficienza energetica, lo sviluppo di fonti rinnovabili, la diffusione della cogenerazione e un investimento significativo nella ricerca, con una azione volta sia alla domanda che all'offerta di energia al fine di poter ottenere un vantaggio economico e competitivo sia per le imprese che per i cittadini.

In quest'ottica, nel maggio del 2007 il Governo ha avviato il "Primo progetto di innovazione industriale sull'efficienza energetica" che ha finanziato progetti di innovazione industriale.

A giugno del 2007 la Commissione ambiente della Camera dei Deputati ha approvato una relazione sulle tematiche relative ai cambiamenti climatici le cui finalità erano il rispetto degli impegni assunti a livello internazionale attraverso l'adozione di misure volte al risparmio energetico e all'efficienza energetica nell'edilizia e nei trasporti, allo sviluppo delle fonti rinnovabili e della ricerca delle tecnologie, allo sviluppo della cultura e dell'educazione ambientale ed al rafforzamento degli accordi internazionali.

Il suddetto documento evidenziava, inoltre, la necessità di riformare l'organizzazione dello Stato e della Pubblica amministrazione prevedendo la piena condivisione delle linee di intervento per la protezione del clima ai vari livelli di governo, anche in considerazione del fatto che le Amministrazioni Regionali hanno facoltà di legiferare sui principali settori responsabili delle emissioni dei gas ad effetto serra, ovvero industria, trasporti ed edilizia.

Nel settembre 2007, si è tenuta a Roma la Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici, i cui lavori hanno portato alla definizione di un manifesto per il clima "Un New Deal per l'adattamento sostenibile e la sicurezza ambientale" che riconosce il cambiamento climatico come un problema nazionale e stabilisce che le strategie per contrastarlo devono essere indirizzate sia alla riduzione delle emissioni (mitigazione) che al contenimento degli effetti negativi sulla salute, sulla qualità della vita, sul territorio e sull'economia (adattamento).

Con la Legge 24/2007 (Finanziaria 2008) è stato confermato il sostegno economico del Governo alla promozione delle fonti rinnovabili, finalizzata al raggiungimento degli obiettivi della Strategia Europea 20-20-20.

Con Delibera CIPE 16/2009, prendendo atto dell'esigenza segnalata dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare di un aggiornamento della strategia nazionale di riduzione delle emissioni, è stato ricostituito il CTE integrandolo con due rappresentanti della Presidenza del Consiglio dei Ministri, rispettivamente del Dipartimento per la programmazione ed il coordinamento della politica economica e del Dipartimento per il coordinamento delle politiche comunitarie.

Nel 2009 con il Piano europeo per l'energia ed il clima è stato assegnato all'Italia come obiettivo minimo la riduzione delle emissioni del 13% al 2020 rispetto ai livelli di emissioni di gas effetto serra

del 2005 e l'incremento della quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia al 17% al 2020.

Per raggiungere tali obiettivi e così come indicato dalla Commissione Europea, il Ministero dello Sviluppo Economico ha elaborato, congiuntamente con i Ministeri dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, il **Piano di Azione Nazionale per le energie rinnovabili**. Tale documento programmatico è stato pubblicato sul sito del Ministero e sarà trasmesso alla Commissione Europea.

Il Piano di azione nazionale contiene un insieme di misure economiche e non, di supporto, di cooperazione internazionale e misure trasversali, ovvero quelle mirate alla rimozione o riduzione di difficoltà correlate al raggiungimento degli obiettivi, quali ad esempio i procedimenti autorizzativi, lo sviluppo delle reti di trasmissione e distribuzione per un utilizzo intensivo ed intelligente del potenziale rinnovabile, le specifiche tecniche di apparecchiature e impianti, la certificazione degli installatori.

Il monitoraggio statistico, tecnico, economico, ambientale e delle ricadute industriali connesse allo sviluppo del Piano di azione verrà effettuato dal Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e con il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali con il supporto operativo del GSE-Gestore dei Servizi Energetici, che implementerà e gestirà un apposito Sistema Italiano di Monitoraggio delle Energie Rinnovabili (SIMERI).

In ottemperanza a quanto previsto dagli articoli 4 e 12 della Convenzione Quadro sui cambiamenti climatici e dalla Decisione 280/2004 del Parlamento Europeo, l'Italia elabora periodicamente Comunicazioni Nazionali e l'inventario delle emissioni in atmosfera.

A febbraio 2010 è stata trasmessa al Segretariato della Convenzione quadro ed alla Commissione Europea la 5<sup>a</sup> Comunicazione Nazionale, sottoscritta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare a novembre 2009. Tale Comunicazione aggiorna:

- la valutazione sulla vulnerabilità e sugli impatti dei cambiamenti climatici e sulle relative misure di adattamento;
- le informazioni sulla cooperazione bilaterale e multilaterale in materia di trasferimento di tecnologie e sui relativi aiuti finanziari;
- le attività italiane di ricerca e di osservazione sistematica sui cambiamenti climatici, sia a livello regionale che globale;
- le iniziative italiane in materia di informazione, formazione e partecipazione, sia a livello nazionale che locale, promosse dalle autorità di governo, regionali e locali, dalle imprese private, dalle università ed istituzioni scientifiche, e dalle organizzazioni non governative.

La Comunicazione evidenzia, in particolare, che il settore trasporti influisce per il 23% circa sul totale delle emissioni di gas ad effetto serra attribuendo questa circostanza al fatto che il numero di veicoli circolanti è molto alto e che l'Italia ha la più elevata concentrazione del mondo di auto private pro capite.

Negli anni la domanda di trasporto, ed in particolare del trasporto su strada, è notevolmente aumentata con un conseguente aumento dei consumi di carburante e quindi delle emissioni. Nel documento vengono indicati come elementi maggiormente critici dei sistemi di trasporto italiani:

- l'uso massiccio di auto private;
- la congestione del traffico (soprattutto nelle aree urbane);
- l'allarmante aumento degli inquinanti atmosferici ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ , PB,  $\text{C}_6\text{H}_6$ , ecc.);
- l'insufficienza del sistema di trasporto pubblico.

Negli ultimi dieci anni il fabbisogno energetico del settore dei trasporti è aumentato di circa il 33% ed è costituito quasi interamente dal petrolio, pertanto, nonostante gli sforzi dell'industria automobilistica di ridurre le emissioni di  $\text{CO}_2$  delle nuove autovetture, non è stato ancora possibile invertire il trend che vede il costante aumento dei consumi e delle emissioni.

Sicuramente l'aumento del costo dei carburanti e la crisi economica hanno influenzato anche il settore dei trasporti con un ridimensionamento della richiesta delle auto a benzina a favore di quelle diesel e di quelle che utilizzano carburanti alternativi (metano, GPL, ibride), infatti già all'inizio del 2009 si è registrato un forte incremento del numero dei veicoli "ecologici".

Relativamente alle politiche ed alle misure attuate e/o pianificate che hanno dimostrato avere un

effetto sulla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra, la 5<sup>a</sup> Comunicazione Nazionale riporta per il settore dei trasporti:

- l’espansione delle infrastrutture, intesa come realizzazione di reti ad alta velocità ed alta capacità;
- la promozione delle modalità di trasporto con minori livelli di emissione;
- il rinnovamento del parco veicoli;
- l’impiego di carburanti con minore contenuto di carbonio.

Il 22 aprile 2010 l’ISPRA ha presentato l’ultima edizione dell’inventario Nazionale delle emissioni in atmosfera che raccoglie i dati delle emissioni in aria dei gas serra, delle sostanze acidificanti ed eutrofizzanti, dei precursori dell’ozono troposferico, del benzene, del particolato, dei metalli pesanti, degli idrocarburi policiclici aromatici, delle diossine e dei furani. Le emissioni provenienti da oltre 300 attività antropiche e biogeniche vengono stimate secondo la metodologia CORINAIR e trasmesse tramite il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, alla Commissione Europea, alla Convenzione sull’inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (CLRTAP) e al Segretariato della Convenzione-quadro sui cambiamenti climatici (UNFCCC). L’aggiornamento della metodologia e dei fattori di emissione viene svolta nell’ambito della Task Force ONU sugli inventari di emissioni e proiezioni (TFEIP-UNECE) e nei working group dell’IPCC. L’informazione prodotta viene diffusa nella rete EIONET dell’Agenzia Europea dell’Ambiente e inserita nel Sistema Statistico Nazionale (SISTAN). Le principali basi dati prodotte sono:

- banca dati delle emissioni nazionali in atmosfera;
- banca dati delle emissioni provinciali in atmosfera;
- banca dati dei fattori di emissione in atmosfera.

Dal rapporto emerge una diminuzione delle emissioni di gas serra nel periodo 2008-2009, sebbene il raggiungimento dell’obiettivo tracciato nel protocollo di Kyoto sia ancora lontano. Nello specifico, in Italia, si assiste nel 2008 ad un decremento del 2% rispetto al 2007 che, secondo i dati preliminari relativi al 2009, avrebbe raggiunto il 9%, probabilmente anche grazie alla crisi economica.

## **INDAGINE CONOSCITIVA DELLE LINEE DI INDIRIZZO, DELLE INIZIATIVE E DELLE STRATEGIE MESSE IN ATTO A LIVELLO NAZIONALE PER LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI DEI TRASPORTI STRADALI SUL CLIMA**

.....

### **Presentazione del lavoro di ricerca**

Al fine di effettuare una ricognizione ed una analisi delle politiche nazionali, regionali e locali e delle strategie messe in atto al fine di ridurre gli impatti dei sistemi di trasporto stradale sui cambiamenti climatici, è stato tradotto in italiano il questionario messo a punto dal corrispondente Comitato tecnico internazionale.

Le domande inserite nel questionario possono essere ricondotte a cinque temi fondamentali:

- politiche e strategie per la pianificazione, la realizzazione e la gestione delle infrastrutture di trasporto che tengano conto del cambiamento climatico;
- sistemi per il monitoraggio delle emissioni di gas serra;
- misure per la compensazione, la mitigazione e la riduzione delle emissioni e dei relativi effetti;
- valutazione della vulnerabilità al cambiamento climatico;
- valutazione del rischio del cambiamento climatico.

A dicembre 2009 il questionario è stato inviato a tutte le Amministrazioni Regionali, ad alcuni Comuni metropolitani (Roma, Milano, Napoli), alle principali Società Concessionarie Autostradali e ad alcune Associazioni ed Enti che a diverso titolo si occupano di inquinamento atmosferico e cambiamento climatico.

Nonostante il termine fissato per la trasmissione al Comitato Tecnico dei questionari compilati sia stato più volte prorogato, sono pervenute solo le risposte di sei Regioni, di una Concessionaria Autostradale (Mi-

lano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.A.) e della Società ENI S.p.A.. Nel paragrafo che segue si riporta per ciascuna delle domande una sintesi delle risposte ottenute mentre in allegato (n. 1) sono riportati i questionari per intero delle Amministrazioni/Società che ne hanno consentito la pubblicazione<sup>7</sup>.

## Sintesi dei risultati

*Domanda n. 1: La vostra Amministrazione/Associazione/Ente/Società ha un piano di valutazione strategico che tiene conto del cambiamento climatico?*

Delle sei Amministrazioni regionali che hanno risposto al questionario, tre hanno dichiarato di avere un piano di valutazione strategico che tenga conto del cambiamento climatico. In particolare la Regione Piemonte e la Regione Lombardia si sono dotate di strumenti programmatici che mirano al conseguimento degli obiettivi fissati nel 2008 dalla Comunità Europea con il Piano sul Clima (la cosiddetta “strategia 20-20-20”). La Regione Marche, invece, ha elaborato uno specifico Piano per il clima che tiene in considerazione gli effetti e la vulnerabilità del territorio ai cambiamenti climatici.

La Società Concessionaria Milano-Serravalle non è dotata di un piano strategico specifico ma ha tra i propri obiettivi nella costruzione e gestione delle infrastrutture autostradali la riduzione degli impatti, l'adozione di tecnologie innovative e l'impiego di fonti energetiche rinnovabili.

*Domanda n. 2: La vostra Amministrazione/Associazione/Ente/Società prende in considerazione i cambiamenti climatici nel suo processo decisionale durante la pianificazione e/o la realizzazione delle infrastrutture di trasporto?*

Tutte le Amministrazioni Regionali hanno risposto affermativamente a questa domanda ed hanno segnalato di prendere in considerazione gli aspetti relativi ai cambiamenti climatici in fase di pianificazione attraverso la Valutazione Ambientale Strategica di piani e programmi e nell'ambito della Valutazione di Impatto Ambientale dei progetti relativi alla realizzazione di infrastrutture di trasporto con l'individuazione di specifiche misure di mitigazione e compensazione degli impatti sulla componente atmosfera (riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra).

Interessante quanto indicato, tra gli altri aspetti, dalla Società Milano-Serravalle relativamente al fatto di prendere in considerazione i cambiamenti climatici nella fase di esecuzione degli interventi di messa in sicurezza dei ponti che attraversano fiumi e torrenti.

*Domanda n. 3: Descrivere i metodi e gli strumenti che la vostra Amministrazione/Società usa per misurare l'emissione dei gas serra ed i costi di queste misurazioni.*

Le Regioni che hanno risposto al questionario fanno generalmente riferimento per la misurazione dell'emissione dei gas ad effetto serra alla metodologia CORINAIR messa a punto dalla European Environment Agency ed alle “Linee guida agli inventari locali di emissioni in atmosfera” predisposte dall'ISPRA nel 2001. I dati raccolti confluiscono poi in inventari regionali delle emissioni.

La Regione Liguria ha, inoltre, indicato l'impiego di una metodologia che consente di stimare le emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dai consumi finali di energia.

Nessuna indicazione specifica è stata data relativamente ai costi delle misurazioni.

*Domanda n. 4: Descrivere come la vostra Amministrazione/Società utilizza le informazioni raccolte con i metodi e gli strumenti di cui al punto precedente nel suo processo decisionale.*

Le regioni Marche, Valle d'Aosta e Sardegna non hanno indicato nulla di specifico rispetto a quanto già illustrato alla risposta precedente. La Regione Lombardia utilizza i dati relativi alle emissioni per la formulazione di pareri e prescrizioni nelle valutazioni di impatto ambientale. La Regione Piemonte e la Regione Liguria utilizzano, invece, i dati per l'elaborazione e l'aggiornamento rispettivamente del “Piano Regionale per il miglioramento della qualità dell'aria” e del “Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria”. Inoltre, la Regione Liguria impiega i dati dell'inventario per la redazione del Rapporto ambientale nei processi di VAS dei piani e programmi ed i dati derivanti dalla stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> dai consumi energetici per la valutazione dello stato di raggiungimento degli obiettivi del Piano energetico ambientale regionale.

<sup>7</sup> I questionari sono disponibili presso la segreteria dell'AIPCR

*Domanda n. 5: Descrivere come la vostra Amministrazione/Associazione/Ente/Società elimina, compensa, mitiga o riduce l'effetto dei gas serra in ogni fase di pianificazione e realizzazione ed esercizio.*

Si riporta nel seguito una tabella riepilogativa delle misure adottate:

	Eliminare	Compensare	Mitigare	Ridurre
<b>Piemonte</b>				Richiesta, per gli interventi finanziati con fondi POR-Asse II e FSR, la valutazione della riduzione delle emissioni di CO2 che la realizzazione dell'intervento comporta
<b>Lombardia</b>		Percorsi ciclopedonali paralleli al tracciato Riqualificazione paesaggistica con interventi locali	Riduzione della velocità in caso di episodi di inquinamento atmosferico acuto	
<b>Sardegna</b>	Prescrizioni inserite in Piani Programmi e progetti			
<b>Marche</b>		Forestazione, boschi e verde urbano	Utilizzo mezzi di trasporto collettivi Utilizzo mezzi elettrici Scelta dei materiali a basso consumo di energia e a basse emissioni	
<b>Liguria</b>				Riduzione del traffico privato su strada nei centri urbani e merci in ambito extraurbano Miglioramento dell'accesso al servizio pubblico
<b>Valle D'Aosta</b>			Valutazione impatto nuovi aerei con pista allungata	Introduzione di mezzi a metano
<b>Milano-Serravalle S.P.A.</b>		Piantumazione presso svincoli e lato corpo stradale	Utilizzo di asfalti fonassorbenti	Utilizzo di pannelli fotovoltaici Cambio flotta aziendale e dei mezzi di assistenza al viaggiatore Conversione delle centrali termiche da gasolio a metano

*Domanda n. 6: Descrivere quali misure la vostra Amministrazione/Società adotta per ridurre le emissioni sulla rete stradale esistente.*

Le risposte fornite sono state piuttosto eterogenee. Rimandando per il dettaglio ai singoli questionari, si possono comunque individuare alcuni ambiti principali nei quali le misure adottate si inseriscono:

- impiego di mezzi di trasporto a basso impatto ambientale;
- potenziamento del trasporto intermodale;
- limitazioni alla circolazione;
- incentivazione al rinnovo del parco mezzi circolanti sia pubblici che privati a favore di veicoli a basso impatto ambientale;
- incentivi all'impiego di mezzi a metano e gpl e per la realizzazione dei relativi impianti di distribuzione; iniziative mirate a promuovere l'impiego di mezzi di trasporto alternativi alle autovetture.

*Domanda n. 7: La vostra Amministrazione/Associazione/Ente/Società sviluppa ed attua iniziative per cambiare il comportamento delle persone relativamente alla mobilità?*

Anche per questo aspetto è possibile individuare alcuni ambiti all'interno dei quali si collocano le iniziative attuate dalle Amministrazioni regionali:

- incentivazione all'uso del trasporto pubblico ad esempio mediante il potenziamento dello stesso sia su gomma che su ferro, l'emissione di tessere e/o biglietti per il trasporto integrato, ecc.;
- realizzazione di zone a traffico limitato;
- incentivazione all'uso della bicicletta come mezzo di trasporto alternativo attraverso la realizzazione di piste ciclabili, la creazione di servizi di bike sharing, il sostegno all'utilizzo della bicicletta, ecc.;
- progetti di formazione e sensibilizzazione indirizzati a studenti, cittadini e dipendenti della pubblica amministrazione.

*Domanda n. 8: La vostra Amministrazione/Associazione/Ente/Società ha identificato delle aree/zone che possono divenire vulnerabili agli effetti del cambiamento climatico nel prossimo futuro?*

Hanno risposto affermativamente a questa domanda la Regione Valle d'Aosta, la Regione Marche, la Regione Sardegna e la società Milano-Serravalle.

La regione Valle d'Aosta fa riferimento al progetto INTERREG Spazio Alpino ClimAlpTour nell'ambito del quale sono stati identificati alcuni siti pilota, la Regione Sardegna ad uno studio sulla desertificazione, mentre la regione Marche ai risultati riportati nel Piano regionale per il clima.

La società concessionaria Milano-Serravalle riferisce che una attenzione particolare è rivolta agli attraversamenti dei corsi d'acqua.

*Domanda n. 9: La vostra Amministrazione/Associazione/Ente/Società ha considerato la vulnerabilità nell'impatto del cambiamento climatico sia a livello progettuale che di rete esistente?*

Tutte le Amministrazioni regionali hanno risposto negativamente a questa domanda, ad eccezione della Regione Sardegna che anche per questo aspetto fa riferimento allo studio sulla desertificazione sviluppato dal Servizio sostenibilità ambientale, valutazione impatti e sistemi informativi ambientali (SAVI) dell'Assessorato della difesa dell'ambiente.

*Domanda n. 10: La vostra Amministrazione/Associazione/Ente/Società ha sviluppato e/o implementato strumenti per misurare la sua vulnerabilità all'impatto del cambiamento climatico?*

In tutti i questionari è stata data risposta negativa.

*Domanda n. 11: La vostra Amministrazione/Associazione/Ente/Società ha sviluppato e/o adottato strumenti specifici di valutazione per il rischio del cambiamento climatico?*

In tutti i questionari è stata data risposta negativa, fatta eccezione per il questionario relativo alla Regione Valle d'Aosta nel quale l'Amministrazione regionale ha indicato di monitorare i cambiamenti in alta quota, ed in particolare delle superfici e dei volumi dei ghiacciai, dello scioglimento del permafrost, della fenologia dei larici e delle praterie alpine.

## LINEE DI INDIRIZZO, INIZIATIVE E STRATEGIE MESSE IN ATTO A LIVELLO INTERNAZIONALE

L'Unione Europea è impegnata da diversi anni ad affrontare il tema dei cambiamenti climatici sia a livello interno che internazionale e l'ha inserito tra le priorità dell'agenda europea, con l'adozione di una politica europea per il cambiamento climatico ([http://ec.europa.eu/environment/climat/home\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/home_en.htm)) che stabilisce i provvedimenti per ridurre le emissioni di gas serra in tutti i settori di attività, nel tentativo di raggiungere i seguenti obiettivi:

- consumare energie meno inquinanti con più efficienza;
- creare opzioni di trasporto più pulite e più equilibrate;



- rendere le aziende più rispettose dell'ambiente senza compromettere la loro competitività;
- assicurare un approccio più ecologico alla pianificazione del territorio e all'agricoltura;
- creare condizioni favorevoli alla ricerca e all'innovazione. (Europa (2009/04/12)).

Con particolare riferimento al settore delle infrastrutture stradali, il problema del cambiamento climatico e dei suoi effetti è stato affrontato da autorevoli organismi internazionali che riuniscono Amministrazioni, Società, Enti ed Organizzazioni che gestiscono o che a diverso titolo si occupano di strade e che hanno come scopo, attraverso la cooperazione internazionale, quello di promuovere lo scambio di esperienze e di informazioni e di analizzare e discutere tutte le questioni e le problematiche inerenti la strada (realizzazione, gestione, circolazione, sicurezza, ecc.).

Tra questi il CEDR (Conferenza Europea dei Direttori delle Strade), costituita dai rappresentanti dell'alta dirigenza delle Amministrazioni che gestiscono infrastrutture stradali di 26 paesi europei ed il PIARC (Associazione Mondiale della Strada), che ha come membri le Amministrazioni che gestiscono le strade di 118 governi nonché persone fisiche, società, enti ed organizzazioni in oltre 140 paesi nel mondo.

Questi due organismi hanno inserito nei rispettivi piani strategici i seguenti obiettivi:

PIANO STRATEGICO CEDR 2009-2013	TASK 16 "Adapting to climate change"	<p>Le attività del gruppo di progetto partono dal presupposto che le infrastrutture sono generalmente progettate sulla base di specifici eventi di riferimento e per tollerare alcune variazioni del clima, considerando quest'ultimo essenzialmente stabile.</p> <p>I cambiamenti climatici modificano, invece, i livelli di rischio effettivo in quanto determinano un aumento degli eventi critici sia in termini di frequenza che di intensità. Pertanto, gli impatti sulle infrastrutture, sulle attività e sull'economia in generale possono essere notevoli, e in alcuni casi più dannosi di quanto si possa pensare.</p> <p>In particolare nelle regioni montane e collinare si prevede una maggiore frequenza di cadute di massi e di frane a causa delle piogge intense, e nelle regioni costiere o lungo le rive dei fiumi una intensificazione dei fenomeni di erosione a causa dell'incremento del livello dell'acqua.</p>	<p>Gli obiettivi principali che il gruppo di progetto si prefigge sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Illustrare le conseguenze del cambiamento climatico sulle infrastrutture di trasporto;</li> <li>- Proporre azioni per adattare le reti stradali al cambiamento climatico.</li> </ul>
	TASK 17 "Mitigating climate change"	<p>Con questo lavoro si vuole affrontare il problema dei cambiamenti climatici e della mobilità sostenibile, cercando di conciliare le esigenze di gestione ambientale con la necessità di sviluppo, con le esigenze di mobilità delle persone e con l'imperativo economico di trasportare merci in modo efficiente ed efficace.</p> <p>Il lavoro prende in esame gli obiettivi che molti paesi hanno già fissato mediante l'attuazione di strategie di trasporto globale per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, e le misure tecniche, organizzative ed economiche che sono in discussione come contributo del settore dei trasporti su strada al conseguimento di questo obiettivo.</p>	<p>L'obiettivo del gruppo di lavoro è quello di mettere a disposizione dei membri del CEDR un report sulle attività in corso in materia di cambiamenti climatici e mobilità sostenibile.</p>
PIANO STRATEGICO PIARC 2008-2011	TEMA STRATEGICO A "Sustainability of the Road Transport"	<p>L'obiettivo del tema strategico A è quello di promuovere lo sviluppo di politiche di trasporto su strada e di programmi che portino a risultati positivi per la collettività in termini di mobilità sostenibile e sicura, vantaggi economici, ambientali e sociali, e che tengano in considerazione i problemi energetici e la mitigazione degli impatti del sistema di trasporto stradale sul clima.</p>	<p>Nell'ambito del tema strategico A, l'obiettivo fissato per il Comitato Tecnico A.1, ed in particolare per il gruppo di lavoro A.1.1 è quello di analizzare i piani nazionali, le strategie, e le tecniche per ridurre l'impatto delle strade e dei trasporti stradali sui cambiamenti climatici e le politiche e le strategie per l'adattamento dei sistemi di trasporto ai cambiamenti climatici.</p> <p>Inoltre, si vogliono analizzare le politiche nazionali per la riduzione del consumo energetico nella costruzione, manutenzione ed esercizio.</p>

È evidente come le attività di entrambi gli organismi per alcuni aspetti si sovrappongano, ciò ad indicare come il tema del cambiamento climatico sia ormai centrale anche per il settore dei trasporti.

Sia il gruppo di progetto del CEDR che il comitato tecnico internazionale del PIARC hanno condotto la loro indagine attraverso la distribuzione agli stati partecipanti di un questionario le cui risposte, ad oggi disponibili, sono state utilizzate per fornire, analogamente a quanto proposto nel capitolo 2 per l'Italia, una prima panoramica sullo stato dell'arte, sulle attività e sulle ricerche in corso negli altri paesi della Comunità Europea (si riportano nell'allegato n. i questionari predisposti dai due organismi).

I temi affrontati dal questionario predisposto dal CEDR sono relativi alle politiche adottate, agli obiettivi fissati in termini di riduzione di emissioni di gas ad effetto serra ed infine alle ricerche in corso con riferimento a:

- l'impatto della costruzione, esercizio e manutenzione della rete stradale nazionale sui consumi energetici e le emissioni di gas clima-alteranti;
- la mitigazione del consumo di energia e dei gas a effetto serra nel settore dei trasporti nelle aree urbane.

Il questionario distribuito dal Comitato Internazionale del PIARC è il medesimo utilizzato dal corrispondente Comitato Tecnico italiano (TC A.1) che ha curato il presente quaderno.

Nei paragrafi che seguono viene riportata una sintesi dei risultati ottenuti a livello internazionale suddivisi in funzione dei temi affrontati. Si evidenzia che all'indagine del CEDR hanno risposto Finlandia, Norvegia, Svezia, Spagna, Francia, Austria, Irlanda ed Ungheria, mentre a quella del PIARC Svizzera, Svezia, Scozia, Norvegia e Francia

## Politiche e strategie nazionali per la mitigazione dei cambiamenti climatici

Tutti i paesi che hanno partecipato alle indagini hanno dichiarato che è stata definita una politica nazionale finalizzata alla mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso l'adozione di piani per il clima che contemplano misure per la riduzione diretta o indiretta dei gas ad effetto serra. In quasi tutti i paesi sono state attuate strategie settoriali, ma solo in pochissimi paesi esiste una strategia specifica per ridurre il consumo energetico e le emissioni di gas a effetto serra nel settore stradale, infatti la maggior parte dei paesi tratta questo settore come parte di una più generale strategia del settore dei trasporti.

Nonostante questo quasi tutti i paesi hanno segnalato le misure adottate nel settore stradale per ridurre il consumo energetico e le emissioni di gas ad effetto serra, in particolare vengono attuate misure di natura fiscale (tasse automobilistiche basate sulle emissioni, sistemi di pedaggiamento, sovvenzioni per la sostituzione del parco auto), tecnologica (motori a basso consumo, impiego di biocarburanti, ecc.) e legate al trasferimento modale (incentivi all'impiego del trasporto pubblico, promozione dell'impiego di mezzi alternativi alle autovetture, ecc.).

Da segnalare che nel definire le misure quasi nessuno dei paesi coinvolti ha specificato la tempistica di attuazione delle stesse. Obiettivi fissati a livello nazionale per la riduzione dei consumi e delle emissioni e l'aumento dell'efficienza energetica

Gli obiettivi indicati per la riduzione del consumo di energia sono per lo più formulati in termini generali per tutti i settori, solo alcuni paesi specificano quelli relativi al settore dei trasporti che per lo più comportano l'introduzione di biocarburanti. Solo un paese (Ungheria) ha specificato un obiettivo per il settore stradale.

Analogamente per gli obiettivi relativi alla riduzione delle emissioni tutti i paesi hanno indicato valori percentuali complessivi e più specifici per il settore dei trasporti. Solo due paesi (Irlanda e Svezia) hanno fissato obiettivi per il settore stradale in particolare.

## Ricerche sul cambiamento climatico e sul relativo impatto sulle infrastrutture stradali

La ricognizione eseguita nei diversi paesi europei si è concentrata su due questioni principali:

- l'impatto della costruzione, l'esercizio e la manutenzione delle infrastrutture stradali, sulle emissioni di gas ad effetto serra;

– riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra nelle aree urbane.

Relativamente alle ricerche in corso inerenti questi due aspetti sono state acquisite le informazioni che seguono.

#### **A) Ricerca sull’impatto della costruzione, esercizio e manutenzione della rete stradale nazionale consumi energetici e sulle emissioni di gas serra**

**Finlandia:** E’ in atto uno studio su come rafforzare il ruolo delle politiche per il cambiamento climatico nella manutenzione stradale.

**Francia:** L’*“Observatoire Energie Environnement transport”* definisce i metodi per valutare le emissioni di gas ad effetto serra derivanti dalla costruzione, l’esercizio e la manutenzione delle infrastrutture di trasporto.

**Irlanda:** Progetto *ECRPD Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and Utilisation*: riferito alle emissioni e ai consumi energetici legati alla realizzazione e manutenzione delle pavimentazioni stradali.

**Norvegia:** Metodi di calcolo per quantizzare l’uso di energia e di emissioni di CO<sub>2</sub> dovute sia al traffico stradale che ai progetti di realizzazione di strade, compresa la manutenzione.

**Spagna:** Il Piano d’azione strategica per l’energia e il cambiamento climatico, ha una serie di linee di ricerca in relazione a: efficienza energetica, energie rinnovabili e tecnologie per la combustione pulita del carbone, progetti per la mobilità sostenibile e il cambiamento globale; mitigazione non energetiche del cambiamento climatico, l’osservazione del clima e l’adattamento al cambiamento climatico. Vale la pena menzionare i progetti: *FENIX*: relativo alle pavimentazioni stradali, diviso in 12 temi di ricerca originali, come nanomateriali per ridurre l’inquinamento da veicoli e nuove tecnologie di produzione per sviluppare nuove miscele bituminose (ad esempio con il riciclaggio di pneumatici come materia prima). Il progetto di ricerca *“Riduzione delle emissioni dal settore dei trasporti stradali attraverso un’efficace progettazione ed un’efficiente manutenzione”*, aiuta a confrontare gli impatti delle diverse alternative di un progetto stradale.

#### **B) Ricerca sulla mitigazione del consumo di energia e sulle emissioni di gas a effetto serra dal settore dei trasporti nelle aree urbane**

**Finlandia:** Studio di politiche di tariffazione (congestion fee) per l’area metropolitana di Helsinki.

**Irlanda:** I progetti di ricerca da segnalare sono relativi soprattutto ai sistemi di drenaggio.

**Norvegia:** Il progetto *TEMPO*, per individuare, in collaborazione con gli utenti, soluzioni di trasporto rispettose dell’ambiente con particolare riferimento ai centri urbani.

**Spagna:** All’interno del Piano d’azione strategica per l’energia e il cambiamento climatico esistono linee d’azione strategico per il settore dei trasporti nelle aree urbane e la mobilità sostenibile. Vale la pena menzionare i progetti relativi a:

- Analisi delle variabili dell’ambiente costruito che influenzano gli spostamenti pedonali con la definizione di linee guida per la progettazione di insediamenti urbani o di sviluppo urbano che favoriscono la mobilità lenta, verso una città pedonale.
- INTERBUS, sviluppo del servizio fornito dalla rete del trasporto pubblico su gomma per incoraggiare l’intermodalità con un Piano per il miglioramento e la diffusione del car sharing nella regione di Bages e la promozione di un uso razionale del trasporto privato.
- REACTIVA, rafforzamento di atteggiamenti positivi degli utenti dei trasporti pubblici, fattori psicosociali e strutturali.

**Svezia:** *LETS Low-Carbon Energy and Transport*, sulle reti di eccellenza svedese.

**Ungheria:** principi fondamentali per una completa valutazione ambientale strategica dei sistemi di trasporto, per uno sviluppo nell’uso di biocarburanti nei trasporti. Gli effetti del Programma operativo per il trasporto (KözOP) sulle emissioni di gas ad effetto serra in Ungheria.

Valutazione delle emissioni di inquinanti atmosferici prodotti dalla flotta di autobus della Budapest Transport Ltd con confronti tra il trasporto passeggeri della rete su ferro e su gomma e la possibilità di utilizzare gli autobus con sistemi di azionamento puramente elettrici a Budapest.

Data Base per il funzionamento dei veicoli ecologici.

## L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI: INDICAZIONI PRELIMINARI PER IL TRASPORTO STRADALE

A livello internazionale, il problema del cambiamento del clima e dei relativi impatti è affrontato per mezzo di due strategie di azione: la mitigazione e l'adattamento.

Se i cambiamenti climatici rappresentano un rischio, è necessario prevenirli agendo sulle cause, cioè riducendo le emissioni di gas serra provenienti dalle attività umane e arrestarne o quanto meno rallentarne l'accumulo in atmosfera (*mitigazione*); ma è anche indispensabile agire sugli effetti, limitando la vulnerabilità territoriale e socio-economica ai cambiamenti del clima (*adattamento*).

Le due strategie non sono alternative, ma complementari: quanto maggiore è l'impegno per la mitigazione dei cambiamenti del clima, tanto minori sono le esigenze di adattamento e viceversa.

### Strategie per l'adattamento ai cambiamenti climatici a livello internazionale

Dall'entrata in vigore della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC<sup>8</sup>), avvenuta nel 1994, che attribuiva un ruolo prioritario ai meccanismi di mitigazione, l'importanza delle misure di adattamento è cresciuta sempre più, in considerazione dell'impossibilità di evitare che i cambiamenti climatici già in atto procedano ulteriormente, anche nell'ipotesi teorica che le emissioni antropiche di gas serra possano essere azzerate. Come è stato evidenziato dal Quarto Rapporto di Valutazione del Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC/WGII, 2007), osservazioni effettuate sulla terraferma e sugli oceani mostrano che già oggi molti sistemi naturali e settori socio-economici stanno risentendo dei cambiamenti climatici a scala regionale, in particolare dell'aumento della temperatura.

Al fine di ridurre la vulnerabilità dell'Unione Europea agli impatti dei cambiamenti climatici, nell'aprile 2009 la Commissione Europea ha adottato il Libro Bianco su *"L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo"* (Commissione delle Comunità Europee, 2009), con l'obiettivo di stabilire un quadro di misure e di politiche di adattamento.

Il Libro Bianco è il risultato di una vasta consultazione avviata nel 2007 con il Libro Verde *"L'adattamento ai cambiamenti climatici in Europa – quali possibilità di intervento per l'UE"* (Commissione delle Comunità Europee, 2007) ed è strutturato secondo un percorso progressivo a fasi: nella fase 1 (2009-2012) verranno gettate le basi necessarie a definire la strategia dell'Unione Europea sull'adattamento che dovrà essere attuata nella fase successiva, a partire dal 2013.

Gli assi di intervento principali della fase 1 prevedono:

- 1) la costituzione di una solida base di conoscenze sull'impatto e sulle conseguenze dei cambiamenti climatici per l'Unione;
- 2) l'integrazione dell'adattamento nelle principali politiche dell'Unione;
- 3) l'impiego di una combinazione di strumenti politico-strategici quali, ad esempio, strumenti di mercato, linee guida, partenariati pubblico-privati, al fine di poter conseguire con efficacia gli obiettivi dell'adattamento;
- 4) l'accelerazione progressiva della cooperazione internazionale in materia di adattamento.

Numerose sono le azioni necessarie all'implementazione di tali assi di intervento. In termini operativi, in particolare, entro il 2011 la Commissione Europea, in stretta collaborazione con l'Agenzia Europea per l'Ambiente, intende istituire un meccanismo per lo scambio delle informazioni (*Clearinghouse Mechanism*), al fine di consentire un più facile accesso alle informazioni sulle conseguenze dei cambiamenti climatici, sulle aree a rischio e sulle migliori pratiche. Si prevede, altresì, un maggior incentivo allo sviluppo di strategie di adattamento nazionali e regionali e l'eventualità di renderle obbligatorie a partire dal 2012.

<sup>8</sup> <http://unfccc.int/2860.php>

## Strategie e piani nazionali di adattamento in Europa

L'adattamento è un tema relativamente nuovo nell'agenda politica dell'Unione Europea, anche se, a partire dal 2005, molti Paesi hanno già avviato iniziative con l'obiettivo principale di promuovere l'adattamento ai cambiamenti climatici e l'elaborazione di politiche, strategie e piani o programmi settoriali, al fine di garantire in futuro uno sviluppo sostenibile per le loro regioni e evitare di pagare un prezzo molto alto in termini di danni ambientali, perdita di vite umane e costi economici. I Paesi europei sono in fasi diverse per quanto riguarda la preparazione, lo sviluppo e l'attuazione di strategie di adattamento nazionale (Tabella 1). I progressi fin qui compiuti dipendono da una serie di fattori, tra cui l'entità e la natura degli impatti osservati, la valutazione della vulnerabilità presente e futura, e l'attuale capacità adattativa.

Paesi europei nei quali è stata formalmente adottata una Strategia nazionale di adattamento è stata formalmente adottata	Anno di adozione della Strategia nazionale di adattamento
Finlandia	2005
Francia	2006
Spagna	2006
Danimarca	2008
Ungheria	2008
Paesi Bassi	2008
Regno Unito	2008
Germania	2008
Norvegia	2008
Svezia	2009
Paesi europei nei quali il governo sta preparando una Strategia nazionale di adattamento o sono stati avviati i lavori preparatori	Anno nel quale è attesa la Strategia nazionale di adattamento
Estonia	2010
Irlanda	2010
Lettonia	2010
Austria	2011
Belgio	2012
Portogallo	Progetto SIAM

**Tabella 1:** Strategie nazionali di adattamento in preparazione o adottate in Europa

(Fonte: sito web dell'Agenzia Europea dell'Ambiente)

Anche la natura dei documenti è diversa da un Paese all'altro, in relazione al sistema di governo e al grado di maturità della tematica nell'opinione pubblica e nel mondo politico: si passa così da documenti che rappresentano un quadro generale di riferimento per le amministrazioni centrali e locali responsabili dell'attuazione, a documenti che contengono già al loro interno le principali misure di adattamento per i diversi settori interessati dagli impatti dei cambiamenti climatici.

## Il settore dei trasporti stradali in alcune Strategie e piani di adattamento europei

Per il **Regno Unito**, in attesa di un Programma Nazionale di Adattamento previsto entro il 2012, il documento *Climate Change: Taking Action*, pubblicato nel marzo 2010, presenta il quadro generale delle

azioni intraprese a livello centrale, con la collaborazione del Ministero competenti e del settore privato (HM Government, 2010). In particolare, il documento sottolinea i rischi dell'aumento delle temperature, delle inondazioni e dell'aumento del livello del mare per le infrastrutture stradali. Al fine di aumentare la resilienza delle nuove infrastrutture nei confronti dei cambiamenti climatici, il Governo inglese sta includendo l'adattamento nei cosiddetti *National Policy Statements (NPS)*, una serie di obiettivi prioritari che dovranno essere considerati dalla nuova *Infrastructure Planning Commission* nell'esame dei progetti di nuove infrastrutture di interesse nazionale. Al fine di promuovere una visione strategica delle necessità del Paese in termini di infrastrutture e migliorare le loro modalità di realizzazione di queste infrastrutture, il Ministero del Tesoro ha creato *Infrastructure UK*, che ha pubblicato nel 2010 la prima *Strategy for Infrastructure* del Regno Unito. Questo documento considera un orizzonte temporale compreso tra 5 e 50 anni e prende in esame le principali pressioni nei confronti delle infrastrutture, tra le quali gli impatti dei cambiamenti climatici.

L'Ufficio di Gabinetto sta già predisponendo una valutazione della resilienza delle infrastrutture nazionali più critiche nei confronti delle inondazioni e di altri rischi naturali e ha cominciato a lavorare con tutti i soggetti interessati per ridurre la vulnerabilità di queste infrastrutture.

Nel giugno 2009, i Ministeri si sono impegnati a predisporre Piani di adattamento ministeriali entro la primavera del 2010. In attuazione di questo impegno, il Ministero dei Trasporti ha pubblicato nel marzo 2010 il documento *Climate Change Adaptation Plan for Transport 2010-2012 - Enhancing resilience to climate change (UK Department for Transport, 2010)*. In questo primo piano di adattamento, il Ministero evidenzia quanto è stato fatto per capire e gestire il rischio legato al cambiamento climatico e descrive le azioni che saranno intraprese nei due anni successivi alla pubblicazione del documento.

In **Francia**, l'*Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC)* ha pubblicato nel 2007 la *Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique (ONERC, 2007)*, e sta attualmente coordinando le consultazioni pubbliche per la preparazione del Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. Il documento del 2007, che è stato elaborato con il contributo di molti organismi e dipartimenti, è a metà strada tra la diagnosi scientifica e l'attuazione di un piano d'azione. Esso fornisce una serie di raccomandazioni relative ai grandi assi strategici dello sviluppo della conoscenza, del consolidamento dei sistemi di osservazione, dell'informazione, formazione e sensibilizzazione di tutti i soggetti interessati, della promozione di approcci che tengano conto delle esigenze del territorio, del finanziamento delle azioni di adattamento, dell'utilizzazione degli strumenti legislativi, della promozione degli approcci volontari e del dialogo con i soggetti privati, della considerazione delle specificità dei Paesi d'oltremare, del contributo agli scambi internazionali.

Il documento prende in esame i rischi per le reti di trasporto dovuti alle inondazioni, alle frane e alle ondate di calore. Per quanto riguarda il trasporto stradale, particolare attenzione viene raccomandata per il comfort dei passeggeri su strada; si sottolinea la necessità di predisporre interventi di urgenza in caso di ondate di calore che non si esauriscano nell'uso dell'aria condizionata, dal momento che questo contribuisce ad aumentare l'effetto serra.

Constatato lo scarso interesse esistente nella ricerca per quanto riguarda l'adattamento dei sistemi di trasporto al cambiamento climatico, il documento raccomanda la creazione di un forum per lo scambio di informazioni sul cambiamento climatico tra l'amministrazione e i responsabili della gestione di infrastrutture e sistemi di trasporto; questo permetterebbe una migliore valutazione degli effetti e un miglioramento delle politiche di adattamento.

Nel novembre 2009, l'ONERC ha pubblicato un rapporto per il Primo ministro e il Parlamento dal titolo *Changement climatique - Coûts des impacts et pistes d'adaptation (ONERC, 2009)*. Il rapporto sintetizza le valutazioni di un gruppo di lavoro interministeriale, coordinato dall'ONERC, sui costi dei principali impatti dei cambiamenti climatici e sulle relative opzioni di adattamento.

Per quanto riguarda il settore dei trasporti, questo gruppo ha preso in esame gli effetti delle ondate di calore e della sommersione marina sulle grandi infrastrutture stradali controllate dallo Stato. La rete stradale francese si è comportata generalmente bene, in generale, durante l'ondata di calore del 2003, nonostante problemi locali e nonostante questo fosse un evento isolato. Attraverso un'estrapolazione "ex

abrupto” dei risultati degli studi compiuti all'estero per il caso francese, si può stimare che l'aumento del costo di manutenzione delle grandi infrastrutture stradali francesi controllate dallo Stato legato ai cambiamenti climatici possa variare tra -9 e +70 milioni di euro l'anno.

Per quanto riguarda le immersioni marine, l'aumento globale del livello del mare di 1 metro comporterebbe, per le grandi infrastrutture stradali francesi controllate dallo Stato, un costo di proprietà che potrebbe raggiungere 2 miliardi di euro.

Per questi due fattori di rischio, è necessario continuare il lavoro di approfondimento con gli operatori per la rete dipartimentale e comunale, per quella autostradale e per le strade secondarie, così come in materia di funzionamento e di materiale rotabile.

Sono inoltre necessarie valutazioni aggiuntive per le altre infrastrutture di trasporto (il trasporto fluviale, le installazioni portuali, la rete ferroviaria, ecc).

Per la **Spagna**, il *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*, predisposto dalla Oficina Española de Cambio Climático (OECC) rappresenta il quadro generale per il coordinamento tra le diverse amministrazioni pubbliche sulle attività di valutazioni di impatto, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici (OECC, 2006).

Per quanto riguarda i trasporti, le valutazioni prese in esame dal Piano indicano che il settore non dovrebbe essere particolarmente colpito da aumenti di temperatura dell'ordine di quelli previsti. Il settore potrebbe essere comunque influenzato da cambiamenti della struttura delle precipitazioni, del regime dei venti o della frequenza di fenomeni come le nebbie. Se i cambiamenti relativi a queste variabili fossero rilevanti, sarebbe necessario apportare modifiche ad alcune infrastrutture: nuovi orientamenti di alcune piste di decollo e atterraggio, nuovi approcci alla progettazione di ponti, ecc. Nella valutazione degli impatti, della vulnerabilità e dell'adattamento nei trasporti si dovrebbe tener conto degli effetti delle politiche di mitigazione nel settore. Nelle aree portuali, un innalzamento del livello del mare e modifiche nel regime di pioggia, vento, onde, ecc., potrebbero determinare numerosi impatti.

In termini operativi, il piano raccomanda la realizzazione di rappresentazioni cartografiche degli impatti previsti per il settore terrestre, quello aereo e quello marittimo che si riferiscano alle infrastrutture, alle operazioni e alla sicurezza dei trasporti.

In **Germania**, la Strategia per l'adattamento ai cambiamenti climatici (*Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel*), adottata dal Gabinetto federale il 17 dicembre 2008, definisce un quadro nazionale per l'adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici e stabilisce un processo trasparente e strutturato a medio termine attraverso il quale, con la collaborazione dei soggetti interessati, saranno progressivamente verificate le necessità di azione, definiti obiettivi appropriati, identificati e risolti i conflitti tra gli obiettivi, e infine sviluppate e attuate misure di adattamento potenziale (Deutsches Bundeskabinett, 2008).

La strategia prende in esame i danni che possono essere provocati alle infrastrutture per il trasporto stradale, ferroviario, fluviale, marittimo e aereo da eventi meteorologici estremi con la presenza di neve, ghiaccio, nebbia, grandine, ondate di calore, precipitazioni intense, inondazioni, bassi livelli dei corsi d'acqua o mare agitato. Precipitazioni più frequenti o più intense dovute ai cambiamenti climatici possono influenzare la circolazione stradale, ad esempio, provocando scarsa visibilità e strade bagnate. Le ondate di calore estive possono produrre un aumento del numero di infortuni, perché la concentrazione dei guidatori cala generalmente a temperature più elevate; episodi di calore prolungati danneggiano inoltre l'infrastruttura stradale, facendo ammorbidire l'asfalto, con conseguenti solchi dei pneumatici e danni a lungo termine. D'altra parte, l'aumento delle temperature invernali a causa del cambiamento climatico potrebbe far diminuire la frequenza e la severità dei danni provocati dal gelo a strade e ponti, e potrebbe ridurre gli incidenti stradali derivanti da ghiaccio e neve.

A medio termine, la Strategia impegna il governo federale a esaminare la possibilità di rendere obbligatorio l'utilizzo di materiali di costruzione più resistenti per la realizzazione delle strade federali capaci di resistere a prolungati periodi di calore, e di adeguare le infrastrutture di drenaggio per far fronte a precipitazioni intense.

In **Danimarca**, il governo ha approvato nel marzo 2008 la Klimatilpasningsstrategi (*Danish Strategy for Adaptation to a Changing Climate*), che si ispira a un modello di adattamento autonomo, ossia definisce un quadro conoscitivo di riferimento per tutti i soggetti (pubbliche amministrazioni, imprese, cittadini) al fine di promuovere l'inserimento dell'adattamento ai cambiamenti climatici nell'ambito delle rispettive decisioni (Den Danske Regering, 2008). La disponibilità di queste informazioni è garantita da un portale web (<http://www.klimatilpasning.dk/>), che contiene una serie di informazioni generali e alcune pagine specifiche a livello settoriale.

Secondo la Strategia, le norme stradali e gli standard ferroviari, così come l'estensione e la ristrutturazione di strade e ferrovie, devono essere adattati ai cambiamenti climatici attesi. I sistemi di drenaggio stradale devono essere considerati alla luce del rischio di un aumento dell'intensità delle precipitazioni. Il settore dei trasporti ha già preso iniziative per nuove normative stradali, che tengano conto dei cambiamenti climatici prevedibili. L'aumento delle temperature farà aumentare le necessità di isolamento degli impianti di sicurezza e delle cabine di segnalazione lungo i binari ferroviari. E' necessario avviare un'analisi di rischio per i possibili danni provocati dal vento a strade e ferrovie. Un'analisi di rischio è necessaria anche per i sistemi di fognatura, prendendo in considerazione anche le normative che si riferiscono ai sistemi di drenaggio per i trasporti stradali e per le ferrovie.

In linea con gli orientamenti della strategia nazionale, nel giugno 2010 il Ministero dei Trasporti ha presentato la propria Strategia di adattamento (Transportministeriet, 2010).

Per la **Svezia**, è disponibile il rapporto finale della Commissione sul Clima e sulla Vulnerabilità, istituita dal Governo nel giugno 2005, che ha approvato nel 2007 il rapporto *Sweden facing climate change – threats and opportunities*. Questo rapporto ha rappresentato il contributo fondamentale per la predisposizione della legislazione relativa ai cambiamenti climatici (Swedish Commission on Climate and Vulnerability, 2007).

Anche in Svezia, come in molti altri Paesi, le maggiori responsabilità in materia di adattamento ai cambiamenti climatici ricadono sulle amministrazioni locali, alle quali spettano le competenze in materia di pianificazione territoriale, di infrastrutture di interesse locale e di riduzione della vulnerabilità nei confronti degli eventi estremi. Le amministrazioni centrali dello Stato operano essenzialmente come fonte di informazioni e di finanziamento, e provvedono inoltre a definire il quadro normativo. Tra queste, la *Swedish Road Administration* ha già avviato un'analisi sulla vulnerabilità della rete stradale ai cambiamenti climatici. Il rapporto approvato nel 2007 definisce considerevoli le conseguenze dei cambiamenti climatici sulla rete stradale. L'aumento delle precipitazioni e della portata dei corsi d'acqua può causare allagamenti, distruzione di strade, danneggiamento di ponti e aumento dei rischi di crolli, frane ed erosione. Con l'aumento della temperatura, i danni alle infrastrutture sarebbero provocati più dal calore e dall'acqua che non dal gelo, ma i costi di manutenzione dei ponti in cemento potrebbero ridursi. Il rapporto raccomanda che la *Swedish Road Administration* abbia un chiaro mandato di tener conto dell'adattamento nel proprio ambito di competenze, e che provveda a prendere le misure di prevenzione necessarie, tra le quali la revisione delle normative tecniche sulle portate e sui livelli dei corpi idrici e lo sviluppo di modelli di supporto all'analisi del rischio. Il rapporto raccomanda inoltre la predisposizione di un piano ad hoc al fine di supportare le future decisioni in materia di politica dei trasporti.

Per la **Finlandia**, il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste ha presentato, già nel 2005, una strategia nazionale (*Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change*), predisposta con il contributo degli altri Ministeri interessati e di altre amministrazioni e istituzioni (Ministry of Agriculture and Forestry, 2005). La strategia si configura come un'ampia ricognizione di carattere scientifico, condotta con l'aiuto dei ricercatori del settore e la partecipazione di tutti i soggetti interessati, finalizzata a migliorare la capacità adattativa della Finlandia attraverso:

- la descrizione dei cambiamenti climatici e dei relativi impatti, e la valutazione della sensibilità dei settori;
- la valutazione della capacità di adattamento attuale, della vulnerabilità e delle opportunità connessi con il cambiamento climatico;



- la identificazione delle azioni che devono essere assunte immediatamente (come la ricerca e sviluppo) e delle politiche per le azioni future.

Tra i principali effetti negativi dei cambiamenti climatici sui trasporti stradali, la strategia identifica i seguenti:

- aumento del rischio di crollo di strade;
- danni per le infrastrutture stradali provocati da inondazioni e piogge intense, problemi di manutenzione per le strade sterrate;
- rischi per la funzionalità delle infrastrutture (sistemi di drenaggio, ponti, sottopassaggi) costruite sulla base delle condizioni di progetto attuali;
- aumento della frequenza e dell'intensità delle perturbazioni del traffico di origine meteorologica;
- costi aggiuntivi per gli interventi di ripristino della funzionalità delle infrastrutture e per la loro prevenzione.

Tra i limitati effetti positivi, si può citare la riduzione delle spese di manutenzione stradale legata alla diminuzione dello spessore e della durata della copertura nevosa; è difficile invece prevedere in quale direzione varieranno le spese di sbrinamento stradale, visto che esse aumenteranno in alcuni luoghi (come nelle regioni settentrionali del Paese) e diminuiranno in altri, e comunque varieranno di anno in anno.

La strategia classifica le possibili misure di adattamento in funzione del soggetto attuatore (pubblico/privato), dell'ambito di intervento (amministrazione e pianificazione/ricerca e informazione/misure tecnico-economiche/quadro normativo), della tipologia (preventive/reattive) e delle scadenze (\*immediate: 2005-2010, \*\*a breve termine: 2010-2030, \*\*\*a lungo termine: 2030-2080).

Soggetto attuatore	Ambito di intervento	Misure preventive	Misure reattive
Pubblico	Amministrazione e pianificazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusione del cambiamento climatico nella pianificazione a lungo termine del settore dei trasporti</li> </ul>	
	Ricerca e informazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rilevamento delle zone sensibili alle inondazioni*</li> <li>• Sistemi di previsione e di allarme per gli eventi estremi**</li> </ul>	
	Misure tecnico-economiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutenzione delle strutture (terrapieno, fossati, ponti e sottopass) e della condizione della rete stradale, soprattutto sulle strade più piccole e su quelle sterrate, a mano a mano che le inondazioni aumentano e le gelate diminuiscono **</li> <li>• Minimizzazione dei rischi ambientali causati da trattamenti antiscivolo (alternative al sale, piani per la protezione delle acque sotterranee) **</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assunzione di condizioni di traffico più severe come base per la programmazione e per gli orari</li> <li>• Trattamento antiscivolo delle strade</li> <li>• Riparazione dei danni provocati dal maltempo alla rete stradale</li> </ul>
	Quadro normativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuove norme di pianificazione e linee guida per la costruzione di strade **/**</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linee guida e definizione delle tolleranze per tutta la durata dei disturbi</li> </ul>
Privato		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutenzione delle strutture e delle condizioni della rete stradale privata, a mano a mano che le inondazioni aumentano e le gelate diminuiscono **</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assunzione di condizioni di traffico più severe come base per la programmazione e per gli orari</li> <li>• Spargimento di sale e trattamento antiscivolo delle strade</li> </ul>

**Tabella 2:** Sintesi delle misure di adattamento per il trasporto stradale previste dalla Strategia finlandese (Fonte: Ministry of Agriculture and Forestry, 2005)

## L'impatto sulle infrastrutture stradali

Come richiamato dal Piano nazionale trasporti, in Italia la maggior parte del trasporto merci e passeggeri avviene su strada. Al fine di comprendere le implicazioni attuali e future dei cambiamenti climatici sul sistema dei trasporti stradali, la principale sfida è, quindi, quella di disporre di informazioni specifiche sulle infrastrutture e sul traffico rispetto a tali fattori di cambiamento, in modo da disporre di elementi utili anche per la definizione di una strategia complessiva della politica del settore.

L'adattamento ai cambiamenti climatici investe direttamente la complessità del sistema della rete viabile, che comprende sia la rete stradale primaria (Autostrade, altre Strade di interesse nazionale, Strade Regionali e Strade Provinciali) sia di livello locale, con un altissimo numero di soggetti interessati alla gestione.

In questo quadro, per una efficace azione di programmazione, appare indispensabile la collaborazione degli operatori coinvolti per una discussione generale sui fenomeni da affrontare e sulle principali implicazioni per la rete di trasporti, che permetta l'identificazione delle linee strategiche di analisi e di risposta ai diversi livelli.

A livello europeo, è già condivisa la necessità di aumentare la resilienza dei sistemi di produzione e delle infrastrutture fisiche. Il Libro bianco "L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo" (COM 2009/147) indica infatti che *"La protezione delle infrastrutture, attuali e future, dagli effetti dei cambiamenti climatici sarà fundamentalmente compito degli Stati membri. L'UE ha però un ruolo importante perché può promuovere le buone prassi sostenendo lo sviluppo delle infrastrutture e predisponendo norme in materia di costruzione<sup>29</sup>. Per rendere più resistenti le attuali infrastrutture di trasporto e le reti energetiche occorre un approccio comune e coordinato finalizzato a valutare la vulnerabilità agli eventi meteorologici estremi delle infrastrutture critiche. Tale valutazione rappresenta la base per le successive scelte strategiche in materia di reti, riserve e sicurezza energetica, oltre che per mantenere la stabilità delle reti e dei servizi di trasporto"*.

In Italia, allo stato attuale, non esiste purtroppo un riferimento univoco, specifico e completo che consenta di valutare gli effetti dei cambiamenti climatici sui trasporti.

Gli unici studi sistematici condotti in occasione e a seguito della Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici, tenutasi nel 2007 a Roma, e alcuni esempi di analisi a scala locale, come il Progetto Kyoto Lombardia (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2008), hanno evidenziato questa criticità dello stato conoscitivo, che si caratterizza sia per la carenza di studi di dettaglio degli scenari di impatto sul territorio, con la conseguente difficoltà di analisi del rischio per il sistema infrastrutturale, sia per l'assenza di un sistema che possa raccogliere in maniera organica e sistematizzare le informazioni sulle problematiche, sulle buone pratiche, sulle opzioni disponibili a livello locale e nazionale e sui relativi costi.

Alcune opzioni di adattamento già erano proposte nell'ambito della discussione a livello europeo (cfr. libro bianco - Table 12- Potential planned adaptation options for Infrastructure and buildings), ma per una identificazione specifica è necessaria un'analisi di dettaglio degli scenari di cambiamento e della specifica vulnerabilità del territorio.

Nell'ambito della definizione del Programma Operativo Nazionale Reti e Mobilità (PON 2007-2013), tra gli obiettivi specifici per la cooperazione territoriale (cfr. QSN) vi era quello di definire strategie di lungo periodo per la mitigazione e la gestione degli effetti dei cambiamenti climatici, coordinando e rafforzando azioni congiunte di monitoraggio, sorveglianza, prevenzione nei contesti più esposti a rischio (contesti montani, ecc). Tuttavia nel PON, nonché nella relativa VAS, i cambiamenti climatici sono trattati esclusivamente in relazione alle emissioni in atmosfera derivanti dal traffico veicolare, ovvero si considera il settore trasporti esclusivamente in termini di prevenzione dei cambiamenti climatici, e non come oggetto di opzioni di adattamento.

Un sistema complessivamente efficace per la predisposizione di piani di adattamento, è quello predisposto nel Regno Unito, che rende disponibili al pubblico e agli operatori strumenti di analisi per le proprie valutazioni (cfr. DEFRA) e linee guida per produrre propri piani di adattamento, oltre ad aver predisposto un piano nazionale generale di adattamento per il sistema dei trasporti (UK Department for Transport, 2010).

I principali cambiamenti climatici con potenziale impatto sulle infrastrutture (cfr. relazione sulla valutazione d'impatto riguardante il Libro bianco della Commissione) nell'area mediterranea sono principalmente l'aumento della frequenza e dell'intensità di eventi climatici estremi (eventi di forte precipitazione,

inondazioni e uragani, variazioni nei percorsi di deflusso delle acque, eventi di forte vento, mareggiate, forti neviccate o nebbia intensa), l'aumento del livello medio del mare e l'incremento del tasso di erosione delle coste, ma anche variazioni della temperatura (temperatura media, onde di calore, siccità).

Effetti di questo tipo provocano danni maggiori in aree urbanizzate, nelle zone costiere e lungo i corsi d'acqua e di conseguenza alle infrastrutture localizzate in tali aree.

Gli impatti più significativi sul sistema di trasporto riguarderanno non solo la stabilità e lo stato di mantenimento delle infrastrutture fisiche (pavimentazioni, opere d'arte, localizzazione dei tracciati), gli effetti diretti sulla funzionalità dei servizi di rete ma anche effetti indiretti sulla ripartizione modale e sulle dinamiche dei flussi di traffico in termini di efficienza e delocalizzazione ed in generale sul sistema territoriale servito. Ciò anche poiché la forte domanda di trasporto su strada è motivata da fattori economici legati all'assetto del territorio e dell'economia, e di conseguenza dipendente dagli effetti che i cambiamenti climatici produrranno su tali sistemi. La vulnerabilità delle reti di trasporto a tali impatti può essere considerata proporzionale alla difficoltà di adattamento fisico e gestionale delle infrastrutture alle variazioni richieste, in questo caso, da effetti dei cambiamenti climatici. Ciò vale in particolare in un territorio densamente antropizzato e con elevato livello di criticità ambientale come quello italiano, dove la ridondanza delle reti è complessivamente bassa, è evidente la difficoltà di spostare un tracciato, è basso il livello di robustezza e protezione generale a causa dell'elevato rischio ambientale (si pensi al rischio sismico).

Le infrastrutture di trasporto sono progettate e costruite con una certa adattabilità rispetto alle condizioni ambientali e di servizio standard ed hanno una certa resilienza rispetto a cambiamenti che rientrino nei margini di tolleranza. Tuttavia, per cambiamenti al di fuori di tale range, le infrastrutture si comportano come sistemi fragili, molto spesso incapaci di subire le necessarie trasformazioni (basti pensare alle opzioni di delocalizzazione).

La questione della protezione e dell'adattamento non riguarda solo l'infrastruttura fisica ma anche e soprattutto la funzionalità assicurata, pertanto l'aspetto di "sistema" è prevalente e la necessità di affrontare i relativi problemi in un'ottica integrata è indispensabile, in particolare tenendo presente la lunga vita utile delle opere infrastrutturali (>50 anni).

In quest'ottica, appare indispensabile inserire le esigenze di adattamento non solo nella programmazione strategica e nella pianificazione di settore, ma anche nei criteri di progettazione delle opere.

Da un primo esame della situazione del settore trasporti stradali, la situazione può essere così riassunta:

Cambiamento climatico	Esempi di impatto sulle infrastrutture
Innalzamento del livello del mare e effetti delle mareggiate	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inondazione di aree costiere e basse, con interruzioni più frequenti e estese</li> <li>- erosione costiera più estesa e rapida, con effetti sulla funzionalità dei porti, sulla erosione del fondo dei corsi d'acqua, effetti sulle fondazioni in conseguenza di ingressione marina,</li> </ul>
Eventi di forte precipitazione, di forte vento Eventi meteo estremi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inondazione di aree costiere e basse, con interruzioni più frequenti e estese</li> <li>- incremento del deflusso medio, del trasporto solido con effetti sulla funzionalità delle opere di attraversamento, sulle banchine e sulle fondazioni</li> <li>- effetti sui sistemi di drenaggio e sulle pavimentazioni dovute al maggiore battente di pioggia</li> <li>- incremento del rischio di frane e colate</li> <li>- incrementi dell'umidità del suolo e effetti sull'integrità delle fondazioni</li> <li>- costi più alti per la manutenzione, la sicurezza e la gestione delle emergenze</li> <li>- diminuzione del tempo di vita delle opere</li> </ul>
Incremento nel numero di giornate molto calde, ondate di calore Incremento nel numero di giorni molto freddi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- disfunzioni e deformazioni da espansione termica prolungata per giunti e superfici</li> <li>- alterazione delle pavimentazioni (softening), migrazione di asfalto liquido, deformazioni permanenti (rutting)</li> <li>- costi più alti per la manutenzione, la sicurezza e la gestione delle emergenze</li> </ul>
Siccità	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento del rischio incendi e colate di fango</li> </ul>

**Tabella 3:** Esempi di impatti dei cambiamenti climatici sulle infrastrutture stradali

## CONCLUSIONI

---

A livello internazionale, conseguentemente alle osservazioni di un incremento dell'effetto serra, è ormai condivisa la necessità di invertire la tendenza per ottenere una riduzione delle emissioni che possa prevenire un ciclo continuo di riscaldamento globale.

A tal fine dovrà essere sviluppata una vasta gamma di strumenti politici e sarà richiesta l'azione di tutti i paesi.

L'UE si sta adoperando per ridurre le emissioni di gas serra in tutti i suoi settori di attività, nel tentativo di raggiungere i seguenti obiettivi:

- consumare energia meno inquinante più efficientemente;
- creare opzioni di trasporto più pulite e più equilibrate;
- rendere le aziende più rispettose dell'ambiente senza compromettere la propria competitività;
- garantire una pianificazione territoriale e una agricoltura più ecologiche;
- creare condizioni favorevoli alla ricerca e all'innovazione.

In Europa le emissioni derivanti dal settore dei trasporti rappresentano circa un quarto del complessivo output di gas serra ed in particolare l'attuale crescita del trasporto su strada contribuisce negativamente al raggiungimento degli obiettivi di riduzione fissati dai diversi paesi, infatti, in controtendenza con gli altri settori produttivi, per tale settore è stato registrato negli ultimi anni un aumento delle emissioni.

Pochissimi paesi europei hanno una strategia specifica per ridurre i consumi energetici e le emissioni di gas serra originati dal settore stradale. Infatti, la maggior parte dei paesi affronta il settore stradale come parte integrante della più generale strategia per il settore dei trasporti, ed ancora nessuna valutazione specifica è stata condotta relativamente all'incidenza della costruzione e della manutenzione delle strade sulle emissioni di gas serra e su come tali attività devono essere condotte risparmiando energia, anche se si deve segnalare che tali aspetti sono oggetto di ricerca in diversi paesi.

Le misure finora attuate sembrano essere incentrate principalmente sulle nuove tecnologie, inclusa l'introduzione di biocarburanti e sulle misure di natura fiscale, ed in misura minore sulle azioni rivolte alla riduzione dei volumi di traffico.

A tal proposito le future attività di studio e di ricerca potrebbero prendere in considerazione i seguenti aspetti:

- in che tempi gli avanzamenti della tecnologia saranno efficaci;
- in che misura la tecnologia contribuirà al raggiungimento degli obiettivi generali (compresi quelli alle scadenze fissate);
- individuazione di best practice volte alla riduzione del traffico e di come queste possano essere implementate;
- in che modo le misure adottate per il contenimento delle emissioni ed il risparmio energetico possono contribuire al raggiungimento di altri obiettivi (sicurezza stradale, le emissioni locali, ...).

Anche a **livello nazionale**, le analisi degli scienziati e degli esperti forniscono ormai un quadro sostanzialmente omogeneo dei cambiamenti climatici in atto e dei possibili scenari futuri. E' anche generalmente condivisa la necessità che alle strategie e alle azioni per la mitigazione dei cambiamenti climatici, basate essenzialmente sul contenimento delle emissioni di gas a effetto serra e sulla valorizzazione dei cosiddetti "serbatoi di CO<sub>2</sub>", si affianchino politiche e strategie di adattamento, mirate a limitare al minimo i danni economici, sociali e sanitari.

Strategie e azioni di mitigazione e di adattamento devono essere elaborate ai diversi livelli territoriali (nazionale, regionale e locale) nel quadro degli impegni internazionali (globali ed europei), ma anche tenendo conto delle specificità dei diversi settori economici, per i quali le risorse ambientali costituiscono un fattore produttivo di rilievo. La predisposizione e l'attuazione di queste strategie e azioni devono prevedere la definizione di una relazione virtuosa tra le conclusioni cui perviene il mondo della ricerca e gli interessi degli operatori del mondo economico, del sindacato, dell'impresa, dell'associazionismo.

Queste considerazioni valgono in particolare per il settore dei trasporti stradali, che dispone di notevoli potenzialità di intervento sia in termini di mitigazione che di adattamento. Il coinvolgimento degli

operatori del settore risponde all'esigenza di valorizzare le opzioni di intervento più robuste (IDDRI, 2009), che presentano aspetti interessanti sia in termini di adattamento che di mitigazione, e possibilmente trovano la loro giustificazione anche indipendentemente dallo scenario di cambiamento climatico utilizzato (no-regret).

La definizione di un mix ottimale tra mitigazione e adattamento richiede l'elaborazione di adeguati strumenti di supporto alle decisioni, che rispondano a criteri di efficacia e di condivisione; perché questo sia possibile, sarà necessario superare alcuni gap conoscitivi ancora rilevanti, garantendo ad esempio:

- il miglioramento delle conoscenze relative alla possibile evoluzione dei fenomeni estremi e ai loro impatti;
- l'integrazione degli scenari climatici con quelli socio-economici e tecnologici (ivi incluse le prevedibili evoluzioni del sistema dei trasporti stradali);
- la disponibilità di indicatori affidabili per l'adattamento, che tengano conto sia del quadro nazionale più ampio, sia delle specificità locali del fenomeno.

La risoluzione di queste criticità conoscitive, il continuo aggiornamento di dati, informazioni, analisi e valutazioni dovrebbe costituire, quindi, una sorta di primo passo nel cammino (non più dilazionabile) che, molto schematicamente, porta prima alla definizione qualitativa e quantitativa dei fenomeni in corso, poi a un'attribuzione di priorità, infine all'avvio di azioni specifiche per il loro contenimento. Il processo decisionale non dovrebbe trascurare le incertezze che continueranno a caratterizzare la scienza dei cambiamenti climatici, ma dovrebbe invece tenerne conto, privilegiando come si è detto gli interventi più robusti. La predisposizione di una *Strategia nazionale per l'adattamento sostenibile ai cambiamenti climatici e la sicurezza ambientale*, secondo l'impegno esplicito assunto dal Ministero dell'ambiente nell'ambito della Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici del 2007, dovrebbe fornire il contesto generale necessario a coordinare l'attività dei diversi soggetti coinvolti, a livello nazionale come a livello locale.

## BIBLIOGRAFIA

- Commissione Europea – Libro bianco “*La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte*” – Settembre 2001  
AA.VV. – *Terza comunicazione nazionale dell'Italia alla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici* – Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare - Ottobre 2002
- Ministry of Agriculture and Forestry - *Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change* – 2005
- Oficina Española de Cambio Climático (OECC) - *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* - Ottobre 2006
- Brunetti, M., Maugeri M., Monti F. e Nanni T. - *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenized instrumental time series* - International Journal of Climatology, vol. 26:345-381
- IPCC/WGI - *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007* - A cura di Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor e H.L. Miller – 2007
- IPCC/WGII - *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007* - a cura di M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds) - 2007
- Swedish Commission on Climate and Vulnerability - *Sweden Facing Climate Change – Treats and Opportunities* – 2007
- Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) - *Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique* - Luglio 2007
- Bonati G. - Sintesi dei lavori della Sessione A – *Agricoltura della Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici* - Roma, 12-13 settembre 2007
- Den Danske Regering - *Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark* - Marzo 2008
- Deutsches Bundeskabinett - *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel* - Dicembre 2008
- Commissione Europea – Direzione generale della Comunicazione – *La lotta contro i cambiamenti climatici, l'UE apre la strada* – Settembre 2008
- EEA - *Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment* - EEA Report n. 4/2008
- World Road Association – *Strategic Plan 2008-2011* – Ottobre 2008
- Conference of European Directors of Road – *Strategic Plan 2009-2013* – Ottobre 2008
- Fondazione Lombardia per l'Ambiente (FLA) - *Cambiamenti climatici a scala regionale: danno economico generato da eventi alluvionali su sistema delle infrastrutture lombarde* - Progetto Kyoto Lombardia - 2008
- Nanni T. e Prodi F. - *Cambiamenti climatici: la situazione in Italia* - Energia, n.1, 2008, pagg. 66-71.
- Toreti A. e Desiato F. - *Temperature trend over Italy from 1961 to 2004* - Theor. Appl. Climatology, doi 10.1007/s00704-006-0289-6 - 2008

- Commissione delle Comunità Europee - Libro Bianco “*L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo*”, COM(2009) 147 definitivo, Bruxelles, 1 aprile 2009
- IDDDRI - *The future of the Mediterranean – From impacts of climate change to adaptation issues* - Maggio 2009
- Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) - *Rapport au Premier ministre et au Parlement : Changement climatique - Coûts des impacts et pistes d'adaptation* - Rapport de l'ONERC n°3 - Novembre 2009
- AA.VV. – *Quinta comunicazione nazionale dell'Italia alla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici* – Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare - Novembre 2009
- ISPRA - *Gli indicatori del clima in Italia nel 2008* - Rapporto Serie Stato dell'Ambiente n. 12/2009, Anno IV
- AA.VV. – *Piano per il clima* – Regione Marche – Assessorato Ambiente – Servizio Ambiente e Paesaggio – Dicembre 2009
- Toreti A., Desiato F., Fioravanti G. e Perconti W. - *Seasonal temperatures over Italy and their relationship with low-frequency atmospheric circulation patterns*, *Climatic Change*, doi 10.1007/s10584-009-9640-0 - 2009
- HM Government - *Climate Change: Taking Action - Delivering the Low Carbon Transition Plan and preparing for a changing climate* - Marzo 2010
- UK Department for Transport (DfT) - *Climate Change Adaptation Plan for Transport 2010-2012 - Enhancing resilience to climate change* - Marzo 2010
- Transportministeriet (DK) - *Transportministeriets klimatilpasningsstrategi* - Giugno 2010

## A.1.2. Monitoraggio degli impatti ambientali

# Il piano di monitoraggio ambientale per grandi infrastrutture stradali

*Silvio Borlenghi*

### PREMESSA

---

La progettazione di grandi opere, soggette a Valutazione d'Impatto Ambientale da parte del Ministero dell'Ambiente, prevede la redazione di un nuovo strumento chiamato Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) in grado di "tenere sotto controllo" l'evoluzione degli impatti sull'ambiente causati sia dal cantiere sia dall'opera in esercizio. Gli obiettivi del PMA sono dettati dalle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle opere di cui alla Legge Obiettivo (21-12- 2001 n. 43) e possono essere così riassunti: verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale indicate nello Studio di Impatto Ambientale, garantire un collegamento logico funzionale tra le fasi ante operam, corso d'opera e post operam, garantire il pieno controllo della situazione ambientale e valutare l'efficacia delle misure di mitigazione previste rispetto alle varie componenti ambientali che si sono affrontate nello Studio di Impatto Ambientale, consentire agli organi preposti alla verifica della situazione ambientale un accesso organico e diretto alle informazioni desunte dal monitoraggio effettuato.

Per poter raggiungere gli obiettivi proposti dal Ministero oggi, la tecnologia, mette a disposizione strumenti sofisticati e, soprattutto per la componente Paesaggio, le riprese da satellite, le riprese aeree e soprattutto la fotografia a bassa quota "a quarantacinque gradi" da elicottero risultano insostituibili.

### REGOLAMENTAZIONE NORMATIVA E AMBITO DI APPLICAZIONE

---

Il monitoraggio ambientale si applica ad una serie di componenti e fattori ambientali che vengono esplicitati nel DPCM 27/12/1988: atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteo climatica, ambiente idrico: acque sotterranee e acque superficiali, considerate come componenti, come ambienti e come risorse, suolo e sottosuolo: intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile, vegetazione, flora e fauna: formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali, ecosistemi: complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti, che formano un sistema unitario e identificabile per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale, salute pubblica: come individui e come comunità, rumore e vibrazioni: considerati in rapporto all'ambiente naturale e umano, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti: considerati in rapporto all'ambiente sia naturale che umano, paesaggio: aspetti, morfologia e culturali del paesaggio, identità della comunità umane interessate e relativi beni culturali,. Il PMA si va ad aggiungere allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) da cui trae i tematismi del progetto e ne analizza l'evoluzione in tre distinte fasi: l'ante operam, la fase di realizzazione dell'opera e il post operam.

L'adozione di tale metodologia per fasi temporali parte dall'esigenza di dover necessariamente confrontare lo stato dell'ambiente futuro con quello attuale; in questo modo si potranno quantificare gli impatti e l'efficienza delle misure di mitigazione e compensazione adottate.

Esigenza primaria del PMA diventa la continua acquisizione di dati che fotografino lo stato dell'ambiente nella sua complessità e nelle sue interazioni con le perturbazioni create dall'opera.

Nonostante si sia consapevoli che ogni componente e fattore ambientale ha caratteristiche e proble-

matiche proprie il PMA deve stabilire una metodologia standardizzata di acquisizione dei dati. Questa scelta è alla base di un'idea di monitoraggio che non si ferma a valutare le componenti prese singolarmente, ma che guarda verso una loro continua interazione; questo permetterà di calibrare al meglio tutti gli interventi volti a garantire l'efficienza delle misure di mitigazione e compensazione ambientale.

La componente paesaggio, che potrebbe sembrare "autonoma" trova grande possibilità d'integrazione con le altre componenti ambientali applicando i principi dell'"Ecologia del Paesaggio".

## L'APPROCCIO INTEGRATO

La componente paesaggio è legata a diversi indicatori: le configurazioni fisico-naturalistico-vegetazionali, le configurazioni insediative, i caratteri della visualità ed il patrimonio storico-artistico-archeologico.

Risulta evidente che il monitoraggio su questa componente (nel suo complesso) ha significato se la raccolta dei dati ricopre una fascia temporale la più ampia possibile. Il monitoraggio ante operam potrebbe dare indicazioni di rilievo nelle scelte progettuali essendo lo strumento più idoneo a valutare le tendenze evolutive dei diversi indicatori.

Uno Studio d'impatto Ambientale basato sui dettami dell'ecologia del paesaggio dovrebbe prevedere un monitoraggio ambientale che ne condivida criteri e metodi.

E' auspicabile completare le analisi mediante l'elaborazione di rilievi fotografici di dettaglio per garantire la massima visibilità e trasparenza nei confronti della popolazione residente, per renderla il più possibile partecipe delle trasformazioni in atto sul suo territorio utilizzando il linguaggio "non tecnico".

Ci si propone come obiettivo di monitorare, al fine di tutelare: la qualità paesaggistica degli interventi, l'uso del territorio a partire dalle risorse esistenti (parchi e aree a pregio ecosistemico), i paesaggi agrari tradizionali, l'ambiente periurbano e perifluviale, la presenza biotica sul territorio e l'incremento della biodiversità, i valori acustici naturali o tradizionali: "paesaggi sonori", i percorsi panoramici e i sentieri a valenza paesistica, la viabilità storica, la rete ecologica, il suo sviluppo e il suo completamento, la ricomposizione della forma urbana, gli areali di pregio paesaggistico: le valli dei principali corpi idrici e aree adiacenti, le aree umide, le fasce di contesto della rete idrica artificiale con valenza paesistica, le aree agricole a valenza paesistica, i centri e nuclei storici, i beni storico-culturali e loro contesto.

Le fasi di lavoro si possono suddividere in prima della costruzione dell'opera, in corso d'opera e dopo la costruzione dell'opera. La prima fase prevede: realizzazione di una cartografia che, per le componenti flora, fauna ed ecosistemi, illustri tutti gli elementi naturaliformi presenti nell'area interessata dall'opera con particolare riferimento alla emergenza di biodiversità; realizzazione di una cartografia dell'intervisibilità paesistica mutuata da un rilievo fotografico e cinefotografico a 45° rispetto al terreno eseguite da elicottero (dotato di GPS) da quote diverse; riprese da terra ove le stazioni di rilievo sono scelte in base alle principali posizioni di possibile percezione umana della nuova opera; realizzazione di una cartografia dell'intervisibilità inversa mutuata da un rilievo fotografico verso le emergenze paesaggistiche come l'edificato rurale storico. La seconda fase prevede: rilievo fotografico di dettaglio eseguito dall'elicottero per le zone di cantiere e di imposta di grandi strutture; aggiornamento di tutte le cartografie realizzate nell'ante-operam compresi tutti i rilievi foto e video; controllo della effettiva realizzazione delle opere di mitigazione ambientale; controllo dell'evoluzione di tutte le opere previste di mitigazione e di compensazione. L'ultima fase, terminati i lavori, prevede: realizzazione di mostre fotografiche che "raccontino" l'evoluzione del paesaggio insieme alla nascita della nuova opera. Gli eventi finalizzati alla verifica dell'assimilazione paesistico-culturale dell'opera nel contesto locale potranno essere l'occasione per far scoprire nuovi punti di vista da cui apprezzare il paesaggio circostante. Il monitoraggio della funzionalità ecologica del paesaggio è garantito tenendo sotto controllo il valore di biopotenzialità territoriale (Btc) Con le immagini provenienti dal telerilevamento utilizzato per il monitoraggio della vegetazione, con la stessa cadenza temporale, e con l'ausilio di un sistema GIS sarà possibile ottenere un valore di Btc per tutta la durata della costruzione. Il monitoraggio così impostato rende possibile la verifica dell'efficienza delle opere di mitigazione confrontando gli obiettivi dallo studio d'impatto ambientale con i risultati del monitoraggio (la Btc è un parametro proprio dell'Ecologia del paesaggio facilmente confrontabile).



Nel caso in cui i valori di stima, al contrario, dimostrassero che i dati attesi non potranno mai essere raggiunti facilmente si potrà intervenire con misure correttive (potenziamento di opere di mitigazione, e compensazioni) in tempo utile per non compromettere la stabilità dell'ecomosaico.

## APPENDICE

---

### IL RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO FINALIZZATO AL MONITORAGGIO DELLA DINAMICA EVOLUTIVA DELL'ECOMOSAICO: UN ESEMPIO DI METODOLOGIA APPLICATIVA

---

Al fine di caratterizzare ecologicamente una fascia di territorio, si effettua una campagna di volo destinata all'acquisizione di prese fotogrammetriche digitali tramite camera digitale fotogrammetrica di ultima generazione (Z/I Digital Modular Camera - DMC) in grado di acquisire immagini sia a colori reali (RGB) utili all'indagine metrica del territorio, sia immagini in falso colore (comprehensive della banda dell'Infrarosso Vicino - NIR) necessarie alla classificazione dei tipi vegetativi presenti e del loro stato di salute. Le immagini hanno una risoluzione geometrica media al suolo di 15 cm idonea alla produzione di cartografia alla scala nominale 1:2000 (precisione richiesta pari a 40 cm).

I fotogrammi devono essere orientati mediante opportuna strumentazione (stazioni di fotogrammetria digitale) in modo tale da:

- 1) produrre i modelli stereoscopici necessari per le eventuali operazioni di restituzione cartografica e caratterizzazione geometrica della forme del territorio;
- 2) produrre le ortofoto multispettrali (4 bande, Blu, Verde, Rosso e NIR) necessarie per la produzione di cartografia tematica destinata all'individuazione delle tipologie vegetali presenti e del loro stato di salute.

L'orientamento dei fotogrammi e le successive operazioni di restituzione/ortoproiezione sono condotti utilizzando i parametri di orientamento esterno forniti insieme alle immagini digitali e generate in sede di acquisizione delle stesse dalla strumentazione GPS/IMU di cui è dotato il sistema di presa. Sulla base degli scarti risultanti in corrispondenza di un adeguato numero di punti di controllo potrà essere presa in considerazione la possibilità di affinare gli orientamenti con l'ausilio di punti di appoggio da reperire su cartografia tecnica alla scala opportuna (se esistente) o direttamente mediante campagne di misura GPS.

Le ortofoto multispettrali prodotte sono classificate mediante algoritmi di classificazione assistita sulla base di campioni spettrali (ROI- Region of Interest) definiti in campo dagli ecologi ed opportunamente georiferiti.

Tale fase è intesa a produrre carte tematiche e carte di indice di vegetazione (NDVI-Normalized Difference Vegetation Index) finalizzate alla definizione dello stato di fatto della fascia di interesse. Le carte tematiche saranno validate e qualificate utilizzando indici riconosciuti e matrici di errore costruite sulla base di osservazioni puntuali distribuite di campo.

Al fine di verificare lo stato e la tipologia delle coperture del suolo, con particolare riferimento a quella vegetale, esistenti nell'area oggetto di studio, si conduce una campagna di rilievi a terra. In tale fase si identificano e rilevano mediante strumentazione D-GPS (GPS differenziale di codice con precisione planimetrica di circa 0.5 m), alcune aree campione (ROI, Region of Interest) relative alle diverse coperture d'interesse (incolto, bosco, colture intensive, asfalto, acqua, ecc.).

Tali rilevamenti vanno importati in ambiente GIS e sovrapposti alla cartografia di riferimento (CTR 1:10.000) sotto forma di poligoni vettoriali (shapefile). Particolare attenzione nel rilevamento delle ROI deve essere posta all'identificazione delle chiome di alberi appartenenti alle specie arboree maggiormente significative. Le aree campione rilevate sono utilizzate per campionare sulle ortofoto aeree multispettrali (opportunamente calibrate in valori di riflettanza) le firme spettrali di riferimento da adottare in sede di interpretazione e di classificazione del volo aereo.

Al fine di qualificare l'attività vegetativa delle specie arboree di interesse, utilizzando l'informazione spettrale delle ortofoto prodotte, si verifica l'idoneità di un' approccio di telerilevamento classico basato sulle 2 seguenti fasi:

1. riconoscimento e separazione delle specie
2. qualificazione delle loro attività vegetativa

Il tentativo di riconoscimento ed etichettatura delle classi di interesse è condotto processando, mediante un algoritmo di classificazione supervisionato di tipo neurale (LVQ, Learning Vector Quantization), le ortofoto multispettrali prodotte. L'algoritmo di classificazione è addestrato sulla base delle firme spettrali campione derivate dalle statistiche relative ai pixel delle immagini appartenenti alle ROI. La qualificazione dell'attività vegetativa delle singole classi è investigata e misurata attraverso l'utilizzo di un indice di tipo tradizionale, utilizzato comunemente nell'ambito del telerilevamento: l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), perché fortemente correlato all'attività fotosintetica delle piante. Tale indice può essere calcolato per ciascun pixel delle immagini a disposizione attraverso un semplice computo matriciale tra bande delle ortofoto multi spettrali opportunamente calibrate, secondo la formula di seguito riportata: L'NDVI costituisce un indice adimensionale con variabilità in  $[-1,1]$ , e la sua lettura prevede che valori alti positivi definiscano un'elevata attività fotosintetica e i valori negativi identifichino la gran parte della componente non vegetata.

Alcune limitazioni relative alle immagini DMC utilizzate pregiudicano le prestazioni attese per questo tipo di approccio considerando anche il singolo fotogramma (dove gli squilibri radiometrici sono assenti), che la capacità di discriminare specie arboree differenti sulla base delle 4 discriminanti spettrali a disposizione non è sempre attendibile, in gran parte a causa del rumore spettrale introdotto sulle chiome dalla presenza di giochi d'ombra collegati alla tessitura di tali superfici.

Tuttavia attraverso prove condotte su alcune immagini singole, è possibile definire una metodologia idonea a verificare, mediante tecniche di telerilevamento, se:

- è possibile automatizzare la classificazione della componente vegetale (vegetato/non vegetato);
- è possibile distinguere all'interno della classe "vegetato" la componente erbacea da quella arboreo-arbustiva;
- è possibile investigare lo stato di salute delle piante (almeno in modo relativo);
- è possibile definire le specifiche ottimali per minimizzare gli errori di misura e/o metodologici, ipotizzando la stesura di una sorta di capitolato tecnico in grado di definire le modalità e gli strumenti dell'acquisizione, dell'analisi e del collaudo dei risultati prodotti, da adottare eventualmente per il monitoraggio su larga scala

A titolo esemplificativo riportiamo le prove condotte su un' immagine relativa ad un'area di interesse naturalistico (denominata BIO 04) in cui sono state effettuate anche opere di riqualificazione ambientale.

In primo luogo si cerca di sviluppare una procedura operativa potenzialmente utilizzabile per processare le immagini DMC nell'ipotesi di soluzione del problema della disomogeneità radiometrica lungo le strisciate. L'approccio adottato, al momento ritenuto il più efficace, fa riferimento alle seguenti fasi:

- Ricampionamento geometrico dell'immagine inteso ad accorpare le firme spettrali di pixel adiacenti minimizzando gli effetti della variabilità radiometrica locale nella corretta identificazione delle classi. L'utilità di tale operazione risulta maggiormente evidente in zone dell'immagine a tessitura fortemente variabile (chiome). La risoluzione geometrica delle immagini viene ridotta dai 10 cm originali a 60 cm.
- Per abbattere ulteriormente le discontinuità tessiturali residue viene applicato, alle bande originali, un filtro digitale passa basso a mediana (*kernel 3x3*).
- A partire dalla nuova immagine prodotta viene generata una matrice di NDVI, successivamente sogliata rispetto ad una soglia arbitraria (al momento fissata a 0.15) per separare la componente biotica da quella abiotica attraverso un'operazione di mascheramento (la maschera è un'immagine che presenta valore 1 per i pixel di interesse che soddisfano le condizioni imposte e valore 0 per gli altri);
- Sull'immagine originale vengono calcolate delle statistiche di vicinanza (*OCCURRENCE measures*) in grado di misurare la variabilità locale della scena. Sull'immagine VARIANCE (deviazione standard della popolazione dei valori radiometrici che costituiscono l'intorno del generico pixel considera-

to) ottenuta a partire dalla bande dell'infrarosso vicino (NIR) vengono individuate le aree vegetate omogenee (verosimilmente quelle non arboree) attraverso un'operazione di sogliatura (VARIANCE (NIR) < 850). Viene prodotta una maschera che evidenzia le sole zone verosimilmente arboree.

- Parallelamente sulle bande originali vengono individuate le zone d'ombra, la cui presenza costituisce una grande limitazione per la separazione delle classi. Tale operazione è condotta utilizzando sogliature complesse basate sull'utilizzo di operatori di confronto e booleani. Il risultato è una maschera che identifica le zone di assenza d'ombra.
- Le maschere prodotte ai punti 3 (BIO), 4 (ARBOREO) e 5 (N0-OMBRE) vengono accorpate in una unica maschera che identifica le zone dell'immagine suscettibili di processamento, cioè quelle prive di ombre e potenzialmente arboree.

Una seconda linea di indagine ha inteso evidenziare, con l'utilizzo di strumenti geostatistici avanzati disponibili all'interno dei GIS, alcune caratteristiche relative alle classi di interesse. Tale indagine è stata condotta sull'immagine NDVI considerando statistiche inerenti i pixel ricadenti all'interno dei poligoni che identificano, sull'immagine, le ROI campionate ("campi coltivati", "altre colture-frutteti, vigneti", "incolti" e "coperture boscate"). In tale fase si è operato con il tool *ZONAL STATISTICS* messo a disposizione dal GIS ESRI ArcView 9.X. Benché il responso di questa linea di indagine non sia ancora definitivo, alcune prime indicazioni positive sembrano provenire da questo tipo di approccio. In particolare appare probabile che le statistiche prodotte possano essere utilizzate per distinguere le chiome affette da fitopatie da quelle sane, considerando le relazioni (ancora da formalizzare in modo rigoroso) tra i parametri calcolati: minNDVI, maxNDVI, mediaNDVI, deviazione standardNDVI, (max – min) NDVI.

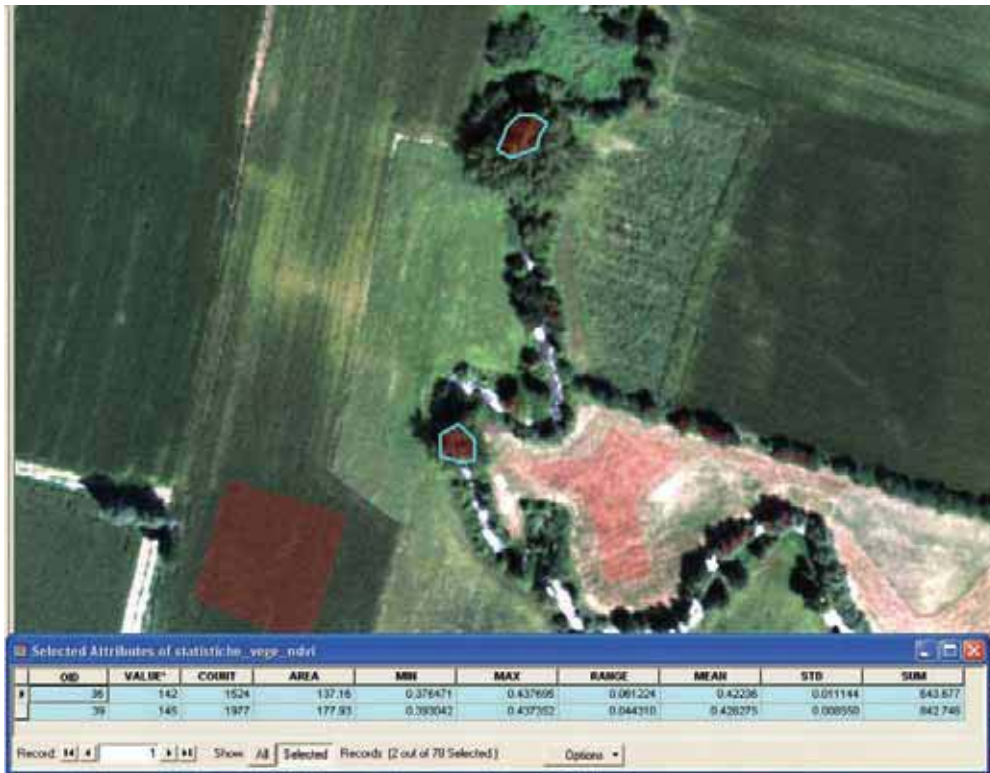
L'esempio è fornito nell'area BIO\_04, dove l'intenso attacco di *Armillaria* (agente di marciume radicale) sulla pianta n. 12 (un grande pioppo corrispondente anche all'albero di pregio n. 6) determina una riduzione dell'attività vegetativa, riscontrabile come un incremento della deviazione standard dei valori di NDVI dello stesso gruppo di pixel, benché il valore medio di NDVI sia comparabile a quello degli altri pioppi della stessa immagine (si veda immagine TEL\_01).

L'esplorazione a video (fotointerpretazione) delle immagini rappresentate secondo sintesi additive favorevoli a percepirne alcune caratteristiche interessanti, possono essere utilizzate con successo. Per esempio, la sintesi additiva in falso colore (R: NIR, G: Red, B: Green) può essere utilizzata per il riconoscimento ed il monitoraggio dei nuovi impianti (immagine TEL\_02).

Si ribadisce tuttavia che tale risultato è ottenuto grazie ad un accurato rilievo di terra.

Dai risultati ottenuti è emerso quanto segue:

- Qualora siano risolti i problemi di bilanciamento radiometrico tra le scene, potrebbe essere presa in considerazione la possibilità di acquisire le immagini multispettrali più volte l'anno. Tale strategia consentirebbe di sopperire parzialmente alla carenza di informazione spettrale legata al basso numero di bande disponibili. Le componenti vegetali, infatti, in virtù delle successive fasi fenologiche, se considerate per esempio in relazione al valore di NDVI, potrebbero essere separate più facilmente, in forza del diverso andamento annuale che questo assumerebbe. Due voli potrebbero già costituire un enorme vantaggio in tal senso (ad esempio maggio e settembre). Sarebbe auspicabile comunque almeno una campagna di rilievi a terra per confermare quanto ipotizzato. I dati acquisiti ed elaborati costituirebbero una base di partenza per i monitoraggi degli anni successivi.
- Tale strategia, se mostrasse veramente l'efficacia che per essa si ipotizza, potrebbe risolvere anche il problema della realizzazione della Carta dell'Ecomosaico, la quale tuttavia potrebbe essere redatta o mediante rilievi a terra estremamente puntuali o attraverso fotointerpretazione di opportune sintesi additive RGB prodotte utilizzando le bande disponibili. In particolare le immagini multispettrali consentirebbero di effettuare un monitoraggio su larga scala non solo per definire l'attuale Ecomosaico, ma anche e soprattutto per seguirne l'evoluzione di pari passo con l'avanzamento dei lavori.
- Oltre a ciò sarebbe probabilmente possibile verificare e monitorare lo sviluppo dei nuovi impianti (di mitigazione e compensazione), previa campagna a terra di riscontro.



Ortofoto dell'area BIO\_04 ed elaborazione statistica dei valori di NDVI: il pioppo n. 12 (poligono n. 142) presenta deviazione standard nettamente superiore a quella dei pioppi delimitati dal poligono n. 145, a causa dell'attacco di Armillaria  
Cod. Foto: TEL\_01



Ortofoto dell'area BIO\_04 e sintesi additiva in falso colore (R: NIR, G: Red, B: Green) utile per il riconoscimento ed il monitoraggio dei nuovi impianti (parte dei quali all'interno del cerchio giallo).  
Cod. Foto: TEL\_02

# Casistica di interventi di rivegetazione e ingegneria naturalistica in ambito viario

*Giuliano Sauli*

## PREMESSE

Le principali interferenze naturalistiche indotte dalla realizzazione di infrastrutture viarie sono legate a:

1. sparizione fisica: data la natura lineare di tali infrastrutture, vere e proprie “strisce” di territorio vengono occupate e sottratte definitivamente;
2. interruzione della continuità di habitat, reti ecologiche, ecosistemi in genere;
3. realizzazione di vaste superfici denudate di neoformazione collegate con l’infrastruttura :
  - direttamente quali: scarpate in trincea, rilevati, aree di svincolo, imboccature di gallerie, ecc.;
  - indirettamente quali: aree e piste di cantiere, cave di prestito, ecc.
4. Anche se l’infrastruttura attraversa aree prive di valori naturalistici, ad esempio zone di pianura a vaste superfici di agricoltura intensiva, va comunque considerata l’opportunità di una riqualificazione del paesaggio attraversato mediante:
5. realizzazione di fasce boscate tampone a lato strada
6. ricostruzione di corridoi ecologici
7. ricostruzione di habitat
8. ricostituzione in genere di elementi della rete ecologica

Di tutte queste superfici va prevista la rivegetazione con tecniche di Ingegneria Naturalistica per i seguenti motivi:

- funzionali (antierosivi e di stabilizzazione in genere);
- naturalistici di ricostituzione o innesco di formazione di ecosistemi paranaturali;
- paesaggistici.

## CASISTICA DEGLI INTERVENTI

Viene riportata sotto forma di elenco di buone pratiche una serie di indicazioni metodologico – pratiche sui possibili interventi a verde da realizzare in ambito stradale. Vengono illustrati con documentazione fotografica alcuni casi di interventi datati o recenti di ottima riuscita per quanto riguarda la rivegetazione funzionale e naturalistica.

## SCARPATE IN RILEVATO O A RASO

Va previsto in generale per tutte le superfici a raso e per le scarpate in rilevato:

- il riporto di terreno vegetale;
  - la formazione di cotici erbosi mediante semine (in genere idrosemine)
  - la formazione di siepi tra le carreggiate
  - la messa a dimora di specie arbustive ed arboree con attenzione ai problemi di invasione della sagoma dei veicoli, mantenendo quindi una fascia di sgombro adeguata (da 2 a 4 m) a solo cotico erboso
- La rivegetazione dei rilevati di ricomposizione morfologica.

## SCARPATE IN TRINCEA

Le scarpate in scavo o in trincea rappresentano una casistica molto frequente non solo nei tracciati in zone montane, ma anche in quelli planiziali:

- a) quando si cerca di bilanciare le cubature scavi/riporti per limitare i costi di approvvigionamento degli inerti da cave di prestito;
- b) per evitare antiestetici cavalcavia e viadotti negli incroci con altra viabilità.

Data la natura litoide del substrato e le pendenze di scavo, normalmente non sono previsti interventi a verde su tali scarpate, creando problemi di reinserimento paesaggistico, ma talvolta anche funzionali di erosione da ruscellamento nelle litologie meno compatte, o addirittura di franamenti difficili da mettere in sicurezza.

A tal fine le scarpate in trincea vanno progettate a seconda della litologia, non soltanto in funzione della stabilità geomeccanica, ma anche della ripristinabilità. Rocce sciolte quali ghiaie e sabbie terrazzate, argille sovraconsolidate, marne, conglomerati, ecc., vanno, ove non sussistano impedimenti al contorno, scavate a pendenze non superiori ai 35°, per consentire riporti di suolo e successiva rivegetazione, talvolta spontanea, con beneficio anche della stabilità superficiale e durata nel tempo delle scarpate stesse. In certi casi di litologie particolarmente friabili è necessario ricorrere a costose tecniche di stabilizzazione mediante mantellate in cls.

Nel caso vi sia la necessità di adottare pendenze maggiori (40° - 45°) per la presenza di edifici, infrastrutture o aree urbanizzate in genere, per evitare fenomeni di ruscellamento vanno previste tecniche di rivestimento o stabilizzanti (stuoie, reti, viminate vive ecc.) che consentano la permanenza in sito della terra vegetale da riportare e garantiscano quindi la crescita della vegetazione.

- Nel caso di rocce compatte non necessariamente va adottata la massima pendenza tecnicamente possibile, ma il progetto dovrà tener conto dell'assetto e dei raccordi morfologici in funzione di ottimizzazione paesaggistica. Gli interventi di rivestimento vegetativo nel caso di scarpate in roccia ricondotte a pendenze maggiori (45° - 60°) sono molto onerosi o addirittura impossibili.
- Vanno preferite, ove possibile dal punto di vista geotecnico, scarpate a tirata unica invece di scarpate a gradoni. Infatti in queste ultime aumenta la pendenza di ogni singola scarpata a pari occupazione complessiva e quindi di superfici di esproprio e si ottiene un antiestetico effetto geometrico legato alla presenza dei gradoni, anche se rivegetati. Problemi di ruscellamento superficiale vanno risolti adottando interventi antierosivi e stabilizzanti con tecniche di ingegneria naturalistica.

## OPERE DI SOSTEGNO

Nel campo delle opere di sostegno di infrastrutture viarie sono ormai collaudate una serie di tecniche di Ingegneria Naturalistica che possono essere realizzate in sostituzione o in abbinamento con strutture murarie tradizionali. Risultano proponibili principalmente le seguenti tecniche:

- Terre rinforzate rinverdite che consentono:
  - a) opere di sostegno importanti di altezze anche notevoli, alternative di rilevati a pendenza naturale ma con notevole risparmio di spazio, o alternative di opere murarie in calcestruzzo, ma con migliore reinserimento paesaggistico;
  - b) opere con funzione combinata di sostegno di rilevati e rivestimento;
- Muri cellulari rinverditi e muri verdi in terra armata;
- Gabbionate rinverdite;
- Palificate e grate vive utilizzabili per sostegno e rivegetazione di scarpate, piste laterali, ecc..

Va precisato che gli interventi a verde delle opere di sostegno devono prevedere oltre alle semine anche la messa a dimora di talee legnose (salici, tamerici) e di arbusti autoctoni in zolla.

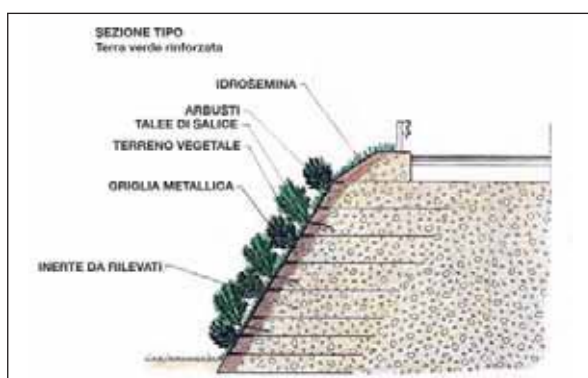
Gli interventi con talee sono facilitati se vengono eseguiti in corso di costruzione della struttura (consentendo l'inserimento di astoni anche di 2 - 3 m) ma sono soggetti ai limiti stagionali (autunno - inverno) di messa a dimora delle talee



Terra rinforzata verde in fase di costruzione.  
Svincolo di Morgex  
Autostrada Aosta-Monte Bianco  
Foto G. Sauli



Terra rinforzata verde in fase di costruzione.  
Svincolo di Morgex , vista dal basso  
Autostrada Aosta-Monte Bianco  
Foto G. Sauli



La stessa dopo alcuni anni



Terra rinforzata con messa a dimora di talee di salice, Svincolo di Morgex  
Foto G. Sauli



Terra rinforzata con messa a dimora di talee di salice, Svincolo di Morgex, dopo alcuni anni  
Foto G. Sauli



Panorama d'insieme, Morgex 2006



Terra rinforzata rinverdita, a 10 anni dall'intervento. Pian di Vedoia  
Autostrada Vittorio Veneto, 2003  
Foto G. Sauli



Terra rinforzata rinverdita, a 15 anni dall'intervento. Pian di Vedoia  
Autostrada Vittorio Veneto, 2008  
Foto G. Sauli



Muro verde in terra armata in opera  
Autostrada dei Trafori Loc. Inverio  
Foto G. Sauli - 1990



Muro verde in terra armata rinverdito  
Autostrada dei Trafori Loc. Inverio  
Foto G. Sauli - 1998



## RIVEGETAZIONE A LATO STRADA

Vanno previsti i seguenti interventi:

- realizzazione a lato strada fasce di vegetazione “tampono” con funzioni di “filtro” sia per l’inquinamento atmosferico che luminoso e visuale di almeno 10 m Tali barriere verdi non hanno di per se in genere funzioni antirumore e vanno abbinare nel caso a barriere fonoisolanti.
- Interventi di rivegetazione sia nelle aree di pertinenza della strada, a titolo di mitigazione diretta degli impatti, sia a titolo compensatorio, in area più vasta, con la finalità di migliorare il tessuto delle reti ecologiche, dei corridoi faunistici ed in genere del tenore di biodiversità.
- Un caso particolare è rappresentato dalla rivegetazione delle aree sotto i viadotti, che rimangono spoglie in genere non per mancanza di luce, ma di acqua, che può però essere facilmente portata con un sistema di tubi diffusori per subirrigazione, collegati con la rete idrica o in serie con le acque di smaltimento di piattaforma opportunamente condizionate con delle vasche di prima pioggia;
- Gli interventi di rinaturalizzazione devono riguardare anche le aree e le piste di cantiere e i tratti di vecchi tracciati abbandonati.



Formazione fascia boscata tampono di corredo a barriera fonoassorbente.  
Scalo ferroviario di Cervignano (UD)  
Foto G. Sauli - 1985



Fascia boscata tampono di corredo a barriera fonoassorbente, dopo 1 anno  
Scalo ferroviario di Cervignano (UD)  
Foto G. Sauli - 1986



Fascia boscata tampono, a circa 18 anni dall'intervento in Loc Muscoli  
Scalo ferroviario di Cervignano (UD)  
Foto G. Sauli - 2003

## PRESIDI ANTIRUMORE

Una delle problematiche legate all'esercizio di strade e ferrovie è quello del rumore, che va affrontato in sede di scelta del tracciato, mantenendo se possibile l'infrastruttura a distanze di sicurezza dagli abitati.

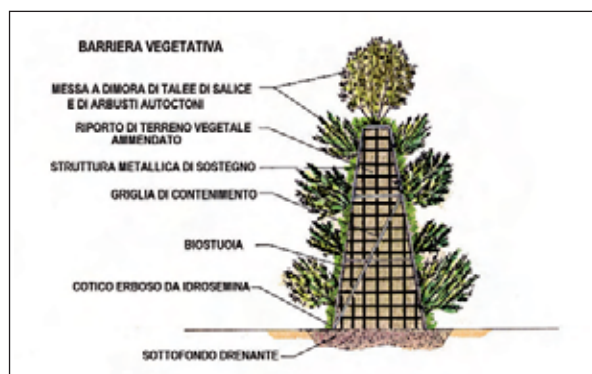
Nel caso questo tipo di interferenza si manifesti per vari motivi contingenti (vincoli morfologici, preesistenza di edifici in adiacenza nel caso di ampliamenti, ecc.), vanno realizzati presidi antirumore che nei settori stradale e ferroviario sono ormai adottati in Europa da oltre 20 anni.

La tipologia più diffusa, per motivi di praticità in particolare legati allo spazio e al massimo avvicinamento alla sorgente, è quella dei pannelli fonoisolanti montati su supporti metallici al ciglio strada.

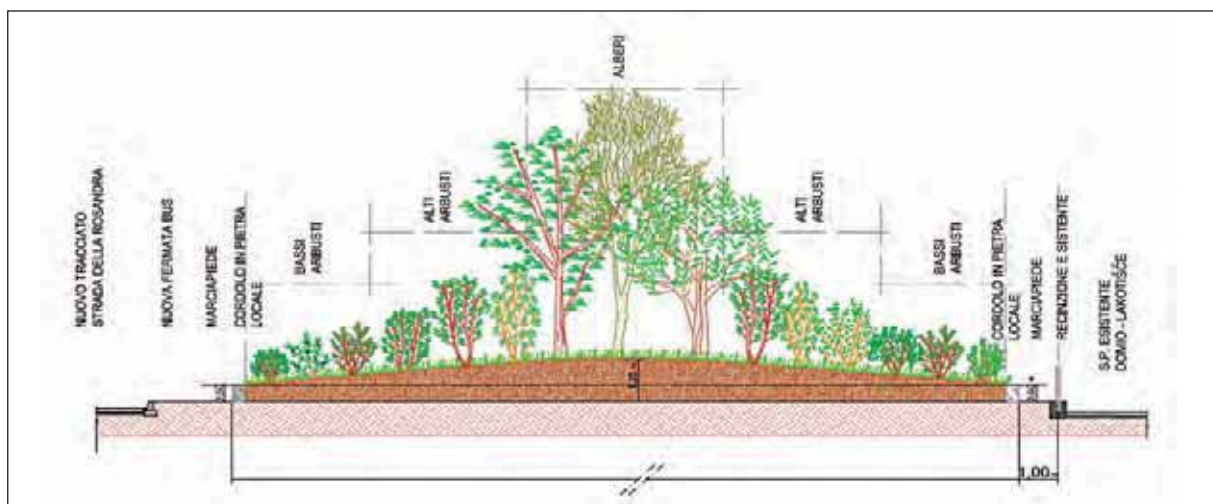
L'uso della vegetazione con funzioni antirumore richiede fasce boscate molto ampie (superiori ai 25-30 m e quindi poco proponibili nella realtà territoriale italiana) e costituite da vegetazione arboreo-arbustiva molto fitta e realizzata con specie molto ramosi e con una componente di sempreverdi (resinose e latifoglie) di almeno il 30%.

Altri sistemi a verde possono essere realizzati con uso di terrapieni vegetati con le tipologie che seguono:

1. in terrapieno naturale vegetato, che richiede però comunque notevoli occupazioni di spazio lato strada e rilevanti quantità di inerti;
2. in strutture a terrapieno compresso verde che a loro volta si distinguono in alcune tipologie costruttive:
  - in doppia terra rinforzata rinverdita in rete sintetica ;
  - in doppia terra rinforzata rinverdita in rete metallica zincata e plastificata;
  - barriera vegetativa antirumore ;
  - in doppio muro cellulare rinverdito in calcestruzzo ;
  - in doppio muro cellulare rinverdito in legno;
3. in pannelli fonoisolanti abbinati a terrapieni verdi o a fasce di vegetazione. La scelta dei materiali, il dimensionamento in altezza, la scelta delle specie dovranno tener conto sia dei parametri tecnici, sia delle caratteristiche della vegetazione locale (uso di specie autoctone), che dei problemi di natura paesaggistica.
4. nel caso si adottino pannelli trasparenti, la loro presenza va segnalata con adesivi di sagome di falconiformi per evitare lo schianto degli uccelli in planata. L'esperienza degli ultimi anni dimostra che in certe situazioni (in genere viadotti in aree urbane) si sono verificate numerose collisioni mortali.



Barriera vegetativa antirumore a 10 anni dalla realizzazione.  
Autostrada dei Trafori - Baveno  
Foto G. Sauli



Grande Viabilità Trieste - aiuola con fascia boscata filtro  
Messa a dimora di alberi e arbusti autoctoni

SEZIONE TIPO FASCIA BOSCATO FILTO	
Elenco di specie arboree ed alto-arbustive autoctone utilizzate per fasce boscate filtro	Elenco di specie arbustive autoctone utilizzate per aiuole e terre rinforzate verdi
<p><i>Tilia europea</i>  <i>Acer campestre</i>  <i>Fraxinus oxycarpa (= excelsior)</i>  <i>Quercus ilex</i>  <i>Carpinus betulus</i>  <i>Crataegus monogyna</i>  <i>Laurus nobilis</i>  <i>Prunus mahaleb</i></p>	<p><i>Cornus sanguinea</i>  <i>Viburnum tinus</i>  <i>Viburnum lantana</i>  <i>Ligustrum vulgare</i>  <i>Salix eleagnos</i>  <i>Prunus mahaleb</i>  <i>Prunus spinosa</i>  <i>Paliurus spina- christi</i>  <i>Rosa canina</i>  <i>Sambucus ebulus</i>  <i>Crataegus monogyna</i>  <i>Coronilla emerus</i></p>
<p><i>N.B.: Non sono stati utilizzati Olmo e Robinia perché infestanti (radici pericolose per marciapiedi) e Pioppo perché sporca in primavera durante la fioritura.</i></p>	

Sequenza eventi febbraio 2009 - aprile 2010:





## BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. *Autoroute et Grand Gibier*. Ministère de L'Agriculture - Centre Tehnique du génie rural, des eaux et des forêts Groupement Technique Forestier - division « Loisirs et Chasse » - 1978
- A.A.V.V. *Impact des routes et autoroutes sur la faune*. Ministère Des Trasports -Direction des Routes et de la Circulation routière - Division des Liasons interurbaines Setra Parigi - 1978
- AA.VV *Opere di ingegneria naturalistica sulle sponde, tecniche costruttive ed esempi nel cantone di Berna*. Ministero dell'ambiente, Servizio Valutazione Impatto Ambientale, Informazione ai cittadini e per la Relazione sullo Stato dell'Ambiente, Roma (trad. da Zeh et Al., 1988)- 1993
- AA.VV *Manuale tecnico di ingegneria naturalistica*. Regione Emilia Romagna, Assessorato all'ambiente, Regione del Veneto Assessorato Agricoltura e Foreste - 1993
- A.A.V.V. *Ambiente, fauna e traffico* Office National De La Chasse - Parigi Rivista Habitat - 1994
- A.A.V.V. *Traffico e fauna selvatica. L'esperienza francese*. Office National De La Chasse Parigi - (Parte seconda) - Rivista Habitat - 1994
- AA.VV *Sistemazioni in ambito fluviale. Quaderni di Ingegneria Naturalistica*. Il Verde Editoriale - 1995
- AA.VV *Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale*. Regione Liguria, Ass. edilizia, Energia e Difesa del suolo - 1995
- AA.VV *Infrastrutture stradali e frammentazione degli habitat* I.E.N.E. (Infra-Eco-Network-Europe)
- AA.VV I.F.F. *Indice di funzionalità fluviale*. ANPA - 2000
- AA.VV *Interactions entre les réseaux de la faune et des voies de circulation*. Dipartimento federale dell'ambiente dei trasporti dell'energia e delle comunicazioni, Zurigo - 2000
- AA.VV *Bases pour la directive "Planification et construction de passages à faune à travers des voies de communication"*. Dipartimento federale dell'ambiente dei trasporti dell'energia e delle comunicazioni, Zurigo - 2001
- AA.VV *Interventi di Ingegneria Naturalistica nel Parco Nazionale del Vesuvio*. Ente Parco Nazionale del Vesuvio - 2001
- AA.VV *Atlante delle opere di sistemazione dei versanti*. ANPA - 2001
- AA.VV *Cost 341-Habitat fragmentation due to transportation infrastructure*. European review. European Commission Bruxelles - 2002
- AA.VV *Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di Ingegneria Naturalistica*. Regione Piemonte Direzione tutela e risanamento ambientale, Programmazione gestione rifiuti; Direzione Opere Pubbliche - 2003

- AA.VV. *Atlante delle opere di sistemazione fluviale. Manuale linee guida*. APAT - 2003
- AA. VV. *Linee guida per capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – PODIS - 2006
- AA. VV. *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*. Ensemble donnons vie à l'eau – Agence de l'eau – 2007
- AA. VV. *Linee guida per il recupero ambientale dei siti interessati dalle attività estrattive in ambito golenale di Po nel tratto che interessa le Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia*, Regione Emilia Romagna - 2010
- AA. VV. *Linee guida alla progettazione degli interventi di ingegneria naturalistica nelle Marche*. Sezione Regionale AIPIN Marche - 2010
- Battisti C. *Frammentazione ambientale collettività reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche, ambientali e Protezione civile – 2004
- Bundesministerium für Verkehr, *Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen RLS -81*. Allgemeines Rundschreiben Strassenbau n.5 - 1981
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen Abteilung Strassenbau *Strassenverkehr Merkblatt zum Amphibienschutz an Strassen*. Allgemeines Rundschreiben Strassenbau n.2 - 2000
- Carbonari A., Mezzanotte M. *Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio*. Prov. Autonoma di Trento, Servizio Ripristino e Valorizzazione Ambientale – 1993
- Cattoglio C. *Impatto ambientale in verde*. Le strade 5/2005 – 151-155
- Concessioni E Costruzioni Autostrade S.P.A. *Capitolato speciale per l'esecuzione delle opere in verde necessarie alla manutenzione, conservazione e rinnovo delle piantagioni e degli spazi verdi dell'autostrada ed elenco prezzi unitari* - 1986
- Cornellini P. *Una nuova tipologia. La palificata viva tipo "Roma"*. Acer 1/2001
- Cornellini P., Sauli G. *Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di difesa del suolo con tecniche di ingegneria naturalistica*. PODIS Ministero Dell'Ambiente - 2005
- Cornellini P., Federico C., Pirrera G. *Arbusti autoctoni mediterranei per l'Ingegneria naturalistica – Primo contributo alla morfometria degli apparati radicali*. Regione Siciliana, AIPIN Sicilia e Lazio, Az. Reg. foreste demaniali – 2008
- Council of Europe *Dispositifs pour la prévention des accidents de la route et des noyades chez les animaux vivant en liberté* Natura documentation series n.22 - 1988
- De Antonis L. Molinari V.M. *Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di ingegneria naturalistica*. Regione Piemonte - 2003
- Di Fidio M. *Capitolato speciale d'appalto per opere di costruzione del paesaggio*. Pirola – 1987
- Dinetti M. *Fauna selvatica e strade: più sicurezza per uomo e natura* - Bandecchi & Vivaldi – Pontedera - 1999
- Dinetti M. *Infrastrutture ecologiche*. Il Verde Editoriale - 2000
- Dinetti M. et al. *Atti del convegno: "Infrastrutture viarie e biodiversità. Impatti ambientali e soluzioni di mitigazione"*. Pisa, 25 novembre 2004. Provincia di Pisa e Lipu. Stylgrafica Cascinese, Cascina (PI) – 2005
- Dinetti M. *Rischio di conflitto. Reti ecologiche l'impatto delle strade sulla fauna*. Acer 1/2007 33-35
- Dinetti M. (a cura di) *Infrastrutture di trasporto e biodiversità: lo stato dell'arte in Italia. Il problema della frammentazione degli Habitat causata da autostrade, strade, ferrovie e canali navigabili*. I.E.N.E. (Infra-Eco-Network-Europe), sezione Italia – 2008
- Florineth F. *Prezzi 1994 per i lavori di ingegneria naturalistica*. Azienda Speciale per la regolazione dei Bacini Montani, Bolzano - 1994
- Florineth F. *Piante al posto del cemento*. Il Verde Editoriale – 2007
- Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen (Hrsg.) *Richtlinien für den Lebendverbau an Strassen*. Entwurf Köln – 1971
- Gerber F., Lachat B. *Aménagement de bassins de sécurité et gestion des batraciens en relation avec la construction de l'autoroute A16 à Porrentruy (Jura, Suisse)* Ingenieurbiologie / Geniebiologique 1/04 47-52
- Gerstgraser C. *Ingenieurbiologische bauweisen an fliessgewässern Grundlangen zu bau, belastbarkeiten und wirkungsweisen*. Osterreichischer Kunst- und Kulturverlag - 2000
- Gevers W. A., Den Hoedt G. & W. Voskamp *Geosynthetics: terms and defintions*. IGS News Vol. 8 n° 2 July – 1992
- Koepfel H. *Ingenieurbiologische bauweisen auf Stufe Planung und Projectierung*. Ingenieurbiologie / Geniebiologique 4/09 23-29
- Krautzer B., Peratoner G., Bozzo F. *Specie erbacee idonee al sito. Produzione del seme ed utilizzo per l'inerbimento in ambiente montano*. Provincia di Pordenone – 2004
- Krell K. *Handbuch für Laermschutz an Strassen und Schienenwegen*. Otto Elsner Verlagsgesellschaft – 1980
- Malcevski S., Bisogni L. G., Gariboldi A. *Reti ecologiche e interventi di miglioramento ambientale*. Il Verde Editoriale – 1996
- Manfredi A. *La ricostruzione sostenibile. Il modello Versilia*. Comunità Montana Alta Versilia – 2002
- Merzagora E. A. *Duecento chilometri di nuove autostrade in Croazia*. Strade e Autostrade 5-2004 42-45
- Ministère de l'Enviroment et du cadre de vie et Ministère des Transports *Bulletin Officiel, Fascicule special 78-48 bis, Cahier des clauses techniques générales. Fascicule 35, travaux d'espaces verts, d'aires, de sports et de loisirs* – 1978
- Ministère des Transports *Protection de la faune et de la circulation routière*. S.E.T.R.A - 1981
- Ministère des Transports *Impact des routes sur la végétation*. Rapport du groupe de travail S.E.T.R.A - 1983
- Ministère de l'Equipement du logement, de l'aménagement du territoire et des Transports *Routes et faunes sauvage, Actes du colloque*. Strasbourg Conseil de l'Europe, 5-7 giugno 1985
- Ministère de l'Enviroment et du cadre de vie et Ministère des Transports *Bulletin Officiel, Fascicule special 80-50 bis, Cahier des clauses techniques générales. Fascicule 35, travaux d'espaces verts, d'aires, de sports et de loisirs, Travaux d'entretien Documents types, Paris* - 1985

- Ministero Dell'ambiente, Servizio Via Commissione Via *Linee guide per capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica e lavori di opere a verde*. Prestampa AIPIN- TS – 1997
- Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti *Strade e fauna selvatica: come migliorare la sicurezza* Direzione generale della motorizzazione e della sicurezza del trasporto terrestre – 2002
- Ministry of Transport, Public Works and Water Management *Habitat fragmentation and Infrastructures. Proceedings of the International Conference on Habitat fragmentation, Infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1995, Maastricht and the Hague, the Netherlands* 1997. Road and Hydraulic Engineering Division DWW. 1997
- Müller S. & G. Berthoud *Sécurité Faune/Traffic*. Laboratoire des Voies De Circulation, école Polytechnique Federale de Lausanne - 1997
- Palmeri F. Et Al. *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni. Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni*. PTCP Provincia di Terni - 2003
- Regione Lombardia *Deliberazione Giunta Regionale 29 febbraio 2000 - N. 6/48740 Approvazione direttiva "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica*. BUR della Lombardia 9 Maggio 2000 1° supplemento straordinario al n. 9 - 2000
- Regione Lombardia - Staff Di Coordinamento Operativo Per La Difesa Del Suolo *Piano per la difesa del suolo ed il riassetto idrogeologico della Valtellina - Quaderno delle opere tipo - 1993*
- Regione Piemonte - Comunità Montane Valle Antigorio E Formazza, Valle Antrona, Valle Anzasca, Cusio Mottarone, Valle Ossola, Valle Strona, Valle Vigizzo *Schema previsionale e programmatico per il riassetto idrogeologico e la ricostruzione nei comuni della Provincia di Novara colpiti dalle avversità atmosferiche dell'agosto 1987 di cui all'art. 16 della legge n.102/90 - Quaderno delle opere tipo - 1993*
- Regione Toscana *Principi e Linee Guida per l'Ingegneria Naturalistica*, Voll. 1 e 2, Collana Fiumi e Territorio – 2000 e 2001
- Reynolds P. *Wildlife corridors and the mitigation of habitat fragmentation. European and North American perspectives* Capreolus Wildlife Consultancy - 1998
- Romani P., Ventura F. *La rumorosità ambientale: il ruolo delle barriere acustiche*. Pitagora Bologna - 1992
- Rümler R. *Ingenieurbiologische Bauweisen in Strassenbau*. Strasse, Landschaft, Umwelt 3 -1980-81 – 118-127
- Sauli G. *Soil Biological Engineering Works in the Road Sector and their Applications in Different Climatic Conditions*. The Environment In Road Location And Design. AIPCR Helsinki, 14-15 maggio 1998
- Sauli G. *Utilisation du génie végétal pour la protection des berges en Italie*. Séminaire transnational «au fil de l'eau» Berdes et rivières d'Europe Valence (F) 30/09 – 2/10 1998
- Sauli G. *Casistica di interventi di ingegneria naturalistica: costi e risultanze*. Atti del Convegno transnazionale "Efficacia e costi degli interventi di ingegneria naturalistica" EFIB - AIPIN Trieste 25-27 novembre 1999
- Sauli G. *The transfer of soil bioengineering into new climatic, edaphic and floristic zones*. Atti della Conferenza 1999 «Ground and Water Bioengineering for Erosion Control and Slope Stabilization» IECA Manila 19-21 aprile 1999
- Sauli G. *Linee Guida sugli interventi di mitigazione delle grosse infrastrutture soggette a procedura V.I.A.* Commissione V.I.A. Ministero Ambiente - 2003
- Sauli G. Cornellini P., Preti F. *Manuale d'Ingegneria Naturalistica applicabile al settore idraulico*. Regione Lazio - 2002
- Sauli G. Cornellini P., Preti F. *Manuale 2 d'Ingegneria Naturalistica applicabile ai settori delle strade, cave, discariche e coste sabbiose*. Regione Lazio - 2003
- Sauli G. Cornellini P., Preti F. *Manuale 3 d'Ingegneria Naturalistica Sistemazione dei versanti*. Regione Lazio - 2006
- Sauli G. et al. *Problemi e tecniche negli studi di impatto ambientale delle Grandi Opere*. Colombo - 2006
- Sauli G., Siben S. *Tecniche di rinaturazione e di ingegneria naturalistica: esperienze europee*. Patron – 1992
- Schweizerische Normenvereinigung *Wildschutz. Grundlagen und Massnahmen* Norm SNV 640 690 – 1968
- Schweizerische Normenvereinigung *Wildschutz. Wildzäune*. Norm SNV 640 693 - 1968
- Schweizerische Normenvereinigung *Wildschutz. Projektierung*. Norm SNV 640 691 – 1969
- Schweizerische Normenvereinigung *Schutz der Lurche. Grundlagen Projektierung von Schutzmassnahmen* Norm SNV 640 697 – 1976
- Schweizerische Normenvereinigung *Bepflanzung, ausführung Lebendverbau*. Norm SNV 640 680 – 1977
- Schiechl H. M., Stern R. *Bioingegneria forestale, basi, materiali da costruzione vivi, metodi*. Castaldi - 1991
- Schiechl H. M., Stern R. *Ingegneria Naturalistica – Manuale delle costruzioni idrauliche*. ARCA - 1994
- Schiechl H. M., Stern R. *Ingegneria naturalistica, manuale delle opere in terra*. Castaldi - 1992
- SNAM - Direzione Costruzioni *Interventi di ripristino e stabilizzazione superficiale dei terreni mediante l'impiego di specie legnose e piantagioni varie* - 1989
- SNAM - Direzione Costruzioni *Consolidamento dei terreni interessati alla posa di condotte mediante opere di drenaggio delle acque* - 1989
- Zeh H. *Ingenieurbiologische Bauweisen*. Studienbericht Nr. 4. Eidgenössisches Verkehrs und energiewirtschafts departement Bundesamt für Wasserwirtschaft - 1993
- Zeh H. *Tecniche di Ingegneria naturalistica. Rapporto di studio Nr. 4, 1993*. Il Verde Editoriale - 1997
- Zeh H. Et Al. *Ingenieurbiologische Uferverbauungen, Bauweisen und Beispiele im Kanton Bern*. Baudirektion des Kantons Bern - 1988





# Il monitoraggio della componente ambiente sociale nella realizzazione di grandi infrastrutture

*Simone Bertolino, Dorina Spoglianti, Michele Mori*

## PREMESSA

---

Monitorare l'ambiente sociale significa, rilevare, analizzare e spiegare i cambiamenti che si producono nelle principali variabili socioeconomiche e socioculturali che caratterizzano il quadro di vita delle comunità coinvolte nella realizzazione del progetto infrastrutturale socio-tecnico, cogliere gli "umori" dei cittadini, percepire e recepire tempestivamente i problemi che emergono per porre in essere azioni per la loro soluzione.

A tal fine, la componente viene trattata attraverso due approcci, diversi ma complementari:

1. Misurazione degli impatti mediante il confronto nel tempo di indicatori "oggettivi", relativi ai diversi campi o settori in cui si estrinsecano gli effetti del progetto;
2. Monitoraggio dei "segnali" che provengono dalle comunità coinvolte, attraverso l'analisi dei processi di comunicazione, rappresentata dall'informazione tramite l'analisi delle principali testate giornalistiche sia nazionali che locali.

Le grandi reti infrastrutturali di mobilità, manufatti materiali espressione di razionalità scientifica, si trovano sempre più a svolgere nei confronti dei territori sui quali insistono funzioni immateriali e identitarie oltre che rispondere a bisogni di efficienza e sviluppo economico<sup>1</sup>. L'elevata complessità dell'impatto prodotto dalle grandi reti accresce la reattività delle società locali, spesso dotate di risorse partecipative diffuse, rendendo sempre più necessaria l'acquisizione da parte dei soggetti gestori delle reti di una capacità comunicativa elevata.

Questa complessità funzionale delle moderne reti infrastrutturali è ormai un tratto pienamente recepito da parte della normativa. Le linee guida ministeriali per il Monitoraggio Ambientale delle grandi opere e la costruzione delle Valutazioni di Impatto Ambientale (VIA) definiscono le stesse opere come sistemi socio-tecnici, intrecci di tecnologia e cultura e l'area d'impatto come sistema socio-spaziale non puramente fisico ma eco sistema sociale. E' evidente, inoltre, che l'iter realizzativo di una grande infrastruttura coinvolge (e consuma) non soltanto risorse fisiche ma sociali, economiche, coinvolgendo la complessità degli attori istituzionali e sociali radicati nelle comunità locali. La costruzione di una grande infrastruttura, inoltre, potrebbe provocare ripercussioni tanto sull'ambiente fisico quanto su quello sociale. I vantaggi/svantaggi, o comunque i cambiamenti, indotti dalla realizzazione di una "grande opera" possono tuttavia non distribuirsi in modo equo fra i vari soggetti e territori interessati; spesso inoltre lo stesso iter realizzativo dell'opera può subire forti influenze da parte dei movimenti di opinione che si vengono a creare in modo spontaneo o indotto, ad esempio in seguito al diffondersi di informazioni sui canali mediatici. In tal senso, la buona riuscita dell'intervento ed il rispetto dei tempi previsti per la sua realizzazione trovano fondamento non solo nella giusta impostazione tecnica, ma anche nella cor-

---

<sup>1</sup> A. Bonomi, *Pedemontana lombarda. Quando una strada fa società*, in Pedemontana Lombarda A.A.V.V., *Pedemontana Lombarda: strada, comunità, città infinita*, 2009.

retta gestione del flusso delle informazioni e nella conseguente “percezione” che i soggetti interessati e le popolazioni autoctone hanno dell’intervento. In conseguenza appare sempre più rilevante l’issue della costruzione di un capitale di fiducia e di relazioni tra i soggetti che implementano la realizzazione di ogni grande infrastruttura e gli stakeholders locali. A partire da questi assunti le attività di monitoraggio socio-economico e ambientale sono divenute sempre più parte integrante della progettualità delle reti con tre finalità di fondo:

- una finalità di previsione per cogliere i cambiamenti futuri che l’impatto dell’infrastruttura può esercitare sul territorio;
- una finalità di ascolto mirante a rilevare gli umori delle cittadinanze coinvolte;
- una finalità di prevenzione per cogliere anticipatamente segnali di criticità insorgenti e porre in essere azioni per la loro soluzione.

Per concretizzare queste tre finalità l’autorità centrale ha proposto l’inserimento nei Piani esecutivi di uno specifico Piano di Monitoraggio Ambientale organizzato su due assi di lavoro:

- da un lato, la raccolta di indicatori “oggettivi” che consentano di approssimare il cambiamento delle caratteristiche ambientali attribuibili all’impatto della realizzazione dell’opera;
- dall’altro lato, lo studio dei “segnali” provenienti dalle comunità coinvolte mediante l’analisi del dibattito in sede locale sia sul fronte mediatico che su quello delle attività e delle istanze prodotte da istituzioni, élite economiche, organizzazioni sociali, ecc.

## GLI OBIETTIVI SPECIFICI DELL’AZIONE DI MONITORAGGIO NELLE DIVERSE FASI DI REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE .....

Il Monitoraggio Ambientale ha, in generale, lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell’ambiente e nella struttura territoriale a seguito della realizzazione dell’opera, e di valutare se tali variazioni sono imputabili alla costruzione della medesima o al suo futuro esercizio.

In considerazione delle peculiarità della componente in esame, gli obiettivi specifici del monitoraggio dell’ambiente sociale possono essere riassunti come nel seguito indicati.

Nella fase ante operam:

- Rilevare le principali variabili socio-economiche e socio-culturali che caratterizzano il quadro di vita delle comunità coinvolte nel progetto per mezzo del monitoraggio di indicatori sociali oggettivi;
- Cogliere gli “umori” dei cittadini e le percezioni dell’opera mediante il monitoraggio dei “segnali” con l’analisi delle testate giornalistiche sia di stampa nazionale sia locale.

Nella fase corso d’opera:

- Individuare preventivamente i potenziali conflitti mediante l’aggiornamento del monitoraggio dei “segnali” compiuto nella fase precedente;
- Fornire indicazioni per una efficace comunicazione del progetto autostradale per ridurre il conflitto, differenziate per i diversi stakeholders;
- Fornire indicazioni per l’individuazione delle modalità di coinvolgimento e ascolto delle istituzioni locali e delle parti sociali che possono essere messe in atto per ridurre il conflitto;
- Verificare che l’attività di comunicazione ed informazione svolte conducano effettivamente a risultati positivi in termini di riduzione del conflitto mediante l’aggiornamento del monitoraggio dei “segnali”.

Il fase post operam è finalizzato a:

- Analizzare i cambiamenti che si producono in corso d’opera nelle principali variabili socio-economiche e socio-culturali che caratterizzano il quadro di vita delle comunità coinvolte nel progetto per mezzo del monitoraggio di indicatori sociali oggettivi;
- Analizzare gli “umori” dei cittadini e la percezione dell’opera finita;

## TRE CHIAVI CONCETTUALI PER LEGGERE IL TERRITORIO: CAPITALISMO DELLE RETI, PIATTAFORMA PRODUTTIVA, CITTÀ INFINITA

Per costruire una azione di “moderazione ambientale” efficace nel prevenire sindromi di tipo oppositivo, la selezione degli indicatori oggettivi deve essere territorializzata. Le reazioni delle popolazioni locali all’insediarsi di grandi infrastrutture nel proprio territorio dipende dalle caratteristiche di antropizzazione e urbanizzazione dello stesso. Le opposizioni locali spesso si sono mosse sulla base di logiche localistiche denominate come NIMBY (“Not In My Back Yard”, “non nel mio giardino”) associate spesso a comportamenti conservatori e a motivazioni egoistiche di resistenza al mutamento sociale da parte di popolazioni non disponibili a sostenere localmente i costi necessari per il raggiungimento da parte della società in generale di beni pubblici utili collettivamente. Monitorare i livelli di antropizzazione, urbanizzazione, le condizioni economiche e produttive, le condizioni della mobilità piuttosto che i cambiamenti nella composizione sociale dei territori attraversati da grandi reti è alla base della possibilità di regolare il rapporto tra infrastruttura e territorio. Territorializzare il monitoraggio significa anche poter individuare le radici di bisogni e domande rivolte ai soggetti che governano le infrastrutture e che non necessariamente debbono essere di tipo oppositivo. Per compiere questa operazione di territorializzazione è necessario elaborare una griglia concettuale in grado di interpretare il territorio, le sue tendenze di fondo, la direzione dei suoi cambiamenti. La scelta degli indicatori, la loro aggregazione deriveranno da questa scelta. In questo documento si propone dunque una griglia concettuale suddivisa in *quattro passaggi analitici*:

- le chiavi di lettura del territorio: città infinita, piattaforma produttiva, capitalismo delle reti;
- lo spazio di posizione: l’infrastruttura stradale come meso-infrastruttura di piattaforma;
- monitoraggio ambientale e crisi: il ruolo territoriale dell’autostrada.
- lo spazio di rappresentazione: vivere, produrre, competere, i tre concetti chiave del monitoraggio;

### L’emergere del capitalismo delle reti

Per comprendere le caratteristiche di fondo del sistema territoriale oggetto del monitoraggio, è necessario mettere a fuoco alcuni concetti che consentano di comprendere le trasformazioni profonde che nel corso dell’ultimo ventennio hanno investito l’intero sistema economico italiano.

L’economia italiana si è sempre caratterizzata tra le economie occidentali per due caratteristiche di fondo: l’essere una economia di piccola impresa e soprattutto un *capitalismo di territorio*<sup>2</sup>. E’ sul territorio infatti, nelle pieghe delle società locali, che le imprese (soprattutto se piccole) hanno trovato capitali, saperi, relazioni da mobilitare per “fare impresa”. L’emergere del processo di globalizzazione con l’apertura mondiale dei mercati, la crescita di una economia in cui le attività terziarie e ad alto contenuto di conoscenza scientifica svolgono un ruolo preponderante, la crisi dell’industria fondata sulla grande fabbrica e l’affermarsi del modello della piccola e micro impresa diffusa, magari coordinata in filiere produttive, hanno posto le basi di una grande trasformazione del modello produttivo che la scienza economica ha qualificato come postfordista<sup>3</sup> che ha posto al centro un attore cruciale, il *capitalismo delle reti* costituito da tutti quegli attori che detengono (come gestori, concessionari, ecc.) le risorse collettive per lo sviluppo. Il concetto è collegato a quello di *local collective competition goods o beni competitivi territoriali*<sup>4</sup>, espressione utilizzata dalla sociologia economica per indicare quelle risorse di sistema, o “beni collettivi”, al servizio della comunità degli interessi economici del territorio tra cui sono comprese proprio le grandi reti infrastrutturali come le autostrade.

Ciò che in questa sede interessa evidenziare è che i soggetti che gestiscono e distribuiscono queste risorse, divengono a pieno titolo attori strategici dello sviluppo che svolgono la funzione di *nodi di*

<sup>2</sup> A. Bonomi e E. Rullani, *Il Capitalismo personale*, Torino, Einaudi, 2005.

<sup>3</sup> Mentre con il termine fordismo, coniato attorno agli anni trenta, si è soliti indicare una forma di produzione basata principalmente sull’utilizzo della tecnica della catena di montaggio e sulla parcellizzazione dei ruoli produttivi per incrementare la produttività, con il termine di economia postfordista sulle nuove tecnologie d’informazione, sulla centralità degli orientamenti del consumo nel programmare la produzione, sulla riorganizzazione della fabbrica fuori dalle rigidità della catena di montaggio. Cfr E. Rullani e L. Romano (a cura di), *Il Postfordismo. Idee per il capitalismo prossimo venturo*, Milano, EtasLibri, 1998.

<sup>4</sup> C. Crouch, P. Le Galés, C. Trigilia, H. Voelzkow, *I sistemi di produzione locale in Europa*, Bologna, Il Mulino, 2004.

*interscambio* tra sistemi locali e le reti medie e lunghe della competizione globale. Le società titolari di concessioni autostradali rientrano a pieno titolo in questa nuova categoria di *big players* (attori strategici) economici.

## I quattro spazi della globalizzazione e il concetto di piattaforma produttiva

Affermare che le autostrade, come le ferrovie, i porti e le altre infrastrutture per il trasporto devono essere efficienti e moderne è un'ovvietà di empirica evidenza a ciascuno. Non c'è stata epoca, nella storia dell'umanità, in cui la posizione strategica lungo le rotte commerciali più brevi non abbia assicurato benefici e vantaggi differenziali. Le città-porto, gli empori carovanieri, le città fluviali, più tardi gli snodi ferroviari ed in ultimo stradali; l'accessibilità è da sempre condizione di primaria importanza nel determinare processi di sviluppo e scelte localizzative, nell'orientare i flussi economici e nell'attrarre gli insediamenti umani. Così in passato, così nei giorni nostri: l'efficienza della rete dei trasporti genera esternalità che rendono attrattivi i sistemi locali, poiché sviluppano utilità altrove non presenti. Dunque il problema delle reti di mobilità è un problema di rilevanza insieme socioeconomica e "istituzionale". Il tema delle infrastrutture viarie e del rapporto con il territorio su cui insistono va così analizzato attrezzandosi con modelli interpretativi che collegano i nuovi assetti e spazi competitivi emergenti del nostro capitalismo, da cui poter far discendere opzioni di *governance* territoriale coerenti con le trasformazioni in atto.

Particolarmente utili a questo scopo sono i due concetti di *piattaforma produttiva* e *geo-comunità* elaborati in riferimento all'evoluzione delle economie locali laddove con questi termini si fa riferimento rispettivamente all'*hardware* ed al *software* che informano gli spazi competitivi dei sistemi produttivi locali in tempi di globalizzazione.

Il modello della piattaforma produttiva è dunque una rappresentazione (in parte astratta, come tutte le rappresentazioni) di processi materialmente costituiti che hanno scavato in profondità negli assetti del nostro paese. Come sarà chiarito, con questa espressione non si fa riferimento ad un'aggregazione burocratica di territori, com'è accaduto per i distretti industriali dopo la svolta normativa che ne ha sancito il riconoscimento istituzionale. All'origine della riorganizzazione degli spazi competitivi e di *governance* dello sviluppo locale si colloca il processo di globalizzazione con cui ai nostri fini si può intendere più propriamente, l'internazionalizzazione del ciclo produttivo delle merci materiali e immateriali; è questa, certamente, la vera "cesura" intervenuta negli ultimi decenni, resa possibile dall'eccezionale sviluppo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

In questa sede, si farà riferimento alla "globalizzazione" come ad un processo che ha nelle "economie dei flussi" il motore propulsivo. Con quest'espressione, si vogliono intendere le reti economiche e le transazioni informative che hanno la prerogativa di essere plurilocalizzate. Sono questi alcuni dei flussi che mettono in relazione e talvolta impattano sui luoghi e che, trasferendo informazioni, denaro, persone, materie prime, utilities, prodotti e loro componenti fanno interagire economie e società locali. Un movimento che tuttavia trasforma le economie e le società anche nei luoghi, che reagiscono secondo strategie d'adattamento, di reazione e di resistenza, mobilitando le risorse endogene secondo la loro disponibilità.

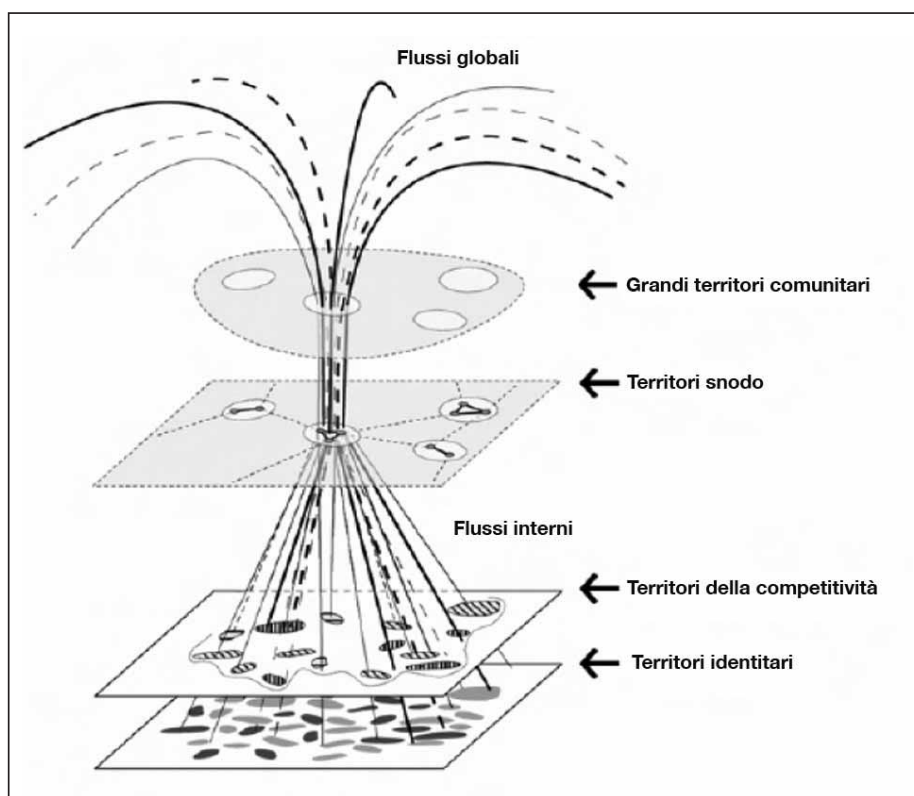
All'interno del rapporto tra flussi e luoghi prendono forma almeno quattro livelli di relazioni economiche e informative, che corrispondono a quattro spazi competitivi.

1. Il primo è uno spazio *virtuale* che connette centri direzionali, piazze finanziarie, reti di conoscenza, e che vive in una dimensione di simultaneità a distanza;
2. Esiste uno spazio competitivo *transnazionale*, che si compone di grandi sistemi territoriali (la "banana blu" dell'Europa Centro-Occidentale, il Mediterraneo Occidentale, la Nuova Europa sono alcuni esempi di questi spazi<sup>5</sup>);

<sup>5</sup> **Banana blu** è un termine usato per indicare una dorsale economica e demografica dell'Europa occidentale. Il nome si ispira alla forma curvata di questa dorsale e al colore dominante della bandiera dell'Unione europea, il blu. Questa dorsale è conosciuta anche con il nome di **megalopoli europea**. Il termine "banana blu" apparve per la prima volta nel 1989, quando l'istituto Reclus di Montpellier realizzò uno studio sull'avvenire delle città europee, le cui conclusioni evidenziavano un corridoio urbano coerente di forma ricurva, che si estende da Londra a Milano, centro principale dello sviluppo spaziale europeo. Le regioni coinvolte erano il bacino londinese, il Benelux, la frangia nord-orientale della Francia, la valle del Reno, l'asse renano, la metà occidentale della Baviera, la Svizzera e la parte occidentale della Pianura Padana.

3. Esiste uno spazio *meso*, dove si compete tra macro-regioni.
4. Esiste infine, ed è quello che in questa sede interessa in modo peculiare, uno spazio locale, dove si compete e si coopera tra sistemi che si fanno *piattaforme territoriali*.

Cogliere il carattere multilivello del concetto di territorio nella globalizzazione è fondamentale per capire come le stesse piattaforme territoriali non siano isole sganciate dai processi più ampi cui si è fatto riferimento. Al contrario, sono spazi dove convivono funzioni che abitano reti di ampiezza differente, che determinano sistemi d'azione a più strati. E' il caso dell'elaborazione messa a punto dall'autorità ministeriale centrale (Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture) riguardo il rapporto tra armatura infrastrutturale e caratteristiche socio-demografiche del paese, in cui il concetto di piattaforma territoriale è stato articolato nelle dimensioni dei *territori-area* comprendenti le dimensioni del concetto di territorio riguardanti le lunghe derive della storia (le identità locali, la coesione sociale, le tradizioni produttive, ecc.) e nella dimensione dei *territori-rete* riguardante l'insieme delle strutture, dei soggetti, degli snodi logistici che presiedono alla funzione di connettere materialmente e immaterialmente i territori verso l'interno e verso l'esterno. E' proprio tale complessità a ridefinire la funzione delle infrastrutture materiali per lo sviluppo, e di conseguenza il ruolo degli attori che le presidiano (fig. 1).



**Fig. 1: Dimensioni analitiche delle piattaforme produttive** Fonte MIIT: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, *Reti e Territorio Italiano al futuro. Una sintesi generale*, Roma, 2006

Dunque il concetto di *piattaforma produttiva* indica il costituirsi di uno spazio economico intermedio tra la sfera della regolazione statale e lo spazio dei sistemi locali in cui convivono migliaia di imprese e imprese collegate in rete, grandi agglomerati commerciali e dell'intrattenimento, grandi multinazionali dell'*high-tech*, autonomie funzionali e *multiutilities*, distretti del *made in Italy*.

Riassumendo in generale, possiamo fare riferimento alle "piattaforme" come a un disegno intenzionale *i)* finalizzato a produrre beni collettivi per la competitività del territorio e *ii)* basato su alleanze territoriali a geometria variabile; tale variabilità dipende sia dal tipo di bene prodotto sia dalla disponibilità a cooperare degli attori in gioco. Un processo aperto di superamento dell'approccio localista ai temi dello sviluppo, dunque.

## DALLE PIATTAFORME PRODUTTIVE ALLE TRE COMUNITÀ DEL VIVERE, PRODURRE, COMPETERE: LE CHIAVI CONCETTUALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Ma nel teòorio non c'è solo economia e piattaforme produttive. L'incontro tra saperi, culture, forme di convivenza metropolitane e comunità locali investite dal cambiamento, produce spaesamento. E' un aspetto di cui tenere conto nella misura in cui l'arrivo di una grande infrastruttura può essere percepito come un ulteriore fattore di radicamento di assetti sociali consolidati. Mercè e persone sono messe sempre più in movimento. Le prime per raggiungere i nodi della logistica che le possono smistare sulle reti lunghe dei mercati globali o su quelle corte della filiera produttiva locale; le seconde, per raggiungere posti di lavoro e studio (o consumo) collocati per lo più nella grande città.

Nell'analisi contenuta nel volume sulla Città Infinita i processi di trasformazione metropolitana se da un lato inducono un processo di dissolvenza delle tradizionali forme comunitarie, dall'altra non conducono certo alla liquidazione del fenomeno comunitario.

Nella città infinita sono soprattutto le *funzioni di tipo strategico* a trovare spazi di applicazione e risonanza pubblica e a porsi come gli elementi di fondo dei processi di integrazione sistemica (della *governance*). Funzioni intese nel senso di prestazioni finalizzate alla *produzione di beni pubblici, cioè potenzialmente fruibili dall'intera comunità: sapere, ambiente, comunicazione, sicurezza,...* Così come trovano crescenti spazi di intervento e risonanza pubblica gli attori locali che più di altri sono deputati alla produzione e gestione di questi beni: le *autonomie funzionali*. Se le funzioni strategiche diventano le risorse attraverso cui la comunità afferma e rinnova le proprie ragioni, le autonomie funzionali non possono che esserne i principali soggetti responsabili.

Di qui, l'inedita rilevanza che nella città infinita e più in generale nel modello della piattaforma territoriale vengono ad assumere Università e centri di ricerca per la produzione e diffusione di conoscenze, società di gestione di infrastrutture di trasporto per la gestione della mobilità territoriale, società di gestione delle reti di fibre ottiche per la migliore e più rapida comunicazione a distanza. Tutti soggetti le cui funzioni pubbliche, cioè di produzione di beni a favore della comunità, non contraddicono anzi trovano nuove opportunità di valorizzazione nella natura giuridica privata o pubblico-privata con la quale vengono erogate. Essendo poi funzioni di tipo strategico, la produzione sociale che viene in questo modo attivata *non è di esclusiva competenza delle autonomie funzionali*.

Queste in realtà rappresentano il motore di una dinamica cumulativa, il moltiplicatore di risorse alla cui produzione concorreranno poi altri soggetti che in questo individuano proprie convenienze: imprese, *geocommunity companies, multiutilities,...* e in generale tutti gli attori che potranno beneficiare dell'abbassamento delle barriere all'entrata e della più ampia disponibilità di beni pubblici che le autonomie funzionali hanno nel frattempo favorito. La *geocomunità* rappresenta *la versione più aggiornata del connubio tra elementi comunitari ed elementi societari* cui si è accennato. Il richiamo alla comunità, esplicito nella denominazione, si sposa con il prefisso (*geo*) a definire le valenze territoriali della dimensione comunitaria ed al contempo allude a tutti gli aspetti di erogazione delle funzioni strategiche che vengono finalizzate allo *sviluppo di comunità*. Dunque il processo di metropolizzazione del territorio e le trasformazioni del tessuto sociale e d'impresa che esso produce, inducono un bisogno di nuova regolazione (*governance*) che vada oltre la stretta sfera dei rapporti di mercato ma coinvolga in alto le relazioni tra gli attori istituzionali del territorio (integrazione di sistema) e in basso le condizioni del vivere sociale (integrazione sociale).

Le grandi reti, dunque, oltre a collegare piattaforme produttive potranno essere un luogo di collegamento delle tante identità locali che si devono confrontare con le pluridentità delle città infinite metropolitane. Nello svolgere questa sua funzione di integrazione la strada che verrà dovrà dunque tenere assieme *tre comunità del moderno*, tre forme del vivere e produrre. Sono proprio queste tre "comunità" del moderno che costituiscono l'intelaiatura concettuale a partire dalla quale è possibile strutturare una azione di monitoraggio degli impatti di una grande infrastruttura. Una azione che si ponga come obiettivo rendere l'autostrada il simbolo della costruzione *geocomunitaria* del territorio, non un grande corridoio di attraversamento.

## La comunità del vivere

La comunità del vivere rappresenta la sfera del sociale entro cui si possono collocare i soggetti e i fenomeni afferenti a livello micro al tema dell'*integrazione sociale* e a livello macro al tema dell'*integrazione sistemica* o istituzionale dei contesti locali. Comprende in primo luogo tutti coloro che il territorio l'abitano, si interrogano sul suo futuro. Comprende inoltre tutti coloro che in sede locale operano sul piano della convivenza tra residenti e in generale sul piano dell'organizzazione del vivere comune anche tra popolazioni autoctone e immigrati, impegnati nella produzione e riproduzione delle forme di coesione sociale. Oltre ai residenti vi compaiono dunque anche gli stakeholders territoriali: gli Amministratori pubblici dei comuni, il Terzo Settore (organizzazioni non profit, volontariato, cooperazione sociale, ecc.).

## La comunità del fare

Si compone dell'insieme di quegli operatori economici che hanno fatto la storia economica dell'area: artigiani, piccoli imprenditori e le loro rappresentanze. E' una comunità del produrre, fondata soprattutto sulla centralità della dimensione della prossimità che chiede infrastrutture per non soffocare.

## La comunità del competere

Quelle che nella precedente "comunità" sono solo linee di tendenza, processi in corso, qui sono ormai realtà di fatto. Compongono infatti la comunità del competere le medie imprese di eccellenza, i consorzi di impresa, le public *utilities*, le autonomie funzionali dei trasporti e della rappresentazione (Fiere, ecc.), gli istituti di credito, le istituzioni della conoscenza (Università). Insomma, tutti coloro che svolgono funzioni di *gate-keepers* tra esterno e interno dei territori, tra globale e locale, e che quindi si sono già misurati con la globalità dei processi e con la necessità di estendere il raggio d'azione oltre i confini territoriali del proprio insediamento.

## GLI INDICATORI OGGETTIVI

La definizione della griglia concettuale appare propedeutica alla costruzione di un insieme di indicatori mediante i quali realizzare l'effettivo monitoraggio delle comunità territoriali

**Comunità del vivere:** insieme di indicatori, in coerenza con quanto indicato nelle linee guida ministeriali e nel PMA, che consentano di far emergere e monitorare i seguenti aspetti:

- Città infinita (processo di estensione urbana): popolazione residente e densità abitativa (variazione nel tempo tra AO e PO);
- Mobilità e spostamenti per studio-lavoro/stili di vita - quota modale di trasporto pubblico/privato: parco veicolare autovetture, motocicli, autobus;
- Qualità ambientale: suddivisione in classi di inquinamento del parco veicolare di cui al punto precedente;

**Comunità del fare:** indicatori che consentano di cogliere:

- Trasformazione capitalismo molecolare:
  - imprese attive per sezione di attività economica.
  - dimensione imprese. Per questa variabile si propone una aggregazione che consenta di distinguere la componente della micro-impresa (1-9 addetti), la piccola impresa più strutturata (10-50 addetti), la media impresa (50-250 addetti), la grande impresa (oltre 250 addetti);
  - Modello dell'impresa diffusa: numero imprese/Km (indicatore indiretto); densità d'impresa del capitalismo molecolare: numero imprese 1-9 addetti/Km (indicatore indiretto); tasso di imprenditorialità diffusa: numero imprese/numero abitanti (indicatore indiretto);
  - Modello della fabbrica territorializzata: come proxy del concetto di fabbrica diffusa si propone di adottare il rapporto tra parco veicoli industriali leggeri e pesanti (numero automezzi)/numero imprese;

Nel dettaglio, l'accorpamento delle imprese può avvenire come segue:

- Imprese afferenti al settore primario, dell'estrazione e delle costruzioni: agricoltura, caccia, silvicoltura; pesca, piscicoltura e servizi connessi; estrazioni di minerali; costruzioni;
- Capitalismo manifatturiero: attività manifatturiere;
- Capitalismo delle reti:
  - produzione e distribuzione energia elettrica acqua e gas (reti delle utilities);
  - trasporti, magazzinaggio e comunicazioni (reti della logistica);
  - intermediazione monetaria e finanziaria (reti della finanza);
  - attività immobiliari, noleggio, informatica e ricerca; istruzione (reti della conoscenza e dei servizi all'impresa);
- Terziario tradizionale: commercio ingrosso e dettaglio; alberghi e ristoranti;
- Economia del welfare e servizi domestici: pubblica amministrazione e difesa, assicurazione sociale obbligatoria; sanità e altri servizi sociali; altri servizi pubblici sociali e personali; servizi domestici presso famiglie.

**Comunità del competere:** indicatori delle trasformazioni del territorio inteso come comunità del competere a rete lunga si propone l'utilizzo di indicatori in parte già definiti nei due punti precedenti che consentano di identificare l'emergere del capitalismo delle reti, della media impresa internazionalizzata, di nodi della ricerca/innovazione.



## A.1.3. Soluzioni alternative all'uso dei combustibili fossili nei sistemi di trasporto stradale

*Fabio Terragni*

Le strategie globali e le decisioni internazionali relative alle azioni di contenimento delle emissioni inquinanti e climalteranti (Protocollo di Kyoto e atti conseguenti) chiamano direttamente in causa anche le imprese e gli enti responsabili delle infrastrutture di trasporto. E' noto, infatti, che il macrosettore dei trasporti è tra quelli che più contribuiscono alle emissioni serra totali: nell'insieme è infatti responsabile, su scala globale, del 13,5% delle emissioni climalteranti\*. Quasi il 10% del totale è la componente dovuta al solo traffico stradale (contro l'1,5% del trasporto aereo e il 2,3% degli altri trasporti come treno e nave). Tra i macrosettori, risultano più impattanti solo quello energetico (24,6% del totale) e quello "industria e altre combustioni" (rispettivamente 10,4% e 9%).

Non solo: nel dicembre del 2008 l'Unione Europea ha adottato una strategia integrata in materia di energia e cambiamenti climatici, che fissa obiettivi ambiziosi per il 2020, il cosiddetto piano 20/20/20. Lo scopo è indirizzare l'Europa verso un'economia efficiente e a basse emissioni di gas serra. Tra le altre misure, si prevede di intervenire affinché, entro il 2020, su scala europea si possano raggiungere i seguenti obiettivi:

- ridurre i gas serra di almeno il 20%;
- ridurre i consumi energetici del 20%;
- soddisfare il 20% del nostro fabbisogno energetico mediante utilizzo di energie rinnovabili.

Per quanto riguarda l'Italia, il nostro Paese si è assunto l'impegno di arrivare entro il 2020 a tagliare del 13% le emissioni di CO<sub>2</sub> e ad aumentare del 17% i consumi energetici da fonti rinnovabili (rispetto ai livelli 2005). Per poter raggiungere simili obiettivi, tutti gli attori sono chiamati a dare il proprio contributo, compresi i gestori di strade e autostrade.

E' chiaro che il fattore determinante, nel contributo ai gas serra che viene dal settore del trasporto stradale, riguarda le emissioni dei veicoli. E a questo proposito si sta assistendo a un notevole attivismo volto a favorire la diffusione di veicoli più efficienti, ibridi o elettrici. Stanno per partire in molte città reti di distribuzione di energia elettrica che consentano l'alimentazione di queste vetture: ad esempio, Milano e Brescia sono state identificate come città pilota in cui avviare una rete di rifornimento delle auto elettriche dall'accordo siglato lo scorso marzo da Jacques Bousquet, Presidente di Renault Italia, e Giuliano Zuccoli, Presidente di A2A. In seguito a questa decisione congiunta, entro la fine del 2010 A2A, grazie ad accordi con enti pubblici (Comuni di Milano e Brescia) e privati (che metteranno a disposizione box, parcheggi aziendali e condominiali), installerà 270 punti di ricarica, 200 dei quali a Milano e 70 a Brescia, mentre Renault-Nissan inizierà a far circolare, nelle due città, i primi 60 veicoli alimentati con batterie al litio, che offrono un'autonomia di 160 km. Iniziative nella stessa direzione sono state avviate, in Italia e all'estero, da imprese operanti nella distribuzione dell'energia e dei combustibili. Per esempio, negli stati della costa Ovest degli Stati Uniti (California, Oregon e Washington) è stato avviato il progetto *Alternative Fuel Corridor* con lo scopo di garantire il rifornimento di combustibili alternativi (GPL, metano, energia elettrica e in futuro anche idrogeno) sul tracciato autostradale compreso tra il Messico e il Canada. In questa direzione, in Italia, si è mossa la società Autostrada del Brennero con i primi impianti ad idrogeno per il rifornimento degli autoveicoli.

Dopo il contenimento del traffico veicolare, quello della diffusione di vetture eco-efficienti e della necessaria attivazione di una rete di distribuzione di combustibili alternativi è certamente il fattore chiave per

---

\* Fonte World Resources Institute, anno di riferimento 2000

la riduzione dei gas climalteranti generati dal trasporto stradale, ma non è il solo. Le infrastrutture stradali e autostradali costituiscono grandi apparati energivori “in sé”, il cui rendimento può essere significativamente migliorato. In questo senso sono significative le esperienze avviate da tre grandi Società italiane:

## **“L'INTERMODALITÀ E L'USO DI CARBURANTI ALTERNATIVI AL SERVIZIO DI UNO SVILUPPO SOSTENIBILE”**

### **Autostrada del Brennero spa**

Autogrill Group gestisce oltre 5500 ristoranti (prevalentemente sulle tratte autostradali) e negozi, 74000 dipendenti e 890 milioni di clienti ogni anno. Presente a livello mondiale in 43 Paesi, ha vendite superiori a 4,9 miliardi di euro. Dal 2007 ha avviato un significativo sforzo per ridurre il suo “impatto ambientale”. In particolare ha lanciato “Afuture”, un progetto finalizzato a innovare, in una visione di eco compatibilità, le principali caratteristiche del punto vendita. L'esempio pilota in tal senso è stato realizzato con l'area di servizio Brembo (una delle più grandi) che ha consentito di esprimere al meglio obiettivi di recupero energetico partendo da risorse già esistenti (pozzi).

## **“I PROGETTI ENERGIA DI AUTOSTRADALE PER L'ITALIA”**

### **Autostrade per l'Italia spa**

Autostrade per l'Italia nel 2008 ha presentato i “Progetti Energia”, un piano integrato di interventi per l'autoproduzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e per il risparmio energetico che prevede investimenti per complessivi 80 mln di euro nel quinquennio 2009-2013. Concretamente ha già avviato il ricorso ad impianti fotovoltaici in 92 aree di servizio (pensiline fotovoltaiche per la copertura di 3000 posti auto) e negli edifici direzionali di Roma e Firenze. Altri 26 impianti sono in corso di costruzione. Ha svolto, inoltre, interventi per il risparmio di energia elettrica nelle gallerie con l'installazione di circa 16.000 apparecchi illuminanti a LED per gli impianti di illuminazione permanente. Complessivamente la Società stima che il piano degli interventi avrà a regime un impatto sui consumi elettrici pari a circa il 30% del fabbisogno annuo di della società.

## **“AUTOGRILL DI BREMBO: UN PROGETTO ATTENTO AI PRINCIPI DI SOSTENIBILITÀ E RECUPERO ENERGETICO”**

### **Autogrill group**

Autogrill Group gestisce oltre 5500 ristoranti (prevalentemente sulle tratte autostradali) e negozi, 74000 dipendenti e 890 milioni di clienti ogni anno. Presente a livello mondiale in 43 Paesi, ha vendite superiori a 4,9 miliardi di euro. Dal 2007 ha avviato un significativo sforzo per ridurre il suo “impatto ambientale”. In particolare ha lanciato “Afuture”, un progetto finalizzato a innovare, in una visione di eco compatibilità, le principali caratteristiche del punto vendita. L'esempio pilota in tal senso è stato realizzato con l'area di servizio Brembo (una delle più grandi) che ha consentito di esprimere al meglio obiettivi di recupero energetico partendo da risorse già esistenti (pozzi).

E' stato così creato un impianto meccanico di trigenerazione con condensazione ad acqua. Inoltre, Autogrill promuove iniziative per sostenere lo sviluppo dei prodotti ad elevata efficienza energetica, garantire il corretto utilizzo delle risorse naturali, valutare gli impatti ambientali derivanti dal business, promuovere tra i consumatori gli aspetti salutistici degli alimenti, tutelare il rispetto dei diritti umani lungo tutta la catena di fornitura e garantire la sicurezza sul luogo di lavoro.

5° edizione Dal Dire Al Fare -  
Il Salone della Responsabilità Sociale d'Impresa



**Autostrada del Brennero S.p.A.**  
**Brennerautobahn A.G.**

# L'INTERMODALITÀ E L'USO DI CARBURANTI ALTERNATIVI AL SERVIZIO DI UNO SVILUPPO SOSTENIBILE



**Ing. Carlo Costa**

*Direttore Tecnico Autostrada del Brennero S.p.A.*

*Milano, 29 settembre 2009*

# Quale il FUTURO dei TRASPORTI secondo **A22** ?

**Strategia sulla mobilità e sui trasporti** Le regioni alpine devono avere come capisaldi:

- ✓ il miglioramento del trasporto **su strada**
- ✓ il rilancio della **ferrovia**
- ✓ favorire il trasporto **intermodale**

## Punti di partenza:

- ✓ la certezza che nel giro dei prossimi 20-25 anni **l'entità dei trasporti sul corridoio I è destinata a raddoppiarsi**
- ✓ le **emissioni** prodotte dal **traffico stradale** sono, allo stato attuale, causa di effetti fortemente **climalteranti** e massime responsabili della produzione **dell'effetto serra**
- ✓ le riserve di **petrolio** sono destinate inevitabilmente ad **esaurirsi**.

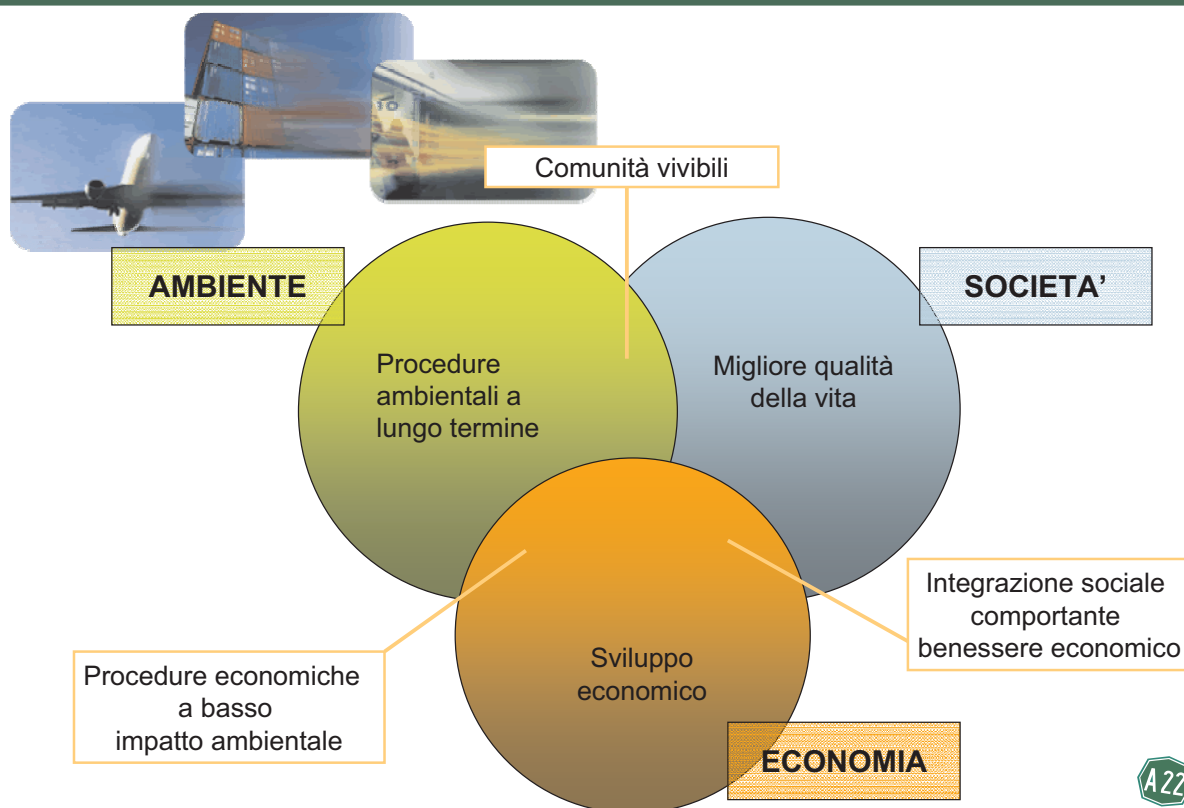
**Le scelte societarie** per guardare al presente ma anche al futuro:

- ✓ rafforzamento **infrastrutturale** e gestione avanzata della **mobilità**
- ✓ realizzazione di nuova **linea ferroviaria** ad alta capacità **e di un efficace sistema intermodale**
- ✓ creazione di una **rete di distribuzione dell'idrogeno** (Modena-Monaco)

→ primo impianto previsto a Bolzano come laboratorio nazionale



## COSA SONO i SISTEMI di TRASPORTO SOSTENIBILI?



## CORRIDOI TRANSEUROPEI TEN-T

### Ieri

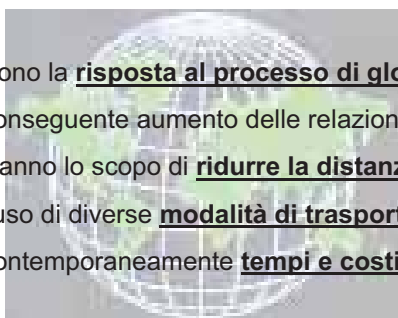
Conferenza di Praga (1991) e di Helsinki (1997): definizione “**Corridoi Europei**”

Il trattato di Maastricht riconobbe l'importanza della creazione delle reti transeuropee (TEN), quale **strumento per rafforzare la coesione economica tra gli Stati membri** dell'allora Comunità europea



### Oggi

Sono la **risposta al processo di globalizzazione economica** ed al conseguente aumento delle relazioni fra le varie aree produttive e di consumo. Hanno lo scopo di **ridurre la distanza “funzionale”** fra le varie aree attraverso l'uso di diverse **modalità di trasporto**, che viene misurata considerando contemporaneamente **tempi e costi di percorrenza**



## CORRIDOI TRANSEUROPEI - ITALIA

La Commissione nella seduta del 1° ottobre 2003 ha stilato **un unico elenco dei Corridoi** di interesse tra cui:

**Corridoio Genova – Rotterdam** ponte fra due mari : il Mediterraneo ed il Mare del Nord

**Corridoio I (Berlino – Palermo)**



**Corridoio V**  
(Lisbona- Kiev)

**Corridoio VIII**  
(Varna – Bari)

**L'Autostrada del mare** del sistema occidentale del Mediterraneo (Tirrenica)

**L'Autostrada del mare** del sistema orientale del Mediterraneo (Adriatica)



## EFFETTI DELLE CRITICITA' DEL SISTEMA TRASPORTISTICO

### OGGI

- **I costi di trasporto e logistica incidono** negli Stati membri dell'Unione Europea per un valore pari **al 20% della produzione industriale** sottolineando l'inefficienza del sistema dei trasporti e della logistica in termini di competitività dei sistemi economici
- **Lo stato di congestione e saturazione** delle infrastrutture fa aumentare i costi di accessibilità ai mercati di produzione e di scambio incentivando la delocalizzazione della produzione e distribuzione verso **mercati con condizioni migliori**
- **L'attuale sistema dei trasporti e logistico** (congestione e saturazione ed inefficienza della logistica) fa ricadere sulla spesa privata e sui consumatori **un aggravio di prezzi ombra che alterano le condizioni di mercato** e impediscono un processo produttivo realmente competitivo in tutti i suoi aspetti



## IL MOMENTO DELLE SCELTE

In Italia il **20,5% del valore della produzione industriale** (pari a circa 900 miliardi di Euro) è costituito da costi di trasporto e logistica che hanno raggiunto un valore pari a **185 miliardi di Euro**

Basterebbe abbassare di **un solo punto percentuale** l'incidenza di questi costi per ottenere un **risparmio di 9 miliardi di Euro**

### La domanda cerca un'offerta di trasporto efficiente, efficace e competitiva

- Rendere **accessibile il territorio nazionale** in termini di dotazioni infrastrutturali (oggi il fattore di impedenza medio nei trasporti è del **30 - 35%**)
- **Realizzare ed ammodernare le infrastrutture** in modo tale che rispondano ai nuovi ambiti di produzione e consumo (**oltre il 70% dei consumi è concentrato in 13 macro aree**)
- **Dare risposta alle gravi criticità** sia in termini di carenze infrastrutturali che di intensità di traffico nel transito attraverso i valichi alpini (**12 punti di transito lungo tutto l'arco alpino**)



### POSSIBILI SOLUZIONI

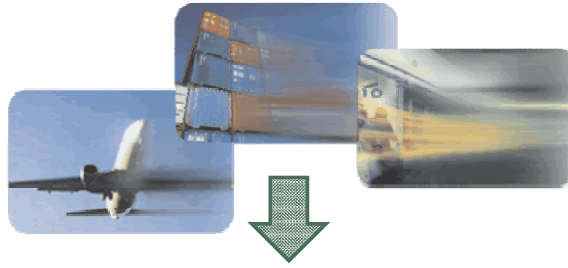
**Intermodalità**

**Impiego di risorse energetiche rinnovabili**

**Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale**

A22

## PREMESSE - CORRIDOI ed INTERMODALITÀ



## INTERMODALITÀ o LOGISTICA INTEGRATA

Trasporto che si effettua **attraverso un'unità di carico** (container, cassa mobile, semirimorchio) che viene **aperta solo a destinazione**. L'unità deve essere trasferita da un'unità di carico ad un'altra almeno una volta tra l'origine e la destinazione, utilizzando una o più delle seguenti modalità:



- FERROVIA
  - ACQUA
  - ARIA
  - STRADA
- Costi fissi elevati e costi variabili inferiori: **più convenienti sulle lunghe distanze**
- Costi fissi molto bassi con conseguente accessibilità **“door to door”** senza rotture di carico ma con costi variabili elevati – **conveniente per brevi distanze** -



## I VANTAGGI PRINCIPALI DEL TRASPORTO INTERMODALE LUNGO I CORRIDOI EUROPEI

- Permette di **ridurre la congestione della rete stradale**
- Consente di **evitare le strozzature** in prossimità delle barriere naturali come le Alpi
- Permette di **utilizzare in modo più efficiente l'energia e ridurre l'impatto ambientale** legato alle emissioni



Un veicolo commerciale stradale trasporta **50 tonnellate** per chilometro con un litro di carburante

Il treno in media **97 tonnellate**



Le chiatte per il trasporto fluviale addirittura **127 tonnellate** (2 ½ un TIR)

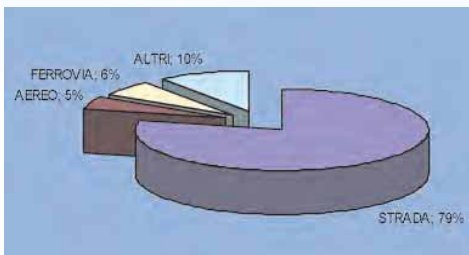
- Maggior **sicurezza nel trasporto delle merci pericolose**
- Ridurre i TIR sulle strade e ridurre le congestioni contribuisce a **ridurre il numero di incidenti mortali** (in Europa il 96% dei decessi legati al trasporto, circa 40000 l'anno è infatti causato da decessi stradali)





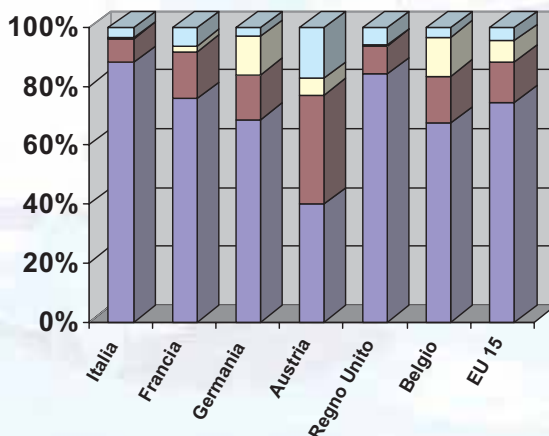
## IL SISTEMA DEI TRASPORTI: situazione attuale

### TRASPORTO PERSONE



### TRASPORTO MERCI:

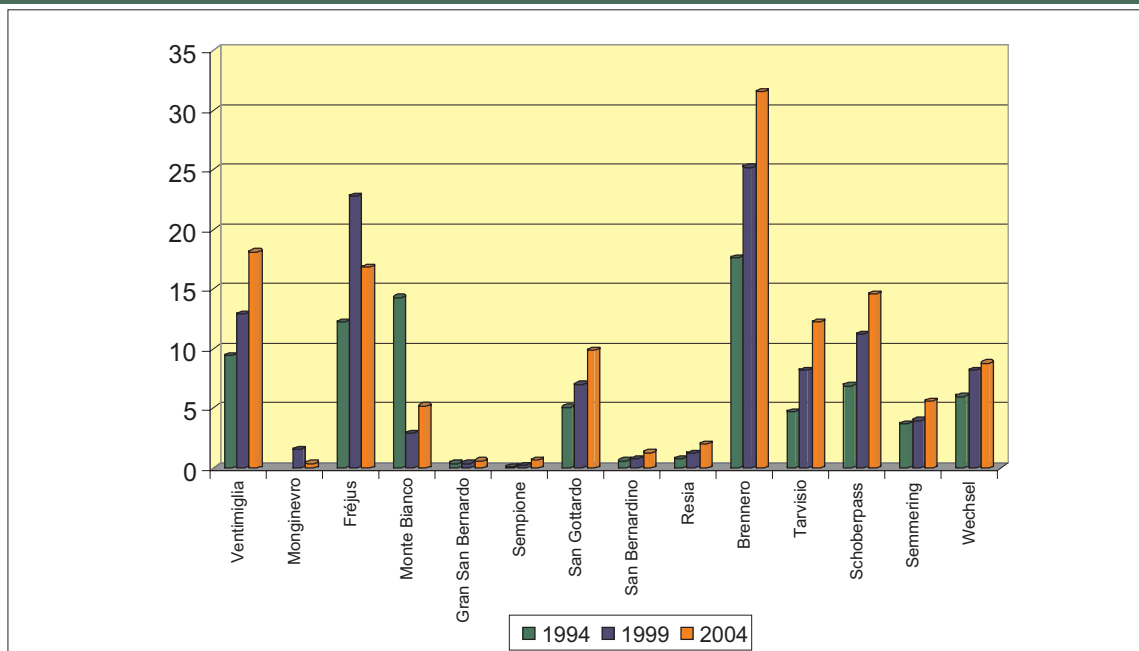
- delocalizzazione delle imprese
- eliminazione delle frontiere nei paesi appartenenti all'Unione Europea
- le richieste di flessibilità, tempestività ed affidabilità contribuiscono all'aumento del trasporto su gomma a discapito di quello ferroviario e navale



RIPARTIZIONE MODALE DEL TRAFFICO MERCI IN EUROPA AL 2004



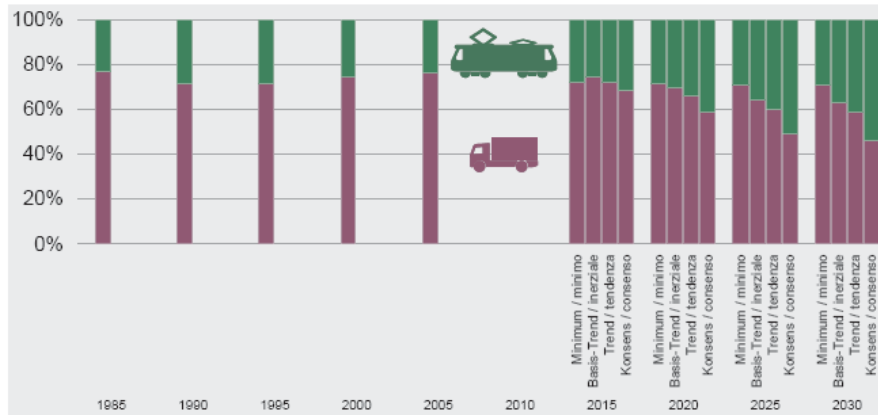
## TRASPORTO MERCI SU STRADA PER PASSO ALPINO



Dal passo del Fréjus al Passo del Brennero nel 2004 sono state spostate circa **110 milioni di tonnellate di merci**, equivalenti a circa il **57% del traffico totale** attraverso le Alpi. Nel corso dell'ultimo ventennio, il traffico complessivo delle merci su questo tratto alpino è raddoppiato.



## TRAFFICO MERCI LUNGO L'ASSE DEL BRENNERO previsioni – ripartizione modale



Per effettuare delle PREVISIONI sono stati sviluppati 3 diversi sistemi (inerziale, di tendenza, di consenso), considerando come variabili alcune condizioni relative alla politica dei trasporti.

	ferrovia	strada
2006	26 %	74 %
2030 (scenario inerziale)	37 %	63 %
2030 (scenario di tendenza)	41 %	59 %
2030 (scenario di consenso)	54 %	46 %



## ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE AD UNA INTERMODALITÀ VINCENTE

La possibilità, nel prossimo futuro, di **trasferire parte del traffico merci dalla strada alla ferrovia**, in linea con le previsioni delineate per i diversi scenari, è connessa anche a:

- realizzazione di **interventi infrastrutturali** volti al potenziamento della **linea ferroviaria del Brennero**
- **potenziamento delle strutture interportuali** localizzate lungo la linea del Brennero e **sviluppo della intermodalità**





## CORRIDOIO I ED INTERMODALITÀ sul territorio italiano

Solo un'intermodalità efficiente consentirà la creazione di un efficace e competitivo modello **“Hub and spokes”** nel trasporto delle merci.

Un nodo territoriale può fungere da **“Hub”** se dispone di servizi di trasbordo a prezzi e qualità competitivi, nonché di una rete infrastrutturale che consenta un rapido smistamento verso i centri periferici ovvero gli **spokes** con tutte le modalità di trasporto disponibili (*i processi di movimentazione delle merci dovranno però essere rapidi, flessibili ed a costi bassi*).

### RIDUZIONE

- collegamenti necessari di interscambio
- rotture di carico
- costi di produzione
- congestioni e saturazioni della viabilità stradale



## A22 E COMPETITIVITA' del TRASPORTO FERROVIARIO

- Tra le società controllate da Autostrada del Brennero S.p.A. è presente **S.T.R. Brennero Trasporto Rotaia S.p.A.**, società per la promozione del trasporto combinato merci sull'asse ferroviario del Brennero
- La stessa S.T.R. rappresenta l'azionista di maggioranza della società operativa **R.T.C. - Railway Traction Company S.p.A.** la quale garantisce, con 14 coppie di treni al giorno, la copertura del 52% del traffico merci lungo l'asse del Brennero



- Autostrada del Brennero S.p.A. sta accantonando proventi esentasse per finanziare la costruzione del **Tunnel del Brennero e delle tratte di accesso**. (Legge Finanziaria 1997).

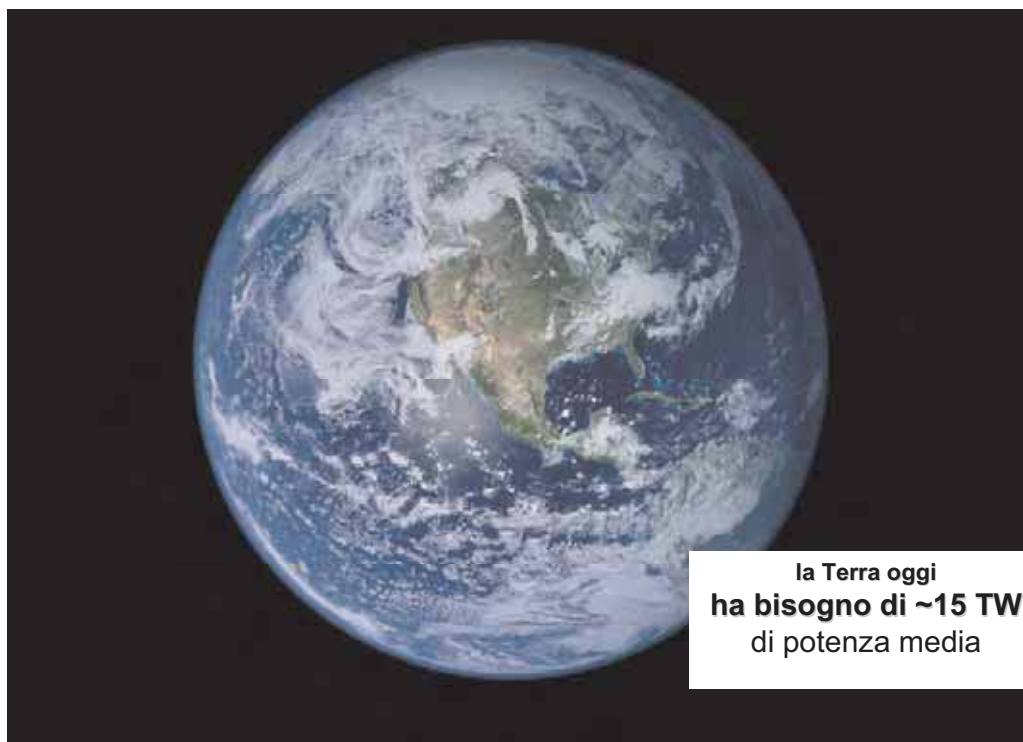




RISORSE  
ENERGETICHE  
PRIMARIE

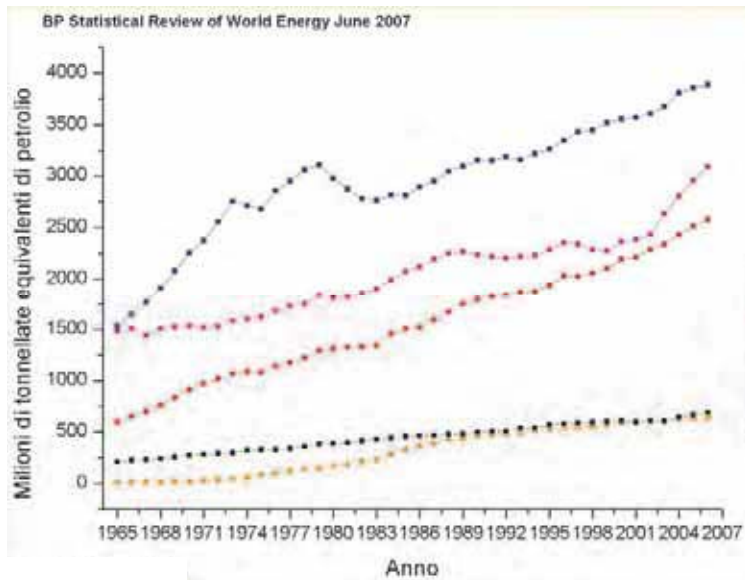
## FABBISOGNO di POTENZA MONDIALE

---

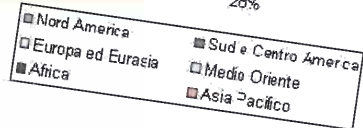
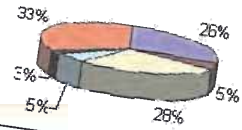


la Terra oggi  
**ha bisogno di ~15 TW**  
di potenza media

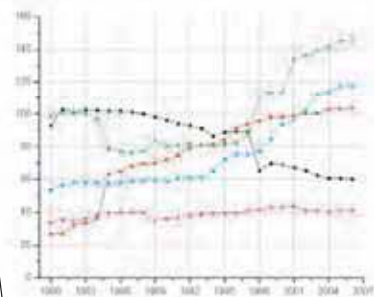
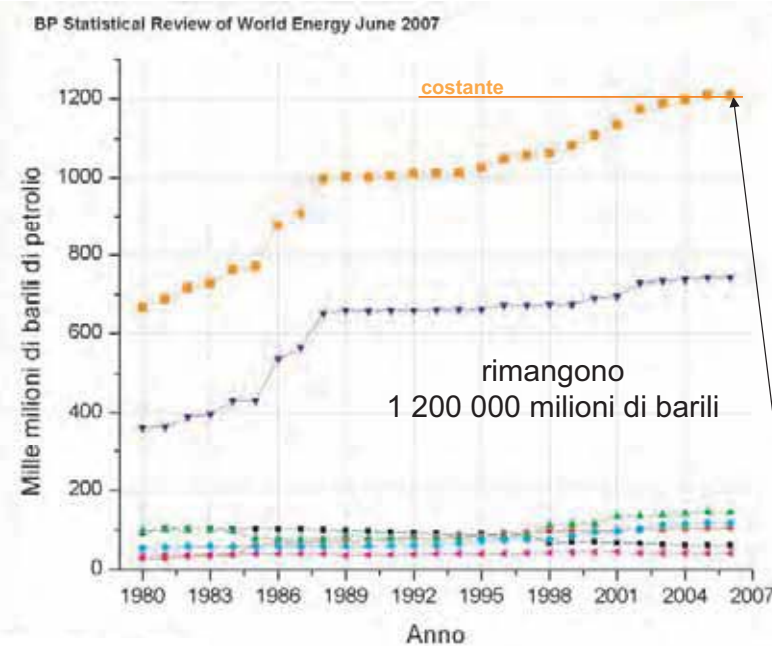
## FONTI ENERGETICHE PRIMARIE – consumi dal 1965 al 2007



Consumi di energia primaria



## RISERVE di PETROLIO ACCERTATE 1980-2007



**Il 61% delle risorse rimanenti sono in Medio Oriente**

Non si trovano ulteriori nuove risorse

Dati Beyond Petroleum (ex British Petroleum)



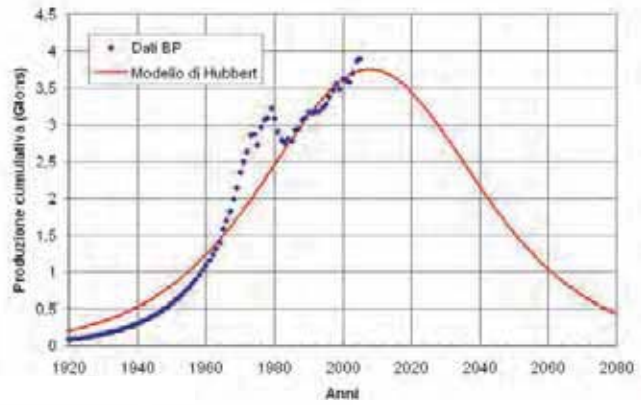
## PROBLEMA ENERGETICO e SVILUPPO SOSTENIBILE

### PICCO DELLA PRODUZIONE GLOBALE DI PETROLIO

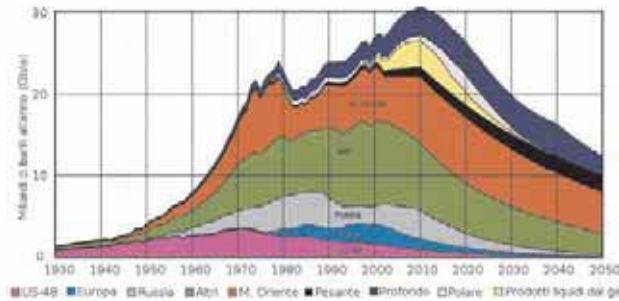
**Il picco è il punto in cui è stato estratto la metà di tutto il petrolio esistente nel mondo**

PICCO DI HUBBERT → 2010

**Il petrolio dovrebbe esaurirsi tra 40 anni circa**



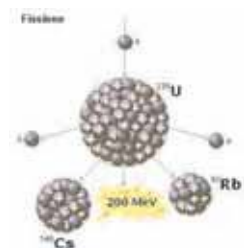
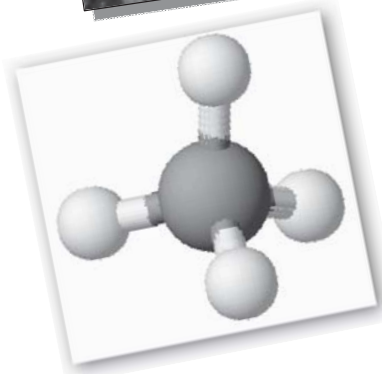
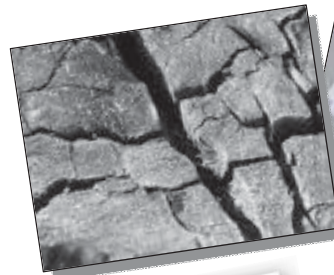
supponendo che la popolazione mondiale non aumenti e nemmeno i consumi di energia primaria



## PROBLEMA ENERGETICO e SVILUPPO SOSTENIBILE

### ESAURIMENTO RISERVE

<b>Carbone*</b>	230 anni**
<b>Petrolio</b>	40 anni**
<b>Gas naturale</b>	63 anni**
<b>Uranio 235</b>	54 anni**



\* Secondo l'Energy Watch Group dovrebbero raggiungere il picco nel 2025

\*\* Tali numeri sono influenzati positivamente dalla scoperta di nuovi giacimenti, negativamente dall'aumento dei consumi



### ENERGIE da FONTE RINNOVABILE

**Energia eolica**



Wind  
14 TW

**Energia geotermica**



Esterocean Currents  
0.7 TW  
Geothermal  
1.9 TW

**Energia da biomasse**



Biomass  
5-7 TW

**Energia idroelettrica**



Hydroelectric  
1.2 TW technically feasible  
0.6 TW installed capacity

**Energia marina**



la terra oggi  
ha bisogno di ~15 TW  
di potenza media

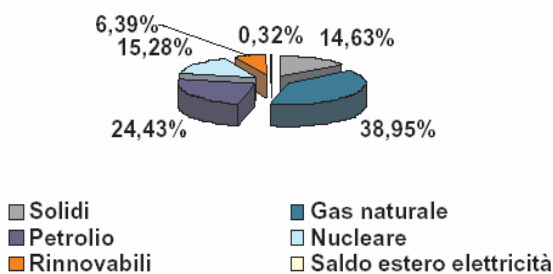
**Energia solare**



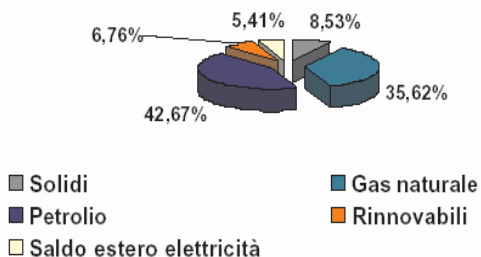
Solar  
1 x 10<sup>17</sup> TW at Earth surface  
10,000 TW (technical value)

### SITUAZIONE ITALIANA ED EUROPEA

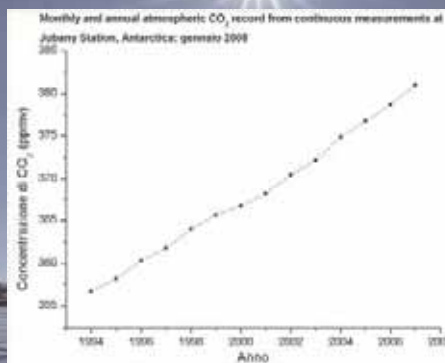
Mix fonti energetiche a copertura del fabbisogno totale (BE Eurostat - UE 15)



Mix fonti energetiche a copertura del fabbisogno totale (BEN-MSE 2005 - ITALIA)



Con le fonti rinnovabili viene prodotta poco più del 5% dell'energia che viene utilizzata in Europa.



Le conseguenze di questo sono:

- ✓ dipendenza energetica dai paesi esportatori di petrolio;
- ✓ problemi di approvvigionamento delle materie prime
- ✓ continua produzione di gas a effetto serra derivanti dall'utilizzo di combustibili fossili (petrolio e gas naturale).

## CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

### Problema energetico

- crescita del 55% da oggi al 2030 del **fabbisogno energetico mondiale**
- **88% dell'energia prodotta** deriva da combustibili fossili
- previsione di un **incremento** del 70% delle **emissioni annue di CO<sub>2</sub>** nel prossimo trentennio



### Sviluppo sostenibile

- fonti rinnovabili
- combustibili che rilasciano meno CO<sub>2</sub> per unità di energia prodotta
- tecnologie di risparmio energetico
- vettori energetici che consentano la delocalizzazione delle emissioni di CO<sub>2</sub>



## PROBLEMA ENERGETICO e SVILUPPO SOSTENIBILE

### IL PROTOCOLLO DI KYOTO

**Trattato internazionale** in materia ambientale sottoscritto in data 11 dicembre 1997 da più di 160 Paesi in occasione della Conferenza COP3 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) sul riscaldamento globale

**Entrata in vigore:** 16 febbraio 2005, dopo la ratifica da parte della Russia

**Termini e condizioni:** prevede l'obbligo da parte dei Paesi industrializzati di operare una **drastica riduzione delle emissioni di elementi inquinanti** in una misura non inferiore al 5,2% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 (anno base), **nel periodo 2008-2012**.

### **Triplice obiettivo UE ENTRO IL 2020:**

- riduzione dei consumi del 20% al di sotto del tendenziale
- incremento dell'uso di energia rinnovabile per una quota pari al 20% dei consumi taglio delle emissioni di CO<sub>2</sub> di un eguale 20%.





## FONTI RINNOVABILI

- applicazioni in A22 -



### BARRIERA ANTIRUMORE INTEGRATA CON SISTEMA FOTOVOLTAICO

(in carreggiata sud – Loc. Marano –TN)



### INTEGRAZIONE DI SISTEMI FOTOVOLTAICI NELL'EDIFICIO OVEST DELLA SEDE DELL'A22

(in via Berlino 10 TRENTO)



### IMPIANTO PILOTA DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO A BOLZANO SUD PANNELLI FOLTOVOLTAICI



### BARRIERA ANTIRUMORE INTEGRATA CON SISTEMA FOTOVOLTAICO

carreggiata sud km160+043 – km161+084

– Loc. Marano (TN) –

**Lunghezza totale: 1.041 m**

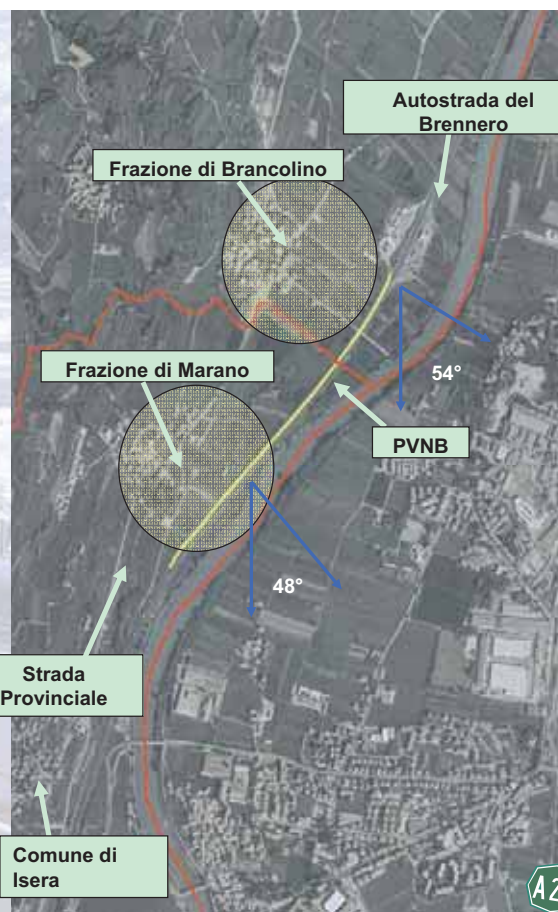
**Altezza media: 5,60 metri**

**Sup. fotovoltaica: 4.907 m<sup>2</sup>**

**Posizione: lungo il ciglio della corsia di emergenza e di una piazzola di sosta esistente.**

**Potenza di picco complessiva: 3.846 moduli, 185 Wp cadauno, per un totale di 711.510 Wp. 6 sottocampi.**

	Inclinazione verticale	Num. moduli
Troncone 1: Azimuth -48°	Tilt 60°	2250
	Tilt 35°	1128
Troncone 2: Azimuth -54°	Tilt 60°	312
	Tilt 35°	156



## BARRIERA ANTIRUMORE INTEGRATA CON IMPIANTO FV -Moduli impiegati-



### SEM 160 SERIE S

**CARATTERISTICHE TECNICHE**

Tipo modulo	Vetro - Tedlar (TPT)
Dimensione modulo (± 2mm)	1595 x 810 x 34 mm
Superficie modulo	1,292 m <sup>2</sup>
Tipo celle	50/60/100/150/185/240/300/360/420/480/540/600/660/720/780/840/900/960/1020/1080/1140/1200/1260/1320/1380/1440/1500/1560/1620/1680/1740/1800/1860/1920/1980/2040/2100/2160/2220/2280/2340/2400
Dimensione celle	125 x 125 mm
Numero celle	72
Spessore vetro temperato	4 mm
Peso	16 Kg

**Protette** verso l'esterno da un **vetro temperato** ad altissima trasparenza e da un **foglio in Tedlar**, il tutto **incapsulato sottovuoto ad alta temperatura tra due fogli di EVA** (Ethylene/Vinyl/Acetate) ed una robusta cornice in alluminio anodizzato.



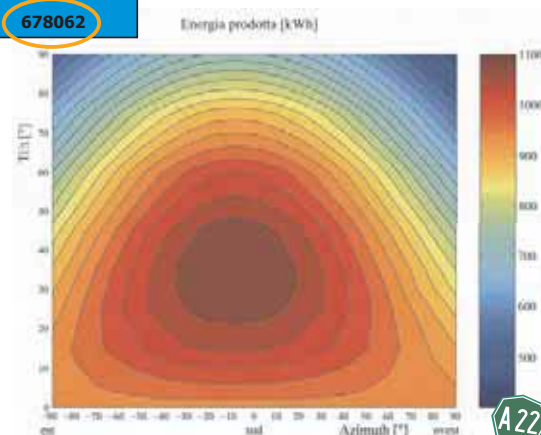
## PRODUCIBILITÀ DEL GENERATORE

azimuth	tilt	moduli	kWh/kWp	kWp	kWh annui
gradi	gradi	n°	adim.	kW	kWh
		A	B	C=Ax185/1000	D=CxB
-54°	35°	156	1005	28.86	29004
	60°	312	901	57.72	52006
-48°	35°	1128	1020	208.68	212854
	60°	2250	923	416.25	384199
<b>totali</b>		<b>3846</b>	<b>953</b>	<b>711.51</b>	<b>678062</b>

### PRODUTTIVITÀ STIMATA PER IPOTESI DI AZIMUTH E TILT

Nel calcolo della produttività si tiene conto dell'effetto di ombreggiamento indotto dalla morfologia del territorio

Latitudine	Coord. geografiche	45° 53' 29"
Longitudine	Coord. geografiche	11° 2' 0"
altitudine	m	176
Potenza massima nominale	kWp	711.510
Coefficiente di rendimento	Adim.	0.77



## CONSUMI ENERGETICI LOCALI VS PRODUZIONE DELLA BARRIERA

Secondo i dati forniti da Terna, i consumi "totali" di energia elettrica per abitante in Trentino Alto Adige, ammontavano, nel 2007, a

**6.276 kWh annui per abitante**

→1.145 kWh annui per il solo uso domestico

Ne deriva che la barriera potrà soddisfare:

- ✓ i consumi "totali" di circa 108 abitanti
- ✓ i consumi domestici di circa 592 abitanti

del vicino Comune di Isera.



## INTEGRAZIONE DI SISTEMI FOTOVOLTAICI NELL'EDIFICIO OVEST DELLA SEDE DELL'A22

**CasaClima classe A**



**SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRATO NELLA FACCIATA**

Prevista sostituzione della facciata con altra dotata di pannelli fotovoltaici

**Pannelli fotovoltaici del tipo "a film sottile" CIS (Rame, Indio, Selenio)**

Resa complessiva annua stimata di **6000 Kwh**



## INTEGRAZIONE DI SISTEMI FOTOVOLTAICI NELL'EDIFICIO OVEST DELLA SEDE DELL'A22

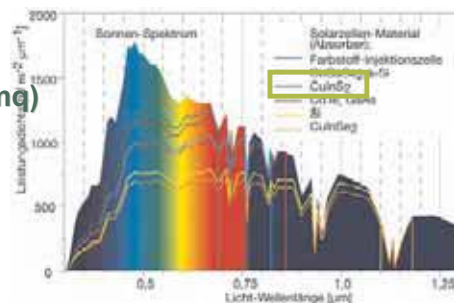
### Produzione di energia elettrica mediante pannelli fotovoltaici di ultima generazione

Integrazione delle celle "a film sottile" **CIS (Rame, Indio, Selenio)** come strato intermedio nel vetro stratificato della facciata a doppia pelle con pattern a fori circolari



### VANTAGGIO CELLE CIS

- maggiore efficienza (1 kWp con 7 mq di impianto Polic. 8-10 mq)
- innocuo smaltimento a fine vita



Resa complessiva annua stimata di **6000 Kwh**



## IMPIANTO PILOTA DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO A BOLZANO SUD – PANNELLI FOTOVOLTAICI



## PANNELLI FOTOVOLTAICI

Tetti a piramide da supporto a pannelli fotovoltaici

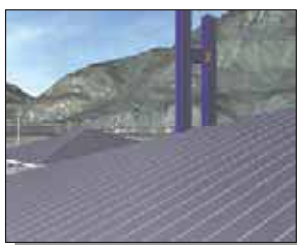
Tipologia di pannelli	silicio amorfo
Superficie	768 m <sup>2</sup>
Produzione	34,8 kWp
Produttività annua	1.050 kWh/kWp



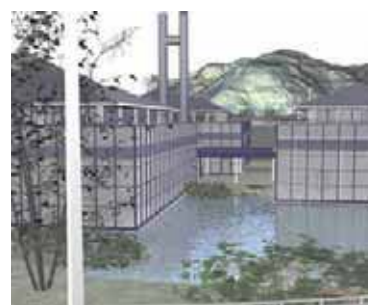
Risparmi ambientali annuali

2.551 kg di CO<sub>2</sub>

8.383 kg di petrolio



## CARBURANTI ALTERNATIVI



### IMPIANTO PILOTA DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO A BOLZANO SUD

*... credo che un giorno si utilizzerà l'acqua come carburante e che l'idrogeno e l'ossigeno che la costituiscono, usati singolarmente o combinati, forniranno una fonte inesauribile di calore e di luce ...*

*Giulio Verne, L'isola misteriosa, 1874*

## PERCHE' L'IDROGENO?



### PERCHÉ L'IDROGENO?

Ridurre emissioni di CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>.

Limitata disponibilità delle riserve mondiali di combustibili fossili.

Limiti intrinseci delle fonti rinnovabili.

- ✓ Gas **molto leggero, inodore e non tossico**
- ✓ **Vettore energetico:** abbondante in natura, ma sempre legato chimicamente. Durante l'elettrolisi si libera ossigeno utilizzabile anche per scopi sanitari
- ✓ **Alto contenuto energetico a parità di peso:** da 1 normalm<sup>3</sup> si ottengono 3 kWh
- ✓ Utilizzato come combustibile nelle fuel cells o nei MCI **non inquina ed ha un'alta efficienza**
- ✓ **Molto volatile e breve tempo di combustione** (positivo per la sicurezza)



## FONTI di PRODUZIONE dell'IDROGENO



### COMBUSTIBILI FOSSILI



### ENERGIE RINNOVABILI



## COSTO INDICATIVO DELL'IDROGENO PRODOTTO CON LE VARIE TECNOLOGIE (MIN/MAX)

TIPO IMPIANTO	(€/l benzina eq)	
	Min	Max
Centralizzati metano	1	1,20
Decentrati metano	0,65	1,80
Centralizzati carbone	0,40	0,60
Elettrolisi rinnovabile	0,90	2,60



I costi di produzione e distribuzione sono confrontabili con la benzina ed il gasolio



## FONTI di PRODUZIONE dell'IDROGENO "VERDE"



### ELETTROLISI

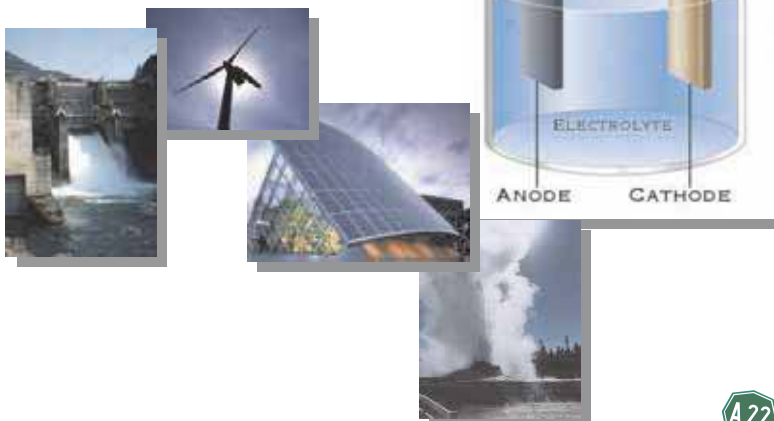
- Trasformazione di energia elettrica in energia chimica
- Produzione di idrogeno puro
- Economicamente accettabile a lungo termine

IDROELETTRICO

EOLICO

FOTOVOLTAICO

GEOTERMICO



## IDROGENO LUNGO L'A22

- ✓ **A22:** membro dell'Istituto per Innovazioni Tecnologiche (IIT)
- ✓ **Obiettivo Istituto:** creare condizioni necessarie per garantire distribuzione territoriale dei punti di rifornimento e di distribuzione dell'idrogeno
- ✓ Tratto autostradale Monaco-Modena dotato di unità di rifornimento di idrogeno ogni 100 km
- ✓ **Wuppertal Institut:** per garantire la circolazione del 10% delle automobili dovrà essere già realizzato il 70% delle infrastrutture di distribuzione
- ✓ **Unione Europea:** nel 2030 circoleranno in Europa più di 16 milioni di macchine ad idrogeno; nel 2050 almeno il 40% del petrolio sarà sostituito dall'idrogeno



## TIPOLOGIE DI ENERGIA RINNOVABILE DA USARE NEL PROCESSO DI PRODUZIONE DELL'IDROGENO LUNGO L'A22

- |                                 |   |                      |   |
|---------------------------------|---|----------------------|---|
| 1. Brennero                     | → | <i>eolico</i>        |  |
| 2. Bolzano sud<br>(sito pilota) | → | <i>idroelettrico</i> |  |
| 3. Nogaredo                     | → | <i>fotovoltaico</i>  |  |
| 4. Interconnessione A4          |   | da definire          |   |
| 5. Interconnessione A1          |   | da definire          |   |





## IMPIANTO PILOTA A BOLZANO SUD



### IMPIANTO PILOTA



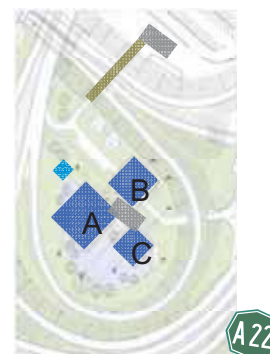
Distributore  
di idrogeno



Sottopasso  
pedonale

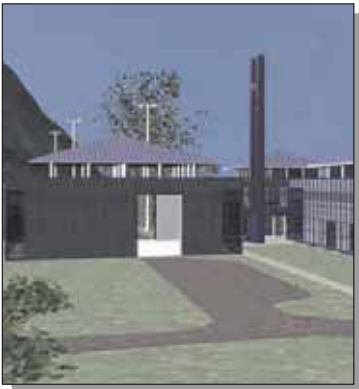


- A) Centro di produzione dell'idrogeno (824 mq)
- B) Impianto di stoccaggio e caricamento (515 mq)
- C) Area conferenze e formazione didattica (331 mq)



## PRODUZIONE IDROGENO

- **240 normal m<sup>3</sup>/h** - produzione normale = 189 l fabbisogno di acqua all'ora
- 1000 kwh di energia idroelettrica necessaria per la produzione oraria
- A regime potranno essere prodotti circa **2 milioni di m<sup>3</sup>** all'anno



### ✓ Stoccaggio e caricamento

Capacità di stoccaggio di circa 10.000 normal m<sup>3</sup>



## ALCUNI DATI SULL'USO DELL'IDROGENO PER TRAZIONE

### Applicazione autovetture:

**Consumo medio** di un'autovettura ad idrogeno: circa 14 normal m<sup>3</sup>/100 km  
(circa 1,2 kg H<sub>2</sub>/100km)

**Percorso medio giornaliero** di un'autovettura: 40 km

**Consumo medio giornaliero** di un'autovettura: circa 5,6 normal m<sup>3</sup>/giorno  
(circa 0,48 kg H<sub>2</sub>/giorno)

**Capacità impianto:** di gestire almeno 1030 autovetture ad idrogeno al giorno  
**in prima fase** (240 normal m<sup>3</sup>/h)  
di gestire almeno 1550 autovetture ad idrogeno al giorno  
**in seconda fase**

**Tempo necessario per il rifornimento** circa 5 minuti



## ALCUNI DATI SULL'USO DELL'IDROGENO PER TRAZIONE

### Applicazione autobus:

**Consumo medio di un autobus ad idrogeno** 135 normal m<sup>3</sup>/100 km  
(ca. 11,5 kg/100 km)

**Percorso giornaliero medio autobus SASA di Bolzano** 210 km

**Consumo medio giornaliero per autobus ad idrogeno** 283 normal m<sup>3</sup>/giorno  
(ca. 24,2 kg H<sub>2</sub>)

**Capacità dell'impianto:** di gestire almeno **20 autobus** ad idrogeno in prima fase

**Capacità dell'impianto:** di gestire almeno **66 autobus** ad idrogeno – CH<sub>4</sub> in prima fase

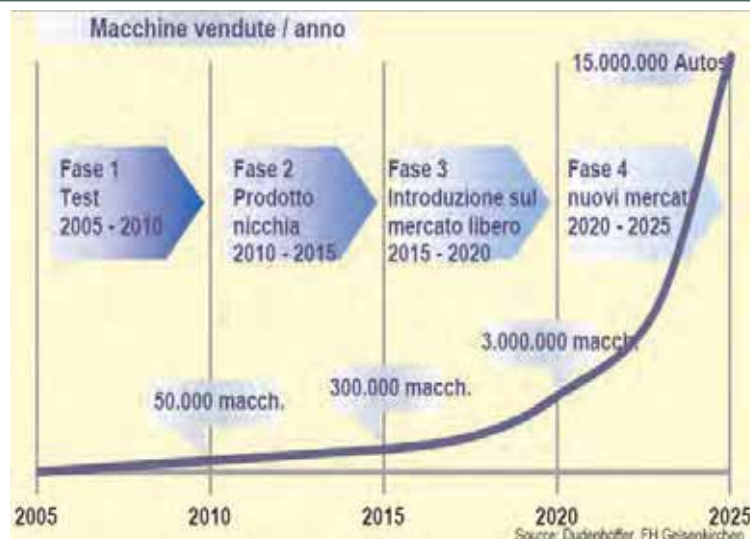
**Capacità dell'impianto:** di gestire almeno **30 autobus** ad idrogeno in seconda fase

**Capacità dell'impianto:** di gestire almeno **100 autobus** ad idrogeno – CH<sub>4</sub> in seconda fase



## L'IMPORTANZA di COMPIERE IL PRIMO PASSO

✓ **Wuppertal Institut:** per garantire la circolazione del 10% delle automobili dovrà essere già realizzato il 70% delle infrastrutture di distribuzione.



***“Il futuro migliore è quello che si crea,  
non quello che si subisce”***

**Seneca**



**autostrade** // per l'italia

***I PROGETTI ENERGIA DI  
AUTOSTRADA PER L'ITALIA***

**Convegno "Autostrade e sostenibilità  
energetica"**

**Milano – 29 settembre 2009**

Il Parlamento europeo, nel dicembre 2008, ha approvato un piano d'azione in materia di energia, definito "Piano UE 20-20-20", che si basa sul raggiungimento, entro il termine del 2020, a livello comunitario, dei seguenti tre obiettivi strategici :

**obiettivo 1) ricorso a fonti rinnovabili per una quota pari al 20% dei consumi energetici (17% in quota parte Italia);**

**obiettivo 2) aumento dell'efficienza energetica nell'UE del 20%, con riferimento alla proiezioni dei consumi energetici al 2020;**

**obiettivo 3) riduzione delle emissioni di CO2:**

- a) almeno del 20%, rispetto ai livelli del 1990, delle emissioni di gas serra per le **fonti ricadenti nei settori delle attività energetiche (centrali elettriche, raffinerie, cokerie), grandi impianti industriali e siderurgici (v. Direttiva 2003/87/CE);**
- b) del 13% (in quota parte Italia), rispetto ai livelli del 2005, delle emissioni per le altre fonti, **non rientranti nel campo di applicazione della Direttiva 2003/87/CE e quindi non disciplinate da assegnazioni specifiche.**

- Nel 1997 Autostrade per l'Italia pubblica il primo "Bilancio ambientale e sociale".
- Dal 2007 ASPI adotta le **linee guida GRI/G3** per il Bilancio di Sostenibilità con un livello di **compliance A+ certificato dal GRI (Global Reporting Initiative)** sia per il bilancio 2007 che per il 2008; Il Bilancio di Sostenibilità include la "**Carta degli Impegni per la Sostenibilità**", documento di programmazione che contiene le aree di impegno, gli obiettivi futuri e le azioni che l'azienda si impegna ad intraprendere in un'ottica di sviluppo sostenibile.
- Nel luglio 2009, Autostrade per l'Italia, insieme alle principali aziende italiane nei settori "Trasporti" ed "Energia", ha sottoscritto con la **Presidenza del Consiglio ed il Ministero dell'Ambiente il "Patto per l'ambiente"**, volto, da una parte, ad orientare verso un'elevata tutela ambientale gli investimenti in innovazione programmati dalle aziende, dall'altra a superare le difficoltà di natura finanziaria che ostacolano la diffusione delle fonti rinnovabili e di tecnologie efficienti mediante un programma di interventi strutturali da parte dello Stato. L'obiettivo è di consentire, nel periodo 2009-2012, una riduzione complessiva delle emissioni di CO2 per circa 5 mln.ton./anno, rispetto agli attuali scenari di emissione.
- Nel settembre 2009 Autostrade per l'Italia è entrata a far parte del **Dow Jones Sustainability Index**, grazie anche al contributo delle iniziative intraprese nel settore "Ambiente ed Energia", ottenendo il massimo del punteggio nell'aree specifiche: *Fuel Efficiency* e *Environmental Reporting*.

- Autostrade per l'Italia ha introdotto volontariamente, sin dal 2005, un sistema di **monitoraggio delle proprie emissioni di CO2** in atmosfera, pubblicato annualmente sul Bilancio di sostenibilità aziendale, sebbene **le attività di Autostrade per l'Italia non rientrano nel campo di applicazione della direttiva 2003/87/CE**.
- Nel dicembre 2007 Autostrade per l'Italia ha dato il via al **“Progetto fotovoltaico nelle aree di servizio”**, che prevede entro il dicembre 2010 l'installazione di pensiline fotovoltaiche per circa 4 MWp di potenza.
- Nel maggio 2008 Autostrade per l'Italia ha brevettato il **“Quercus singolo e doppio”**, tipologie esclusive di pensilina per la copertura dei posti auto nelle aree di servizio.
- Nel dicembre 2008 Autostrade per l'Italia ha presentato al proprio CDA, nell'ambito delle proprie iniziative in tema ambientale, i **“Progetti Energia”**, un piano integrato di interventi per l'autoproduzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e per il risparmio energetico, che prevede investimenti per complessivi 80 mln€ nel quinquennio 2009-2013.

OBIETTIVO 1): RICORSO A FONTI RINNOVABILI	STRUMENTI	PRODUZIONE E.E. ATTESA (MWh/anno)
TARGET UE:	- fotovoltaico aree di servizio	5.600
17%	- fotovoltaico edifici direzionali RM, FI e DD.TT.	3.900
	- centrali fotovoltaiche su reliquati	4.500
	<b>TOTALE ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI:</b>	<b>14.000</b>

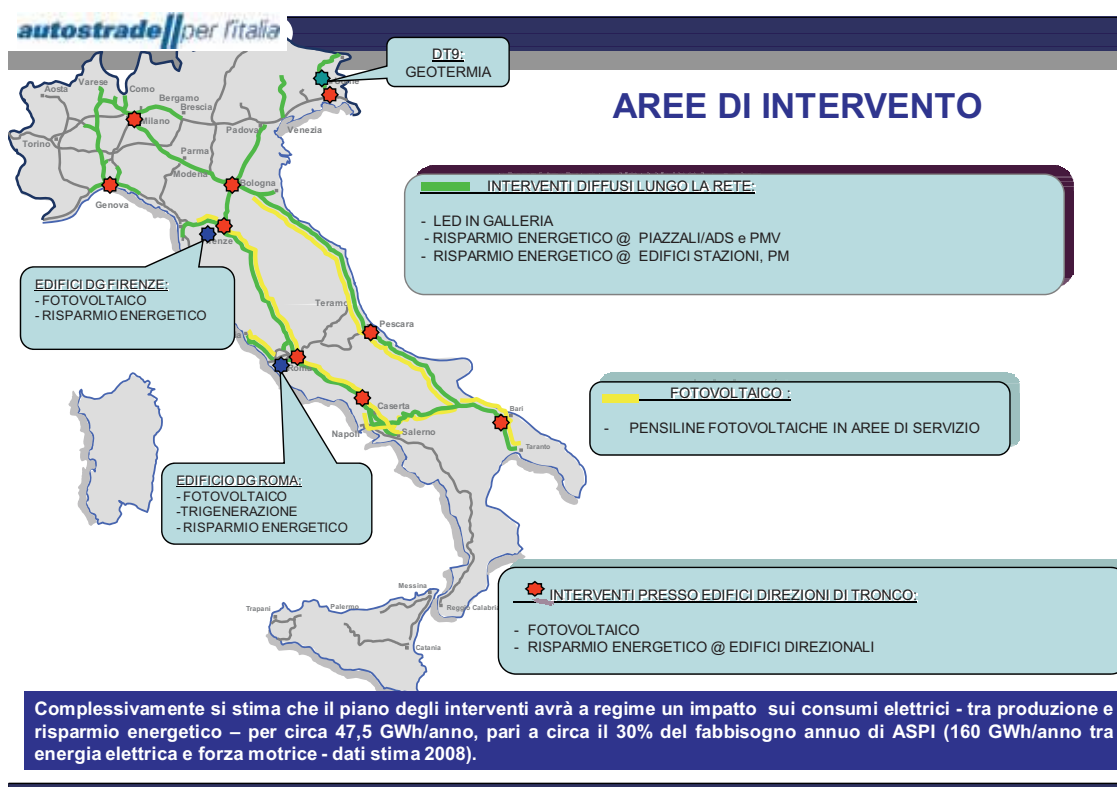
OBIETTIVO 2): AUMENTO EFFICIENZA ENERGETICA	STRUMENTI	RISPARMIO E.E. ATTESO (MWh/anno)
TARGET UE:	- interventi per risparmio energia elettrica per illuminazione gallerie	17.660
20%	- interventi per il risparmio illuminazione Aree di Servizio	1.416
	- trigenerazione edifici direzionali di Roma, Firenze e DD.TT.	12.000
	- altri interventi di risparmio energetico edifici direzionali RM, FI	2.400
	<b>TOTALE RISPARMIO ENERGIA ELETTRICA:</b>	<b>33.476</b>



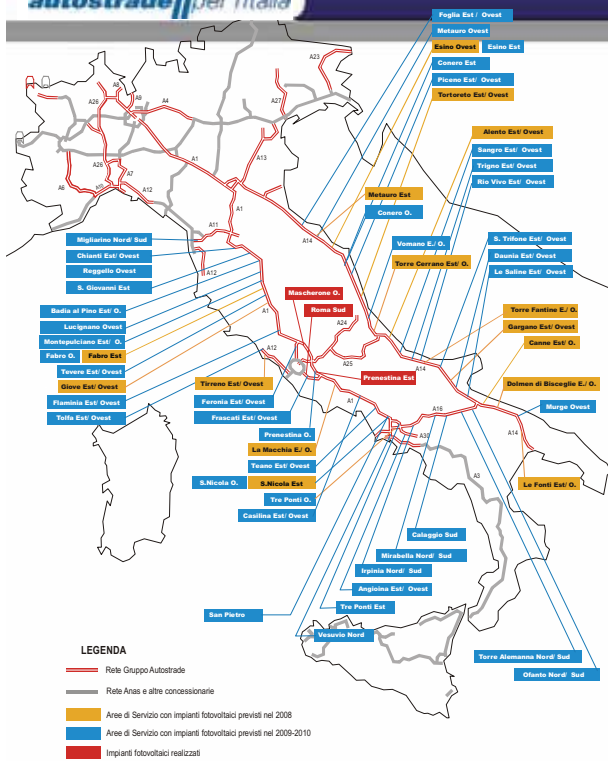
OBIETTIVO 3): RIDUZIONE EMISSIONI CO2 RISPETTO AL 2005	STRUMENTI	RISPARMIO CO2 ATTESO (ton/anno)
TARGET UE:	- a seguito autoproduzione energia elettrica da fonti rinnovabili (impianti fotovoltaici) (v. OBIETTIVO 1)	7.000
13%	- a seguito riduzione consumi per aumento efficienza energetica (v. OBIETTIVO 2)	12.000
	- a seguito diminuzione total delay (differenza periodo 2014-2005)	19.000
	- a seguito presenza di aree a verde	3.000
	<b>TOTALE RISPARMIO CO2:</b>	<b>41.000</b>

**NOTA BENE:**

IL PIANO DI INTERVENTI SOPRA INDICATO PRESUPPONE IL MANTENIMENTO SINO AL 2014 DELL'ATTUALE PANORAMA NORMATIVO IN MATERIA DI INCENTIVAZIONI ALLA PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI ED AL RISPARMIO ENERGETICO. AL MUTARE DI TALI CONDIZIONI ALCUNI FRA GLI INVESTIMENTI PROGRAMMATI SINO AL 2014 NEL CAMPO DELLE INIZIATIVE AMBIENTALI POTREBBERO NON ESSERE REALIZZATI.



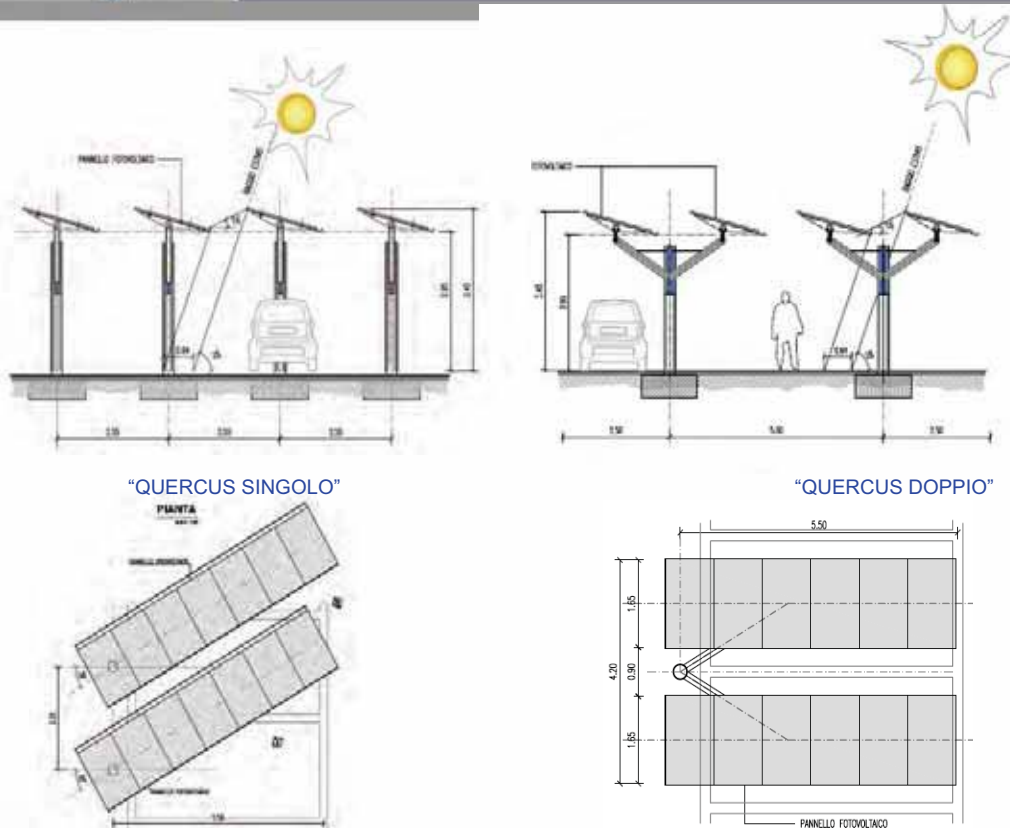
- A. Avviato il piano “fotovoltaico nelle aree di servizio”, che prevede entro il dicembre 2010 l’installazione di pensiline fotovoltaiche per la copertura di circa 3000 posti auto, distribuiti in 92 aree di servizio localizzate nel Centro-Sud dell’Italia lungo le autostrade A1 e A14; la potenza complessiva della “centrale fotovoltaica” è pari a circa 4 MWp (autoproduzione di energia elettrica per complessivi 5,6 GWh/anno circa).



Lo stato attuale dell'iniziativa è il seguente:

- completati ed attivati n.3 impianti fotovoltaici (stazione RM Sud, ADS Mascherone Ovest e Prenestina Est) per complessivi 96 kWp;
- completati, collaudati ed in attesa di allaccio n.24 impianti fotovoltaici;
- n.26 impianti in corso di costruzione;

L'energia elettrica autoprodotta a seguito dell'installazione di pannelli fotovoltaici nelle ADS (5,6 GWh/anno) contribuirà alla riduzione dei consumi elettrici di ASPI di circa il 3,6%

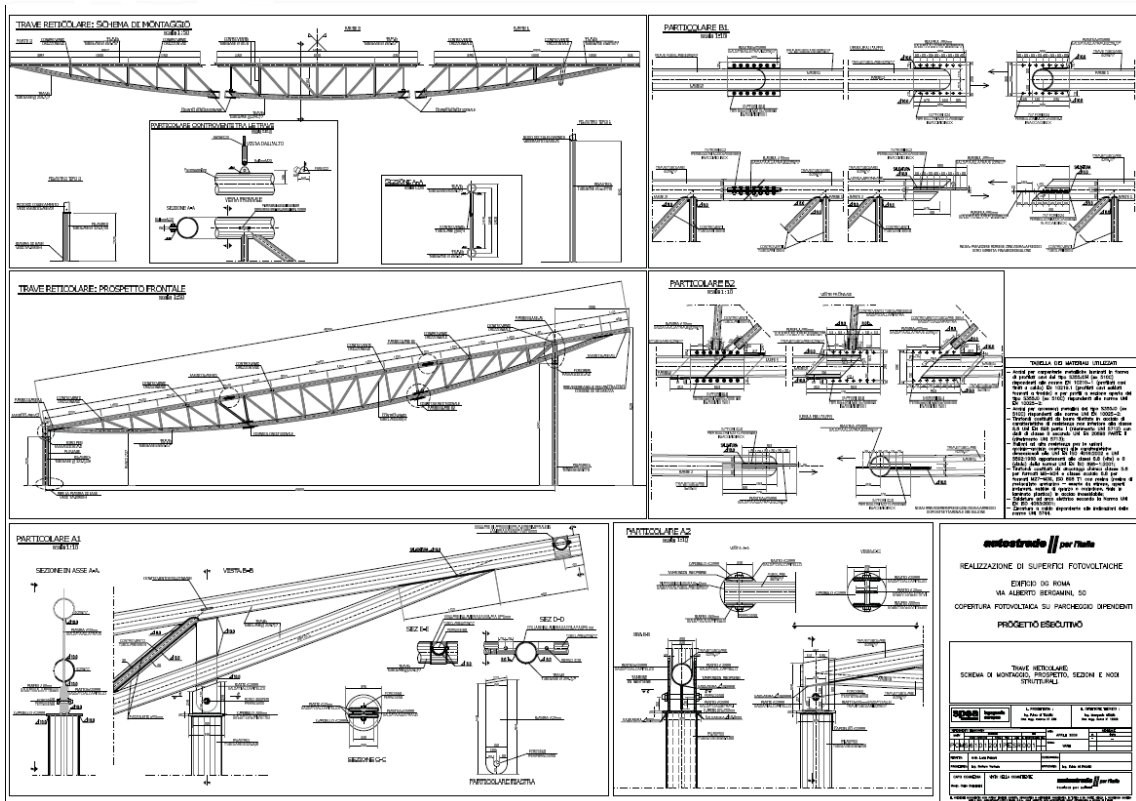
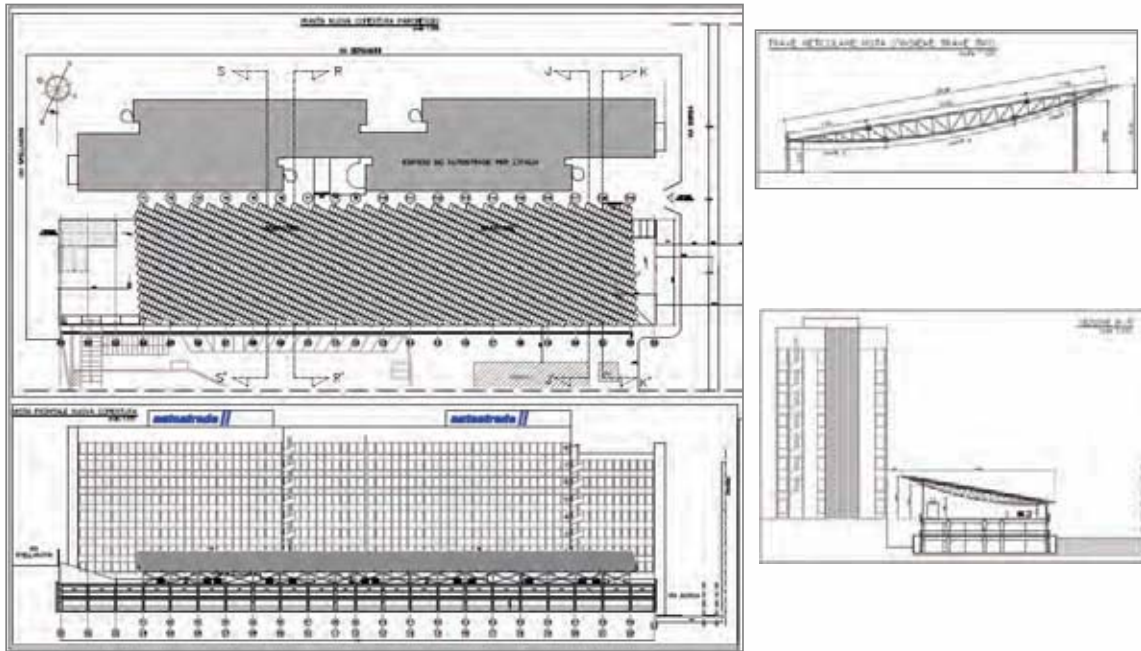






- A. Avviato il piano “fotovoltaico nelle aree di servizio”, che prevede entro il dicembre 2010 l’installazione di pensiline fotovoltaiche per la copertura di circa 3000 posti auto, distribuiti in 92 aree di servizio localizzate nel Centro-Sud dell’Italia lungo le autostrade A1 e A14; la potenza complessiva della “centrale fotovoltaica” è pari a circa 4 MWp (autoproduzione di energia elettrica per complessivi 5,6 GWh/anno circa).
- B. In corso di ultimazione la copertura fotovoltaica del parcheggio dipendenti presso la Direzione Generale di Roma:**
- superficie: circa 4000 mq
  - potenza installata: 475 kWp
  - produzione annua attesa: circa 600 MWh.

Copertura parcheggi con pensilina fotovoltaica (475 kWp)



autostrade//per l'italia

"IMPIANTO FOTOVOLTAICO DG ROMA"

Copertura parcheggi con pensilina fotovoltaica (475 kWp)



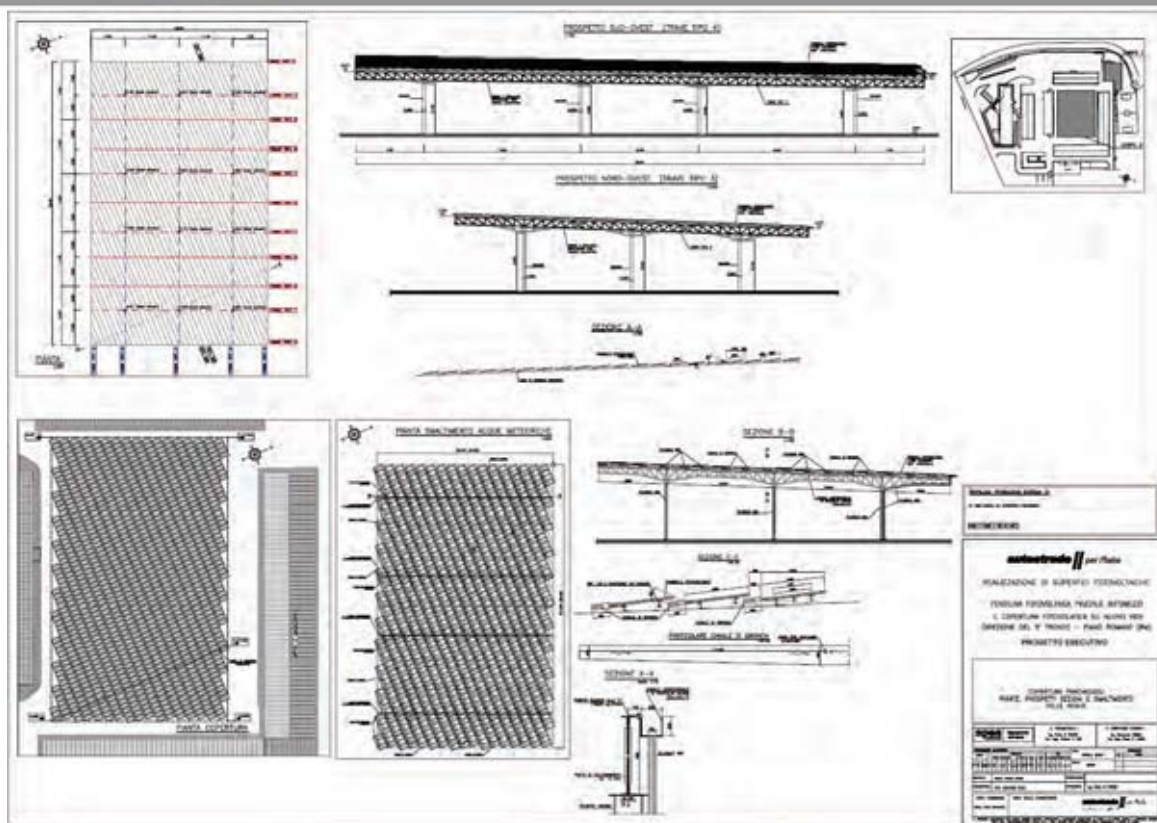
autostrade//per l'italia

"IMPIANTO FOTOVOLTAICO DG ROMA"

Copertura parcheggi con pensilina fotovoltaica (475 kWp)



- A. Avviato il piano “fotovoltaico nelle aree di servizio”, che prevede entro il dicembre 2010 l’installazione di pensiline fotovoltaiche per la copertura di circa 3000 posti auto, distribuiti in 92 aree di servizio localizzate nel Centro-Sud dell’Italia lungo le autostrade A1 e A14; la potenza complessiva della “centrale fotovoltaica” è pari a circa 4 MWp (autoproduzione di energia elettrica per complessivi 5,6 GWh/anno circa).
- B. In corso di ultimazione la copertura fotovoltaica del parcheggio dipendenti presso la Direzione Generale di Roma:
- superficie: circa 4000 mq
  - potenza installata: 475 kWp
  - produzione annua attesa: circa 600 MWh.
- C. In corso di progettazione interventi fotovoltaici presso i principali edifici direzionali per complessivi 1.7 MWp di potenza.



- A. Avviato il piano “fotovoltaico nelle aree di servizio”, che prevede entro il dicembre 2010 l'installazione di pensiline fotovoltaiche per la copertura di circa 3000 posti auto, distribuiti in 92 aree di servizio localizzate nel Centro-Sud dell'Italia lungo le autostrade A1 e A14; la potenza complessiva della “centrale fotovoltaica” è pari a circa 4 MWp (autoproduzione di energia elettrica per complessivi 5,6 GWh/anno circa).
- B. In corso di ultimazione la copertura fotovoltaica del parcheggio dipendenti presso la Direzione Generale di Roma:
- superficie: circa 4000 mq
  - potenza installata: 475 kWp
  - produzione annua attesa: circa 600 MWh.
- C. In corso di progettazione interventi fotovoltaici presso i principali edifici direzionali per complessivi 1.7 MWp di potenza.
- D. In corso di progettazione centrali fotovoltaiche “a terra” per complessivi 3.0 MWp di potenza.**

## PROGETTO PRESSO NUOVO CENTRO DIREZIONALE DI FIRENZE (1100 kWp)



## ALTRI INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DI EDIFICI ED INFRASTRUTTURE

A. Installazione di LED per illuminazione permanente in galleria.

## LED PER ILLUMINAZIONE PERMANENTE IN GALLERIA

Nell'ambito del più generale Piano di Adeguamento Gallerie, ASPI provvederà entro la fine del 2010 all'installazione di circa 16.000 apparecchi illuminanti a LED per gli impianti di illuminazione "permanente" di galleria e, nel contempo, anche al graduale adeguamento degli impianti esistenti con lampade al SAP (Sodio Alta Pressione).

### ➤ CARATTERISTICHE IMPIANTO A LED:

- potenza elettrica di ciascun corpo illuminante: 75 W
- vita attesa: 93.000 ore  $\approx$  10 anni (durata lampade al S.A.P.= 17.500  $\approx$  2 anni)

### ➤ CONFRONTO IN TERMINI DI POTENZA (P) TRA LAMPADA SAP (Sodio Alta Pressione) E LED:

**P<sub>SAP</sub> = 120 W**

**P<sub>LED</sub> = 75 W**

**$\Delta$  P<sub>SAP</sub> - P<sub>LED</sub> = 45 W**

A seguito di tali iniziative, si prevede un complessivo risparmio di circa 10 GWh/anno entro il 2013.

➤ **OBIETTIVI:**

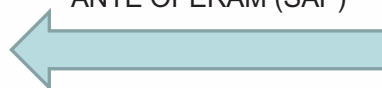
- Riduzione consumi energetici
- Riduzione costi di manutenzione
- Miglioramento del confort visivo soprattutto in termini di percezione degli ostacoli con conseguente aumento della sicurezza



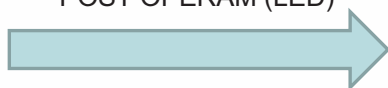
## CONFRONTO TRA ILLUMINAZIONE A LED E SAP GALLERIA CROCINA KM 355,60 A1



ANTE OPERAM (SAP)



POST OPERAM (LED)





CONFRONTO TRA ILLUMINAZIONE A LED E SAP GALLERIA CROCINA KM 355,60 A1



### ALTRI INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DI EDIFICI ED INFRASTRUTTURE

A. Installazione di LED per illuminazione permanente in galleria.

**B. Progetto “green building” in corrispondenza dei principali edifici direzionali.**



➤ **OBIETTIVO "GREEN BUILDING"**: rendere l'edificio della sede ASPI di via Bergamini in Roma, autonomo dal punto di vista dell'approvvigionamento di energia elettrica ed indipendente dalla rete elettrica esterna, con conseguente risparmio ambientale, in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>, per circa 900 ton/anno.

➤ **INTERVENTI PREVISTI:**

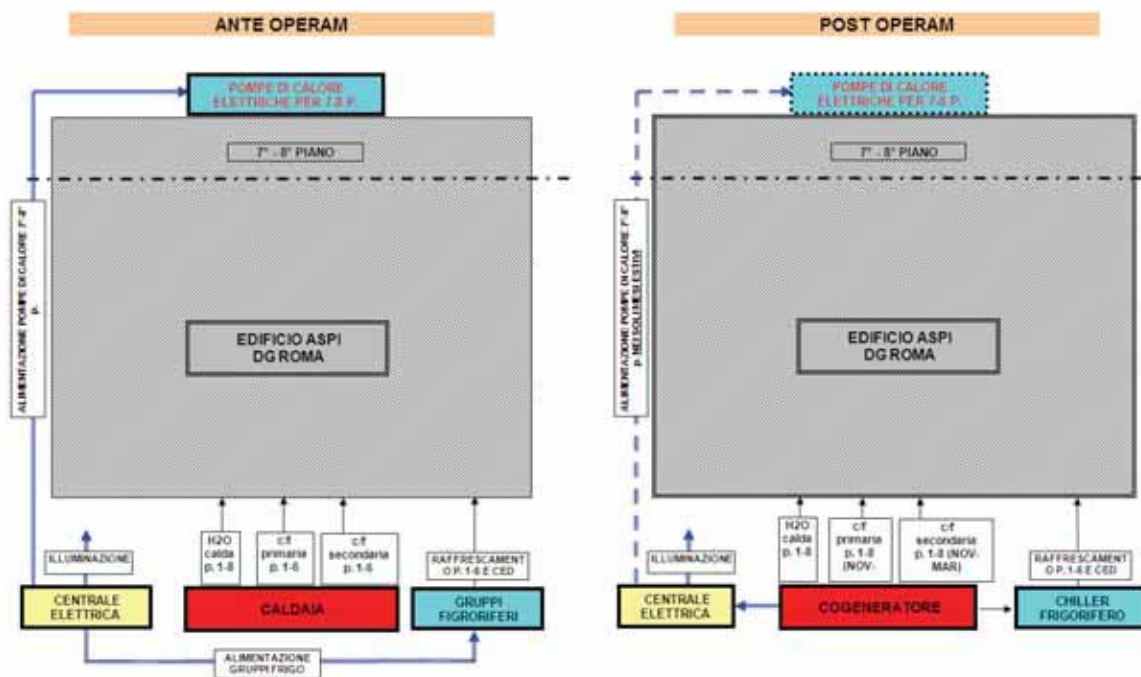
1. **autoproduzione di energia elettrica** mediante realizzazione di **pensilina fotovoltaica** presso il parcheggio dipendenti;

2. sostituzione delle caldaie e gruppi frigo esistenti con un **trigeneratore**, con conseguente autoproduzione di energia elettrica, termica e frigorifera;

3. **interventi "passivi"** per il risparmio energetico sul fabbricato quali:

- installazione di un sistema di **gestione automatizzata del confort termico** all'interno dello stabile;
- installazione di **sensori di presenza** nei locali comuni (bar, sale riunioni, bagni, corridoi) e negli uffici;
- **interventi strutturali sulla facciata sud del fabbricato** per ridurre gli effetti dovuti all'irraggiamento solare (posa di pellicole sui vetri delle finestre).

**RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA INTERVENTI**



**ALTRI INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DI EDIFICI ED INFRASTRUTTURE**

A. Installazione di LED per illuminazione permanente in galleria.

B. Progetto "green building" in corrispondenza dei principali edifici direzionali.

**C. Interventi "passivi" per il risparmio energetico di piazzali e stazioni quali:**

- variatori di flusso per illuminazione esterna;
- illuminazione piazzali a LED;
- interventi strutturali su fabbricati stazione e PM per migliorarne l'efficienza energetica;

**D. Geotermia presso edifici di stazione ed Aree di servizio.**

**E. Generatori microeolici.**

## Autogrill Group Making the traveller's day better



### Autogrill di Brembo: un progetto attento ai principi di sostenibilità e recupero energetico

Salone Dal Dire al Fare 2009 – Laboratorio "Autostrade e sostenibilità energetica"

Ing. Gianluca Metti - Direzione Afuture Italia

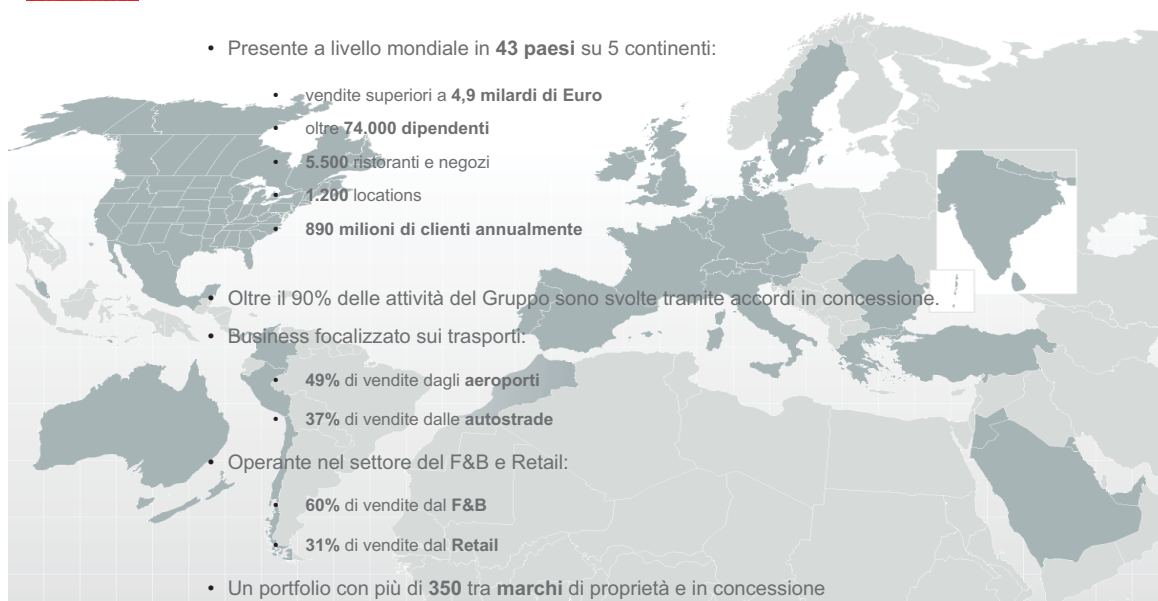


worlddutyfree

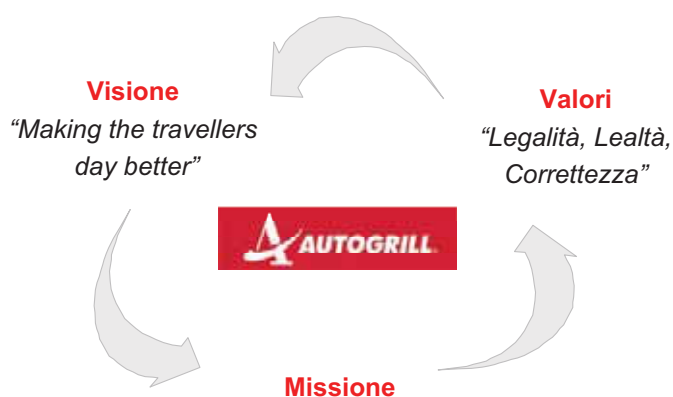




## Numeri chiave del Gruppo Autogrill



## Visione, Valori e Missione



"Offrire alle persone in viaggio un servizio di qualità nei settori della ristorazione e retail, con l'intento di generare valore per tutti gli stakeholder, operando nel pieno rispetto delle diversità culturali e dell'ambiente."





## Lo Sviluppo Sostenibile

### Il concetto di fondo

Dalla consapevolezza di voler operare verso azioni orientate alla ecogestione del territorio prende l'avvio il concetto di "Sostenibilità" e "Sviluppo Sostenibile", contenuto nel Rapporto Our Common Future (1987) della World Commission on Environment and Development (Commissione Brundtland), che gli diede la sua accezione più nota, ovvero lo **sviluppo che "garantisce i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri"**.



*Per favorire uno sviluppo sostenibile è necessaria una  
responsabilità sociale  
da parte di tutti gli interlocutori (stakeholder)*



## A future

### Il progetto del cambiamento

Negli ultimi anni, Autogrill ha posto le basi per diventare un'azienda sempre più impegnata nello sviluppo di buone pratiche di responsabilità sociale, all'interno del proprio business. E' con questa consapevolezza che, nel corso del 2007 ha ideato Afuture, un progetto finalizzato a innovare, in una visione di ecocompatibilità, le principali caratteristiche del punto vendita.

Il progetto è finalizzato a:

- **innovare** i processi secondo una visione più ampia e soprattutto sostenibile;
- migliorare le **relazioni** con i propri stakeholder.





## A future I focus principali

### Afuture per l'ambiente

- Promuove iniziative per sostenere lo sviluppo di prodotti e servizi a elevata efficienza energetica.
- Garantisce il corretto utilizzo delle risorse naturali.
- Valuta gli impatti ambientali derivanti dal business.

### Afuture per il sociale

- Promuove tra i consumatori la consapevolezza sugli aspetti nutrizionali e salutistici degli alimenti.
- Tutela il rispetto dei diritti umani lungo tutta la catena di fornitura.
- Garantisce la sicurezza nel luogo di lavoro.

### Afuture per lo sviluppo economico

- Valuta le implicazioni finanziarie, gli altri rischi e le opportunità per l'organizzazione.
- Rafforza la posizione competitiva e persegue l'espansione attraverso linee interne e esterne.



## Le leve per lo sviluppo della sostenibilità

Le Leve per la sostenibilità si possono sintetizzare in:

- Tecnologie architettoniche
- Tecnologie impiantistiche
- Applicazioni territoriali e paesaggistiche
- Diversità culturale





## Inquadramento generale del progetto

L'investimento si è sviluppato sulla base delle seguenti linee guida:

1. Intervento immobiliare configurato alla tipologia della Concessione
2. Recupero edilizio della struttura nella configurazione di ristrutturazione conservativa con ampliamento
3. Velocità realizzativa dell'intervento
4. Verifica delle risorse territoriali presenti nel sito



## 1. Inquadramento immobiliare

L'intervento si inquadra nell'ambito di una Concessione di Accesso regolata da un atto di Convenzione di Servizio con Società Autostrade.

L'intervento risponde anche a un'esigenza di trasformazione e ampliamento delle due aree di servizio.

La particolarità della Concessione è che Autogrill in questo caso esercita direttamente il proprio investimento senza l'obbligo di devolvere il bene a titolo gratuito a fine della Concessione come nelle normali convenzioni Autostradali in quanto è proprietaria sia dei terreni che del fabbricato.



- Possibilità di sostenere un investimento maggiore avendo più tempo per ammortizzarlo
- Prolungare la vita "utile" dell'edificio con un intervento straordinario sia manutentivo che di sviluppo (ampliamento dell'offerta)

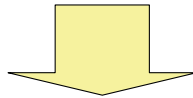




## 2 . Recupero edilizio

Il progetto si caratterizza con un intervento di ristrutturazione ed ampliamento dei due piedi dell'edificio fino a 900 mq per lato (area nord e sud) e ristrutturazione del piano ponte.

L'intervento ha garantito anche la ristrutturazione conservativa delle strutture frangisole e il rifacimento totale di tutti i serramenti esterni del piano ponte intervento di pulizia di facciata esterna con l'adozione di vernici fotocatalitiche e uso di strutture di mascheramento delle scale antincendio che marcano ulteriormente il valore di landmark dell'edificio unitamente alla stripe rossa superiore.



- Ampliamento dell'offerta al Cliente resa necessaria anche dall'ampliamento della sede viaria con 4° corsia
- Mantenimento delle radici culturali e storiche del luogo (elemento di sostenibilità) grazie ad un intervento di natura conservativa



## 2 . Recupero edilizio: ante e post







## 2 . Recupero edilizio: il valore del “landmark”



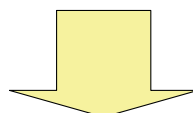
## 3 . Velocità realizzativa

L'intervento si è sviluppato in 3 fasi distinte:

- Ristrutturazione e ampliamento del piede a nord 3 mesi
- Ristrutturazione e ampliamento del piede a sud 3 mesi
- Ristrutturazione del piano ponte 3 mesi

Il tutto grazie anche all'adozione di sistemi strutturali molto semplici:

- Carpenterie metalliche piane reticolari ad unica campata
- Coperture in pannelli Metecno



Durante ogni fase sono stati garantiti al cliente le funzioni di ristoro e servizi igienici

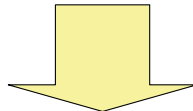




## 4 . Risorse presenti sul sito

Sono state individuate sostanzialmente due grosse opportunità che sono state la base dello sviluppo del progetto meccanico:

- Presenza di acqua di falda in grande quantità
- Possibilità di scarico in roggia
- Metanizzazione di area



Sviluppo di un progetto meccanico molto complesso basato sulla trigenerazione con condensazione di acqua di pozzo



## Brembo – Impianto meccanico Scopi progetto

- Individuare uno schema progettuale che consenta di esprimere al meglio obiettivi di recupero energetico partendo da risorse già esistenti (acqua pozzo)
- Ottimizzare i valori di costi di capex a fronte di recuperi di minori costi di opex valutando il ritorno economico dell'intervento al lordo degli oneri finanziari





## Brembo – Impianto meccanico

### Modalità di analisi

- Lo schema di analisi ha previsto un primo confronto tra sistemi idronici con condensazione a aria (esistente) e con sistemi che prevedono condensazione ad acqua mediante l'utilizzo dell'acqua industriale del pozzo esistente
- A seguire l'analisi ha richiesto un confronto tra sistemi di trigenerazione (cogenerazione=produzione energia elettrica + recupero watt termici per refrigerazione) sempre mediante sistemi associati di condensazione a aria o acqua
- Le analisi economiche di cui a seguire sono state determinate sulla base dei seguenti costi unitari delle fonti energetiche:
  - Costo kwh 0,13 €
  - Costo mc gas 0.55 €
  - Costo mc acqua 0.15 €



## Brembo – impianto meccanico

### Condensazione a acqua

1. Non è richiesto l'uso della centrale termica in fase di riscaldamento in quanto le macchine lavorano in pompa di calore con valore di efficienza (COP) molto più alti che condensate ad aria e non hanno limitazioni sulla temperatura dell'aria esterna

Questo fatto in termini di costi determina:

- In inverno consumerò maggiore energia elettrica riducendo a zero il contributo del consumo del gas per riscaldamento (rimane solo quello per la turbina di cogenerazione), i cui kw termici prodotti serviranno a sostenere la refrigerazione sui laterali
- Se l'acqua di pozzo non costasse nulla il valore di saving generato sui costi di opex sarebbe di 38k€ aggiuntivi
- Riduzione del rumore di fondo dei gruppi rispetto ai sistemi con condensazione a aria





## Brembo – Impianto meccanico

### Trigenerazione: contributi energetici offerti

1. Recupero calori fumi combustione dalla turbina per produzione acqua calda sanitaria o refrigerazione mediante gruppi di assorbimento
2. Produzione energia elettrica in caso di emergenza (si risparmia gruppo elettrogeno di supporto)
3. Recupero acqua di condensazione verso wc pubblico
4. Recupero acqua calda sanitaria che verrà indirizzata verso le utenze idricosanitarie e verso il lavaggio. In quest'ultimo caso le resistenze lavoreranno con meno delta termico in quanto l'acqua è già preriscaldata (risparmio energetico sull'alimentazione del lavaggio stesso)

Altri contributi non legati alla trigenerazione:

5. Utilizzo cappe a induzione (riduzione del contributo dell'aria esterna di reintegro pari al 50%)
6. Utilizzo di UTA con sezioni operanti in free cooling (circa 3 mesi l'anno)

Nota: le valutazioni economiche non tengono conto dei contributi energetici offerti dal punto 4, 5 e 6



## Brembo – Impianto meccanico

### Turbina cogenerazione

1. Uso turbina determinato dal bilancio economico energetico della trigenerazione e modulato direttamente dal gestore del sistema
2. Obiettivo: sfruttare il più possibile la trigenerazione per evitare di perdere recupero energetico, ovvero recuperare il più possibile i 112 kw termici generati costantemente. Questo vuol dire usare la microturbina per produrre energia elettrica di proprio utilizzo o per emergenza, non per cederla in rete
3. Grazie all'uso della turbina impegno meno potenza all'ente erogatore (65kw)





## Brembo – Impianto meccanico

### Schematizzazione utilizzo acqua di pozzo e restituzione

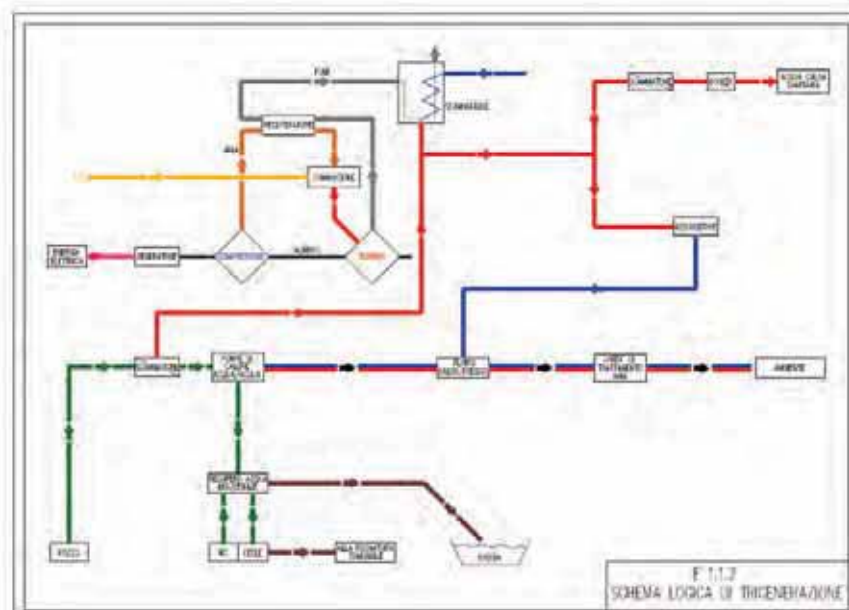


world duty free



## Brembo – Impianto meccanico

### Schema trigenerazione

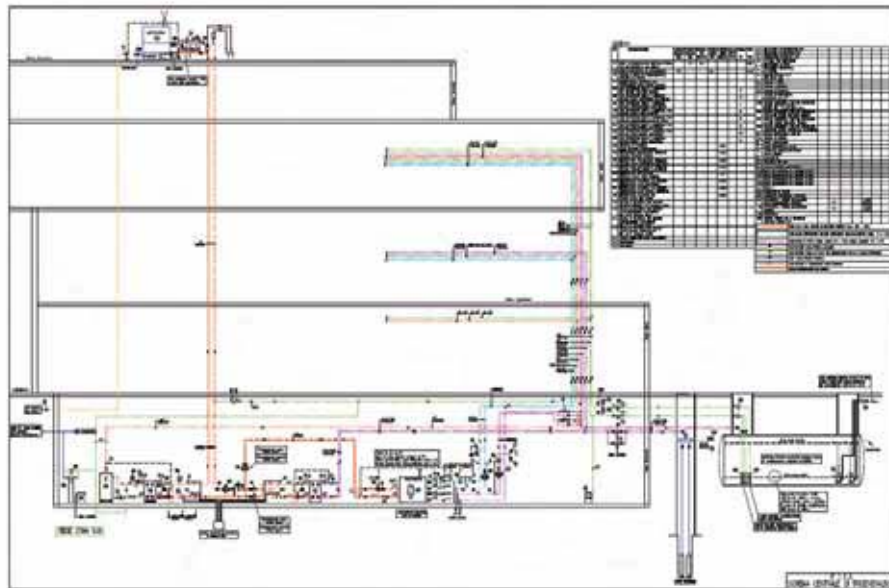


world duty free





## Brembo – Impianto meccanico Schema centrale trigenerazione



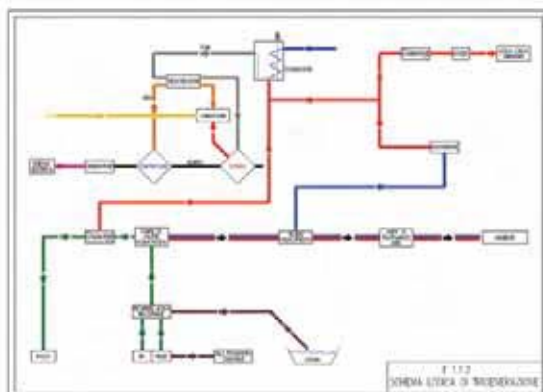
HMS

world duty free

alpha



## Brembo – Impianto meccanico Schema trigenerazione: funzionamento estivo



La microturbina funziona sempre a pieno regime producendo energia elettrica e riscaldando l'acqua che circola a ciclo chiuso attraverso il proprio recuperatore di calore. L'acqua che esce dal recuperatore di calore passa innanzitutto per lo scambiatore dell'acqua calda sanitaria (il cui carico è comunque abbastanza modesto e discontinuo), per poi alimentare l'assorbitore che ha il compito di integrare i gruppi meccanici. L'acqua di pozzo viene invece utilizzata sia per il raffreddamento dell'assorbitore che per il raffreddamento dei gruppi meccanici, dopo di che entra in un serbatoio di accumulo da 50 metri cubi. Da tale serbatoio ne viene pescata una parte che è utilizzata per i WC e per i condensatori dei frigoriferi celle e banchi refrigerati, mentre l'eventuale eccesso è scaricato tramite pompa nella Roggia Colleonesca che si trova a qualche centinaio di metri dall'Autogrill.

HMS

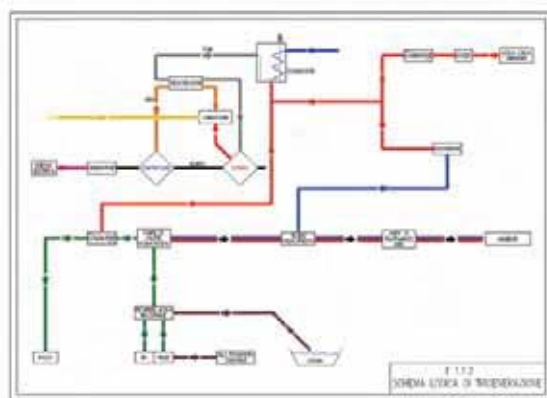
world duty free

alpha



## Brembo – Impianto meccanico

### Schema trigenerazione: funzionamento invernale



Anche durante l'esercizio invernale la microturbina funziona sempre a pieno regime producendo energia elettrica e riscaldando l'acqua che circola a ciclo chiuso attraverso il proprio recuperatore di calore. In questo caso però l'acqua che esce dal recuperatore di calore passa dapprima dallo scambiatore dell'acqua calda sanitaria per poi affluire allo scambiatore che preriscalda l'acqua di pozzo destinata agli evaporatori dei due gruppi meccanici a pompa di calore per affluire nel serbatoio di accumulo che viene utilizzato con gli stessi criteri estivi. L'acqua calda che esce dai condensatori dei due gruppi meccanici viene in questo caso avviata alle utenze calde dell'impianto di climatizzazione.



## Sinottico riepilogativo delle misure di sostenibilità adottate

Architettura	Impianti	Territorio & Paesaggio	Elementi culturali
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tinteggiature esterne realizzate con prodotti fotocatalitici per la riduzione degli inquinanti atmosferici</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impianto di trigenerazione con condensazione ad acqua di pozzo (70mc/ora)</li> <li>1. Recupero del calore sensibile della turbina per generare il freddo industriale tramite assorbitori al bromuro di litio</li> <li>2. Impianto di refrigerazione alimentare totalmente condensato a acqua</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizzo materiale di rivestimento esterno in accordo con principi paesaggistici (tipo ceppo di poltragno, lamiere stampate) e culturali</li> <li>2. L'acqua di condensazione viene consegnata dopo le trasformazioni a una roggia esistente senza quindi caricare la fognatura</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recupero degli elementi frangisole originali</li> </ol>



