



## L'impronta climatica dei progetti infrastrutturali ferroviari

### The climatic mark of railway infrastructural projects

Dott. Ingg. Francesco LOFFREDO<sup>(\*)</sup>, Pietro FEDELE<sup>(\*)</sup>, Maurizio SEVERINI<sup>(\*)</sup>

#### 1. Introduzione

Da alcuni anni la consapevolezza che i fattori antropici possono incidere significativamente sui cambiamenti climatici, ha innescato un processo di adeguamenti legislativi in tutto il mondo per favorire una reale riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra (Green House Gas); la comunità internazionale, come riporta il Quarto Rapporto dell'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), è concorde nell'attribuire all'aumento della concentrazione in atmosfera di questi gas, la causa del surriscaldamento terrestre.

Come noto, il trattato di Kyoto<sup>(1)</sup> ha fissato un tetto di emissioni in atmosfera ed ha stabilito, per alcuni settori, che le aziende che inquinano meno di quanto è stato stabilito, hanno la facoltà di cedere i propri risparmi di emissioni a chi, poco virtuoso, ha interesse ad acquistare i crediti per non incorrere nelle sanzioni previste, salvo la possibilità, per questi ultimi, di investire su nuovi progetti a energia pulita.

Si sono così create le condizioni per cui la lotta ai cambiamenti climatici è divenuta, per le aziende, una grossa opportunità di sviluppo del business ed una delle principali sfide da affrontare nei prossimi anni.

Anche Italferr ha deciso di contribuire al contenimento delle emissioni di gas serra ed ha volontariamente creato un proprio modello di "*carbon footprint*" attraverso il quale potrà misurare le proprie performance ambientali, comunicarle all'esterno, confrontare i risultati raggiunti con gli obiettivi ambientali ed economici che si è data ed individuare nuove linee programmatiche per il futuro.

La Società ha così sviluppato una innovativa metodologia che consente la misura e la rendicontazione delle emissioni di gas serra prodotte nelle attività di *progettazione e costruzione* delle infrastrutture ferroviarie: in pratica, il ricorso a questo nuovo strumento potrà consentire

#### 1. Introduction

For some years now, the awareness that human factors can significantly impact climate changes, has triggered off a process of legislative compliances throughout the world so as to encourage a real reduction of the green house gas emissions (Green House Gas); as the Fourth IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) Report quotes, the international community agrees on attributing the increase of concentration of these gases in the atmosphere, as the cause for global warming.

As everybody knows, the Kyoto<sup>(1)</sup> treaty has fixed a limit of atmospheric emissions and has established, for some fields, that companies that pollute less than established, have the faculty of granting their emission savings to those, less virtuous, having an interest in buying credits so as not to incur in the foreseen fines, except for the possibility for the latter, to invest in new clean energy projects.

This created the conditions for which the struggle for climate changes has become a great business development opportunity and one of the main challenges to face in the coming years.

Italferr also decided to contribute to the containment of green house gas emissions and has voluntarily created its own "*carbon footprint*" model through which it will be able to measure its environmental performances, communicate them to the outside, compare the results achieved with the environmental and economic objectives that it has set itself and identify new programmatic lines for the future.

The Company has therefore developed an innovative methodology that allows the measurement and reporting of green house gas emissions produced in *planning and construction* activities of railway infrastructures: in concrete terms, resorting to this new tool will allow a preven-

<sup>(\*)</sup> ITALFERR S.p.A.

<sup>(1)</sup> Sottoscritto il 29 aprile 1998 e ratificato dall'Italia con la legge 120/2002 entrata in vigore il 16-2-2005.

<sup>(\*)</sup> ITALFERR S.p.A.

<sup>(1)</sup> Undersigned on April 29, 1998 and ratified by Italy with law 120/2002 in force as of 16-2-2005.

un preventivo *assessment* energetico delle opere da realizzare agevolando, sin dalle prime fasi di progettazione, interventi del progettista utili a modificare eventuali forme di consumo irrazionale di risorse che dovessero essere rilevate.

Si realizza in questo modo anche una strategia di comunicazione aziendale trasparente, in grado di perseguire il necessario consenso e la legittimazione sociale, premesse fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi reddituali e competitivi su tutti i mercati in cui opera ed andrà ad operare Italferr.

Un organismo terzo indipendente, Bureau Veritas Italia S.p.A., ha accertato i criteri scientifici adottati nello sviluppo della metodologia nonché la validità delle fonti, certe e verificabili, da cui sono stati desunti i dati posti alla base della stessa. La Società SGS (Société Générale de Surveillance) successivamente designata come Organismo per il rilascio della certificazione di conformità alla norma ISO 14064.1:2006, accetterà ulteriormente tutti i dati alla base della metodologia.

Il modello di *carbon footprint* di Italferr è stato infine applicato sperimentalmente sul progetto della tratta ferroviaria Bari S. Andrea-Bitetto della linea Bari-Taranto ed i risultati ottenuti sono stati confrontati con le quantità di GHG determinate applicando metodi simili sviluppati rispettivamente dalla Berkeley University of California<sup>(2)</sup>, e dalla The University of Sydney<sup>(3)</sup>; seppur più generici ed approssimativi, questi diversi criteri di calcolo hanno portato a determinare valori delle emissioni di GHG prossimi a quelli accertati col nuovo metodo di calcolo proposto. Si è avuta così un'ulteriore conferma della validità ed affidabilità del nuovo strumento elaborato in Italferr.

## 2. Obiettivi

Con l'intento di innescare meccanismi virtuosi che accelerino la riduzione delle emissioni di gas serra e siano in grado di produrre maggiori vantaggi ambientali, Italferr ha sviluppato un sistema di misura e rendicontazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> determinate dalla progettazione e dalla realizzazione di opere infrastrutturali.

Su queste opere, la metodologia consente la misura della "impronta climatica" e può essere applicata disgiuntamente in ciascuna delle fasi di progettazione consentendo di valutare preventivamente i quantitativi di gas a effetto serra (GHG) che si producono con la successiva realizzazione dell'infrastruttura.

I progettisti, attraverso questa metodologia, potranno utilizzare uno strumento del tutto innovativo che consen-

tive energy *assessment* of the works to be performed facilitating the project manager's interventions, right from the first planning phases, necessary for the modification of any possible forms of irrational consumption of resources possibly detected.

A transparent company communication strategy is thus created this way, capable of pursuing the necessary consensus and social legitimisation, that are fundamental conditions for the achievement of income and competitive objectives in all markets in which Italferr operates and will operate.

Bureau Veritas Italia S.p.A., an organisation depending on third parties, has ascertained the scientific criteria adopted in the development of the method as well as the cogency of the certain and verifiable sources, from which the information that it is based on was gathered. The SGS Company, (Société Générale de Surveillance) later appointed as Organisation for the issue of the compliance certification to rule ISO 14064.1:2006, will further ascertain all the data at the base of the methodology.

Italferr's *carbon footprint* model was in the end provisionally applied to the project concerning the Bari S. Andrea-Bitetto railway route of the Bari Taranto line and the results achieved were compared to the quantity of GHG determined applying similar methods developed by Berkeley University of California<sup>(2)</sup>, and by The University of Sydney<sup>(3)</sup> respectively; although more unspecific and approximate, these different calculation criteria have led to the definition of GHG emission values close to those ascertained with the new calculation method proposed. Therefore, there was further confirmation of the validity and reliability of the new tool elaborated by Italferr.

## 2. Objectives

With the intention to trigger virtuous mechanisms capable of speeding up the reduction of green house gas emissions and of producing increased environmental advantages, Italferr has developed a measurement and reporting system for the CO<sub>2</sub> emissions determined by the planning and by the construction of infrastructural works.

The methodology allows the measurement of the "climatic mark" on these works and can be applied independently in each of the planning phases thus permitting the prior assessment of green house gas quantities (GHG) that are produced with the subsequent construction of the infrastructure.

The project managers will be able to use a completely innovative tool, by means of this methodology, that will al-

<sup>(2)</sup> "Life-cycle Environmental Inventory of passenger transportation in the United States" di CHESTER e HORVART della Università di Berkeley, California.

<sup>(3)</sup> "Calculating the carbon footprint of road construction" di Adam MAGUIRE, Project Director "VicRoads", Sydney.

<sup>(2)</sup> "Life-cycle Environmental Inventory of passenger transportation in the United States" by CHESTER and HORVART from the University of Berkeley, California.

<sup>(3)</sup> "Calculating the carbon footprint of road construction" by Adam MAGUIRE, Project Director "VicRoads", Sydney.

tirà di operare scelte più adeguate sotto il profilo ambientale esaminando possibili alternative progettuali (eco-design); avranno altresì la possibilità di valutare i quantitativi di GHG che potranno essere evitati, nonché quelli che, per effetto delle scelte infine ritenute più corrette, potranno essere ridotti o mitigati.

Agendo sulla valutazione delle emissioni generate dalla realizzazione delle singole tipologie d'opera (viadotto, galleria, rilevato, ...) o da ciascuna delle parti di cui si compone l'intera infrastruttura, diviene possibile misurare efficacemente tutte le forze che entrano in gioco nella valutazione delle emissioni. Si potranno quindi valutare compiutamente, in associazione alle restanti analisi, quali soluzioni di progetto riescono meglio a soddisfare l'esigenza di realizzare nuove infrastrutture sul territorio tali da assicurare il giusto equilibrio ambientale ed un corretto risparmio energetico, nel pieno rispetto delle norme sulla salute e sulla sicurezza sia in fase di progettazione che di realizzazione.

L'applicazione della nuova metodologia, si ritiene, contribuirà a favorire, in tutte le realtà operanti nel mondo degli investimenti infrastrutturali, comportamenti energetici progressivamente più responsabili, agevolando il conseguimento di un sempre più corretto legame tra infrastruttura e territorio, legame su cui talvolta si gioca una partita sempre più determinante in termini di valutazione dei possibili "conflitti territoriali".

Grazie a queste innovative e quanto mai opportune valutazioni, sarà possibile, con buona probabilità, conseguire una significativa riduzione dei tempi di approvazione dei progetti da parte degli organismi territoriali preposti.

La misura dell'impronta climatica, contribuisce anche al raggiungimento degli impegni assunti dal Gruppo Ferrovie dello Stato S.p.A. con l'adesione al "Patto per l'Ambiente", che è stato stipulato, su proposta della Presidenza del Consiglio dei Ministri e del Ministero dell'Ambiente, per indurre i sottoscrittori a sviluppare interventi di efficientamento energetico e di contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> in linea con gli obiettivi definiti in ambito UE nel Pacchetto "clima-energia".

In questo contesto, anche Italferr vuole attivamente favorire progetti di *carbon footprinting*, coerentemente alla "Politica della Qualità, dell'Ambiente, della Salute e della Sicurezza" adottata dall'azienda e dal Gruppo e offrire informazioni a tutti gli stakeholders sui favorevoli effetti sociali che derivano dalle proprie scelte operative.

### 2.1. Il contesto europeo

La Comunità Europea, consapevole delle pericolose interferenze prodotte dalle attività umane sull'intero sistema climatico, non si è limitata a definire obiettivi volti a stabilizzare la concentrazione di gas serra in atmosfera, ma ha voluto impegnare gli Stati membri, entro il 2020, a ridurre le emissioni di GHG del 21% rispetto a quelle prodotte nel 2005; risparmiare il 20% dei propri consumi

low making more adequate choices from an environmental point of view examining possible planning alternatives (eco-design); they will also have the possibility of assessing GHG quantities that may be avoided, as well as those that, due to choices considered as more correct, may be reduced or watered-down.

Taking action on the assessment of emissions generated by the construction of individual types of works (viaduct, tunnel, embankment, ...) or by each part composing the entire infrastructure, it is possible to measure efficiently all forces that come into play in the assessment of the emissions. Therefore, the types of project solutions that better meet the need to construct new infrastructures on the territory so as to ensure proper environmental balance and correct energy saving, can be fully assessed, in association with the remaining analyses, in full respect of the health and safety rules both during the planning and in the construction phase.

It is believed that the application of the new methodology will contribute to encouraging progressively more responsible energy behaviours, in all realities operating in the infrastructural investments world, therefore facilitating the achievement of an increasingly more correct relationship between infrastructure and territory, a relationship on which sometimes an increasingly decisive match is played in terms of the assessment of possible "territorial conflicts".

Thanks to these innovative and extremely appropriate assessments, there will be a good chance of possibilities to achieve a significant reduction of project approval times on behalf of the designated territorial organisations.

The extent of the climatic mark also contributes to the achievement of commitments taken on by the Ferrovie dello Stato S.p.A. Group through the subscription to the "Environment Pact", that was stipulated following the proposal of the Prime Minister's Office and the Ministry of the Environment, in order to persuade the subscribers to develop energy efficiency and CO<sub>2</sub> emissions containment interventions in line with the aims defined within the EU in the "energy-climate" set of laws.

In this context, Italferr also wants to actively encourage the *carbon footprinting* projects coherently with the "Quality, Environment, Health and Safety Policy" adopted by the company and by the Group and offer information to all stakeholders regarding the propitious social effects that derive from its operational choices.

### 2.1. The European context

The European Community, aware of the dangerous interferences produced by human activities on the entire climate system, did not restrict itself to defining the objectives aimed at stabilising the green house gases concentration in the atmosphere, but has wanted to commit the member States within 2020 to: reduce GHG emissions by 21% compared to those produced in 2005; save 20% on

energetici rispetto alle proiezioni tendenziali; produrre il 20% del proprio fabbisogno energetico attraverso fonti rinnovabili.

Questi ambiziosi obiettivi richiedono la piena partecipazione di tutti i settori economici, non solo quelli indicati dalla direttiva 03/87/CE sullo scambio di quote di emissioni all'interno della Comunità; il pieno coinvolgimento di questi settori determina l'impegno di tutte le aziende e di tutti i cittadini a conseguire gli obiettivi definiti dal Consiglio Europeo. I progressi che ogni anno andranno a realizzarsi da parte degli operatori, saranno misurati attraverso il meccanismo di monitoraggio delle emissioni individuato per l'attuazione al "Protocollo di Kyoto".

In conseguenza di ciò, anche il settore dei trasporti è impegnato a dare il suo contributo, ancor più in presenza di una domanda complessiva di energia che in questo settore continua a crescere in maniera significativa.

Diverrà imperativo per tutti i governi, nel perseguire questi obiettivi comunitari, concentrare più incentivi per sviluppare un efficace sistema integrato dei trasporti che, oltre a garantire la massima mobilità di cittadini e merci, sia necessariamente caratterizzato, nelle dinamiche industriali, da spiccata efficienza energetica e forte contenimento delle emissioni.

Il treno, non v'è dubbio, si conferma in questo essere il mezzo di trasporto destinato a ricoprire un ruolo sempre più centrale nell'economia dei paesi, ed il finanziamento di nuove infrastrutture ferroviarie costituisce un'esigenza inderogabile per tutti gli Stati membri, capace di generare impatti positivi e sviluppo dell'intera economia nei paesi stessi.

### 3. Premessa

Nel seguito viene descritta la strutturazione della metodologia, articolata seguendo il protocollo operativo previsto dalla norma di riferimento UNI ISO 14064-1:2006, vengono poi descritte le regole da adottare per l'aggregazione degli elementi che a mano a mano si determinano fino a giungere ai risultati finali.

La metodologia si completa con la descrizione delle regole della qualità che consentono di garantire una gestione corretta dei dati così determinati e delle informazioni che in seguito verranno fornite all'esterno.

Si descrivono poi gli ulteriori vantaggi che l'applicazione della metodologia può fornire e vengono infine descritti i risultati ottenuti attraverso l'applicazione sperimentale del metodo su un progetto in corso di realizzazione.

### 4. Descrizione della metodologia

La metodologia è stata sviluppata prendendo a riferimento la norma UNI ISO 14064-1:2006; questa prevede l'applicazione di criteri, riconosciuti dalla comunità scien-

tifici, per confrontare il loro consumo energetico con le previsioni tendenziali; produrre il 20% del proprio fabbisogno energetico attraverso fonti rinnovabili.

Questi ambiziosi obiettivi richiedono la piena partecipazione di tutti i settori economici, non solo quelli indicati dalla direttiva 03/87/CE sullo scambio di quote di emissioni all'interno della Comunità; il pieno coinvolgimento di questi settori determina l'impegno di tutte le aziende e di tutti i cittadini a conseguire gli obiettivi definiti dal Consiglio Europeo. I progressi che ogni anno andranno a realizzarsi da parte degli operatori, saranno misurati attraverso il meccanismo di monitoraggio delle emissioni individuato per l'attuazione al "Protocollo di Kyoto".

In conseguenza di ciò, anche il settore dei trasporti è impegnato a dare il suo contributo, ancor più in presenza di una domanda complessiva di energia che in questo settore continua a crescere in maniera significativa.

Diverrà imperativo per tutti i governi, nel perseguire questi obiettivi comunitari, concentrare più incentivi per sviluppare un efficace sistema integrato dei trasporti che, oltre a garantire la massima mobilità di cittadini e merci, sia necessariamente caratterizzato, nelle dinamiche industriali, da spiccata efficienza energetica e forte contenimento delle emissioni.

Il treno, non v'è dubbio, si conferma in questo essere il mezzo di trasporto destinato a ricoprire un ruolo sempre più centrale nell'economia dei paesi, ed il finanziamento di nuove infrastrutture ferroviarie costituisce un'esigenza inderogabile per tutti gli Stati membri, capace di generare impatti positivi e sviluppo dell'intera economia nei paesi stessi.

### 3. Introduction

The structuring of the methodology is described below, elaborated following the operational protocol provided for in the reference rule UNI ISO 14064-1:2006, the rules to be adopted for the aggregation of elements that are defined along the way are then described until coming to the final results.

The methodology is completed with the description of the quality rules that allow to guarantee the correct management of the data defined this way and of the information that will later be supplied to the outside.

Further advantages that the methodology application can give are then described and lastly, the results achieved through the experimental application of the method on a project under construction are described.

### 4. Description of methodology

The methodology has been developed by taking the UNI ISO 14064-1:2006 rule as a reference; this provides for the application of criteria acknowledged by the scien-

tifica, che permettono di quantificare e rendicontare i GHG in modo affidabile e condiviso a livello internazionale.

L'applicazione di questa norma porta alla predisposizione di un "Inventario"<sup>(4)</sup> delle emissioni di GHG (e, con i medesimi criteri, delle riduzioni di GHG) attraverso il quale si potrà determinare l'impronta climatica di una infrastruttura ferroviaria, ossia sarà possibile calcolare la quantità di gas ad effetto serra prodotta a seguito della realizzazione della stessa; sulla base di questi dati sarà anche possibile ricavare indicazioni utili per la predisposizione di un sistema di monitoraggio delle emissioni di GHG (nonché delle rimozioni) ed, a seguire, di un sistema di rendicontazione delle stesse.

In prima istanza è stato definito il perimetro entro cui la metodologia trova la sua applicazione.

L'ambito di applicazione della metodologia, in particolare comprende: ciascuna delle singole fasi di progettazione, l'intera fase di realizzazione dell'infrastruttura (estrazione dei materiali da cava, produzione e controllo dei materiali, trasporti e lavorazioni sia in cantiere che presso altri stabilimenti di produzione di semilavorati), il collaudo e tutte le prove che rendono l'intero impianto pronto ad essere esercito (fig. 1).

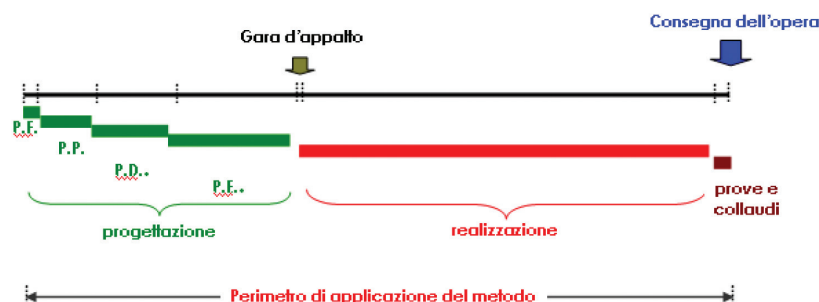


Fig. 1 – (Tender - Delivery of works - Planning - construction - tests and approvals - Method application perimeter).

In ossequio ai principi della Norma di riferimento, la metodologia è marcata dalle seguenti 5 fasi:

1. Individuazione delle sorgenti (e degli assorbitori) (p.to 4.3.2 della Norma UNI ISO 14001-1).
2. Criteri di quantificazione (p.to 4.3.3).
3. Individuazione dei dati (p.to 4.3.4).
4. Individuazione dei fattori di emissione (o di rimozione) di GHG (p.to 4.3.5).
5. Calcolo delle emissioni di GHG (e della loro rimozione) (p.to 4.3.6).

<sup>(4)</sup> "Inventario di GHG": è la raccolta dei dati relativi alle emissioni (o alle rimozioni) di GHG previste per lo specifico progetto.

tific community, that allow the measurement and reporting of GHG at an international level in a reliable and shared way.

The application of this rule leads to the prearrangement of an "Inventory"<sup>(4)</sup> of the GHG emissions (and, with the same criteria, of the GHG decrease) through which the climatic mark of a railway infrastructure can be defined, that is to say, the quantity of green house gas produced following the construction of the same can be calculated; based on this data, it will also be possible to retrieve useful indications for the prearrangement of a GHG emissions monitoring system (as well as clearing), followed by a reporting system of the same.

In the first instance, the perimeter within which the methodology finds its application has been defined.

In particular the methodology application area includes: each individual planning phase, the whole infrastructure construction phase (extraction of materials from quarries, production and control of materials, transport and processing both on the building site and on other semifinished products production plants), approval and all tests that allow the whole system to be ready for use (fig. 1).

In respect of the reference Rule principles, the methodology is marked in the following 5 phases:

1. Identification of the sources (and of the absorbers). (point 4.3.2 of UNI ISO 14001-1) Rule.
2. Measurement Criteria (point 4.3.3).
3. Identification of data (point 4.3.4).
4. Identification of emission factors (or clearing) of GHG (point 4.3.5).
5. Calculation of GHG emissions (and of their clearing) (point 4.3.6).

<sup>(4)</sup> "the GHG inventory": is the collection of data related to the emissions (or to clearings) of GHG forecasted for the specific project.

#### 4.1. Individuazione delle sorgenti (e degli assorbitori)

Con riferimento al complesso delle tipologie di gas che compongono la famiglia dei “gas ad effetto serra”, tenuto conto delle usuali lavorazioni che si eseguono nei cantieri edili, si è riscontrato che risultano di gran lunga preponderanti le sole emissioni di CO<sub>2</sub>; eventuali emissioni riferibili alle altre tipologie di gas serra provenienti dalle lavorazioni di cantiere, infatti, possono occasionalmente generarsi solo in conseguenza di malfunzionamenti o guasti di apparecchiature (es. saldatrici a gas, impianti di climatizzazione, ecc.). In presenza di una usuale, corretta manutenzione e gestione degli impianti di cantiere, le eventuali emissioni di gas diversi dalla CO<sub>2</sub> (gas frigogeni, metano, acetilene, ecc.) risultano di entità del tutto trascurabile e quindi non vengono prese in considerazione.

Il primo passo per la determinazione quantitativa delle emissioni (e delle rimozioni) di CO<sub>2</sub>, consiste nella identificazione delle “sorgenti” che producono emissioni (nonché degli “assorbitori” che neutralizzano le emissioni)<sup>(5)</sup> comprese nel perimetro di applicazione della metodologia.

A queste sorgenti ed a questi assorbitori (nel seguito le rimozioni e gli assorbitori sono sempre indicati tra parentesi) vengono associate le emissioni suddivise nella tabella 1.

Alle prime sei categorie, che classificano le emissioni secondo standard comuni, ne è stata aggiunta una settima a cui sono state associate le emissioni di CO<sub>2</sub> evitate, ossia quelle che per effetto di installazioni di impianti che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili, se previsti in progetto, non vengono nemmeno generate; in tal caso, la quantità di emissioni evitate corrisponde a quella che sarebbe stata prodotta da impianti equivalenti di tipo tradizionale (la cui scelta è stata scartata in fase di progetto) (fig. 2).

#### 4.1. Identification of the sources (and of the absorbers)

With reference to the complex of gas types that compose the “green house gas” family, considering the customary processing performed on building sites, it was found that the CO<sub>2</sub> emissions on their own are by far predominant; any possible emissions related to other green house gas types coming from building site processing can in fact be occasionally generated only following malfunctioning or equipment breakdown (e.g. gas welders, air-conditioning systems, etc.). With customary correct maintenance and management of the building site systems, any possible gas emissions different to CO<sub>2</sub> (cooling gases, methane, acetylene, etc.) appear to be unimportant and therefore not accounted for.

The first step towards the measurement determination of the emissions (or of clearings) of CO<sub>2</sub>, consists in the identification of the “sources” that produce emissions (as well as the “absorbers” that neutralise the emissions)<sup>(5)</sup> included in the methodology application perimeter.

Emissions divided into the following categories are associated to these sources and these absorbers (from here-on the clearings and the absorbers are always indicated in brackets in table 1).

A seventh category was added to the first six categories that classify emissions according to common standards to which avoided CO<sub>2</sub> emissions have been associated, that is those that consequent to the installation of systems that use energy produced by renewable sources, if provided for in the project, are not even generated; in such case, the quantity of emissions avoided corresponds to the one that would have been produced by equivalent systems of a tra-

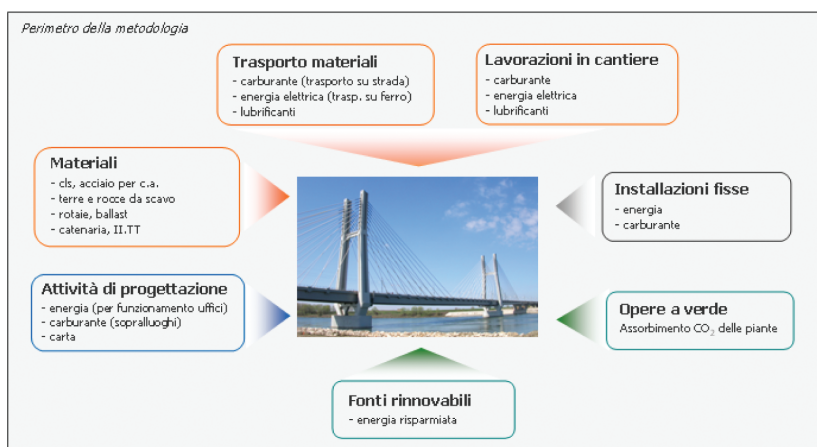


Fig. 2

<sup>(5)</sup> “Sorgente” (o “assorbitore”) di GHG: unità fisica” o il “processo” che rilascia (o rimuove) GHG in atmosfera.

<sup>(5)</sup> “Source” (or “absorber”) of GHG: physical unit” or the “process” that releases (or clears) GHG in the atmosphere.



TABELLA 1 - TABLE 1

Categorie di emissioni (e di rimozioni) <i>Emissions (and clearings) categories</i>		Sorgenti (e assorbitori) <i>Sources (and absorbers)</i>
cat. 1	Emissioni prodotte per lo sviluppo del progetto (sia negli uffici che per eseguire indagini e rilievi) <i>Emissions produced due to the development of the project (both in offices and in order to carry out researches and surveys)</i>	Attrezzature, impianti vari, uso di carta e di mezzi di trasporto, office automation <i>Equipment, various systems, paper consumption and use of transportation, office automation.</i>
cat. 2	Emissioni originate dall'impiego dei materiali da costruzione e dei prefabbricati <i>Emissions deriving from the use of building materials and precasts</i>	Macchinari e impianti utilizzati per la realizzazione dei materiali presso i siti di produzione (fabbrica, cava, ecc.) <i>Machinery and equipment used to for the construction of materials at the production sites (plant, quarry, etc.)</i>
cat. 3	Emissioni originate dal trasporto dei materiali, di cui alla cat. 2 <i>Emissions deriving from the transport of materials referred to in cat. 2</i>	Mezzi per il trasporto dei materiali dai siti produttivi fino al cantiere (autocarri, locomotori, ecc.) <i>Transport means for materials from the production sites up to the building site (trucks, locomotives, etc.)</i>
cat. 4	Emissioni originate dalle lavorazioni svolte in cantiere <i>Emissions deriving from processing at the building site</i>	Macchinari, impianti e mezzi d'opera utilizzati in cantiere per le lavorazioni e la costruzione della infrastruttura <i>Equipment, systems and work vehicles used at the building site for the processing and construction of the infrastructure</i>
cat. 5	Emissioni originate dalle installazioni e dalla gestione degli impianti di cantiere <i>Emissions deriving from installations and building site systems management</i>	Impianti fissi e installazioni mobili impiegate nei cantieri <i>Fixed systems and mobile installations used at the building sites</i>
cat. 6	Rimozioni per l'introduzione in progetto di opere a verde <i>Clearing for the introduction of green works in the project</i>	Nuovi filari o appezzamenti arboreo-arbustivi previsti negli interventi di riambientalizzazione e sistemazione a verde <i>New rows or arboreal-shrubs lots planned for in the environment and green arrangement interventions</i>
cat. 7	Emissioni evitate per l'uso di impianti ad energia rinnovabile <i>Emissions avoided following the use of renewable energy systems</i>	Impianti solari e/o Impianti eolici <i>Solar energy systems and/or Wind power plants</i>

#### 4.2. Criteri di quantificazione

In questa seconda fase della metodologia, in aderenza al dettato della norma UNI ISO 14064-1:2006 (p.to 4.3.3) ed al fine di minimizzare ragionevolmente l'incertezza della misura<sup>(6)</sup>, e favorire risultati accurati, coerenti e ri-

ditional type (not chosen during the planning phase) (fig. 2).

#### 4.2. Measurement criteria

In this second methodology phase, in accordance with the UNI ISO 14064-1:2006 (point 4.3.3) provision and with the aim of reasonably minimising the uncertainty of the measure<sup>(6)</sup> and of encouraging accurate, coherent and reproducible results, the use of the following calculation has been planned:

$$\text{CO}_2 \text{ EMISSIONS (REMOVALS)} = \text{quantity related to each emission (removals) source} \times \text{"Emission (removal) Factor"}$$

It is therefore necessary to determine the "emission sources" (or *clearing*) attributable to each source (or absorber) of CO<sub>2</sub>.

These sources are:

- electric energy used to operate equipment, systems and machinery necessary for the execution of operational activities;
- combustibles and lubricants necessary for transport means, production of materials and the performance of building site activities;
- energy (electric and/or thermal) necessary for the production cycle of building materials and of other products (project paper, etc.);
- (tree planting planned in the environment mitigation interventions).

The measurement criteria is completed with the identification of the "emission factors" ("clearing factors"); these factors indicate the quantities of CO<sub>2</sub> generated individually (or cleared) by the "emission sources" (by the absorbers) (e.g. CO<sub>2</sub> weight per building material unit weight, CO<sub>2</sub> weight for fuel volume, and so forth).

#### 4.3. Identification of the data

The third methodology application phase is the one that allows the identification of all the necessary data in order to determine the calculation of all emissions (clearings).

First of all, the data is deducible from the "Itemised Estimate" of the project (or from the *Itemised Estimate* of a typological work), that is from the document from which the cost of the work is determined. Each of the quantities

<sup>(6)</sup> L'incertezza caratterizza la dispersione dei valori misurati nell'intorno del dato che viene quantificato.

<sup>(6)</sup> Uncertainty characterises the dispersion of the measured values around the data that is being measured.

producibili, è previsto l'utilizzo del seguente calcolo:

EMISSIONI (RIMOZIONI) di CO <sub>2</sub>	=	quantità relativa a ciascuna "fonte di emissione" (rimozione)	X	"Fattore di emissione" (rimozione)
--	---	---	---	--

Diviene pertanto necessario determinare le "fonti di emissione" (o di *rimozione*) attribuibili a ciascuna sorgente (o assorbitore) di CO<sub>2</sub>.

Queste fonti sono:

- l'energia elettrica utilizzata per il funzionamento delle attrezzature, degli impianti e dei macchinari necessari per l'esecuzione delle attività operative;
- i combustibili e i lubrificanti necessari per i mezzi di trasporto, di produzione dei materiali e per lo svolgimento delle attività di cantiere;
- l'energia (elettrica e/o termica) necessaria per il ciclo produttivo dei materiali da costruzione e degli altri prodotti (carta per progetti, ecc.);
- (le piantumazioni previste negli interventi di mitigazione ambientale).

I criteri di quantificazione si completano poi con l'individuazione dei "fattori di emissione" ("fattori di rimozione"); questi fattori indicano le quantità di CO<sub>2</sub> generate singolarmente (o rimosse) dalle "fonti di emissione" (dagli assorbitori) (es. peso di CO<sub>2</sub> per unità di peso di materiale da costruzione, peso di CO<sub>2</sub> per volume di carburante, e così via).

### 4.3. Individuazione dei dati

La terza fase di applicazione della metodologia è quella che consente l'individuazione di tutti i dati necessari per determinare il calcolo di tutte le emissioni (rimozioni).

In primo luogo, i dati sono quelli desumibili dal "Computo Metrico" di progetto (o dal *Computo Metrico* di un'opera tipologica), ossia dal documento attraverso il quale si determina il costo dell'opera. Ciascuna delle quantità corrispondenti alle voci di tariffa desunte dai Computi Metrici permette la quantificazione delle fonti di emissione (e rimozione) attribuibili a ciascuna sorgente (o assorbitore) di CO<sub>2</sub>.

I dati relativi ad altre attività che producono emissioni, invece, sono rilevati utilizzando fonti riconosciute a livello internazionale e/o da analisi dirette che derivano dall'esperienza maturata in moltissimi anni di attività della Società.

Giunti a questo punto, tutti i dati risultano raggruppati secondo la classificazione proposta al precedente par. 4.1, ossia nelle seguenti sette categorie di emissioni (rimozioni) di CO<sub>2</sub>:

- *emissioni prodotte per lo sviluppo del progetto* (cat. 1): calcolate sulla base di dati storici relativi ai consumi

corrispondenti ai dati dedotti dalle stime delle emissioni (e rimozioni) attribuibili a ciascuna sorgente (o assorbitore) di CO<sub>2</sub>.

On the other hand, the data related to other activities that produce emissions, are surveyed by using sources recognised at an international level and/or from direct analyses that derive from the experience gained throughout many years of the Company's activities.

At this point, all the data is grouped according to the classification proposed in the previous paragraph 4.1, that is in the following seven emission (clearing) categories of CO<sub>2</sub>:

- *emissions produced for the development of the project* (cat. 1): these are calculated based on historical data related to average consumption of electric power in order to operate the offices where staff is involved in project activities, of fuel (used for transport means for on field surveys), of paper (for prints, copies, etc.);
- *emissions generated by the production of materials* (cat. 2): in order to have undifferentiated data in terms of measurement unit, "specific weight" values, "volume unit weight" or other have been identified, determined by official sources or those recognised by scientific communities such as universities, public entities, etc.;
- *emissions deriving from transport of materials* (cat. 3): in order to determine the quantity of fuel required for the transport of the materials, average distances between the production site and the building site have been estimated, with reference to the location of the main production sites (cement factories, steel mills, etc.);
- *emissions generated by processing at the building site* (cat. 4): in order to determine the energy consumption necessary for the operation of machinery and equipment foreseen for the construction of the work, reference was made to the consumption data indicated in the instructions manuals and maintenance of the machinery itself and to the experience gained by the Company. In particular, given the power delivered by each machinery used for this activity, starting from the operation time incidence of the machinery used to execute each processing, the diesel/lubricant or electric power consumption was calculated;
- *emissions deriving from installations and building site management* (cat. 5): starting from the data acquired following the management of building site base camps for many years, the average electric energy powers installed and the average working staff consistency for each working year were assessed. Therefore, given the number of years forecasted for the construction of the work, the electric energy consumption in such period can be estimated;
- *(clearing due to the introduction of green works)* (cat. 6): these are calculated by taking typological projects



medi di energia elettrica per il funzionamento degli uffici ove opera il personale impegnato nelle attività di progetto, di carburante (utilizzato dai mezzi per i sopralluoghi in campo), di carta (per stampe, copie, ecc.);

- *emissioni generate dalla produzione dei materiali* (cat. 2): per avere dati uniformi in termini di unità di misura, sono stati individuati valori di “peso specifico”, di “peso per unità di volume” od altro, determinati da fonti ufficiali o riconosciute dalle comunità scientifiche quali università, enti pubblici, ecc.;
- *emissioni originate dal trasporto dei materiali* (cat. 3): per determinare le quantità di carburante richiesto per il trasporto dei materiali, sono state ipotizzate delle distanze medie tra luogo di produzione e cantiere, con riferimento alla ubicazione dei principali siti produttivi (cementifici, acciaierie, ecc.);
- *emissioni generate dalle lavorazioni eseguite in cantiere* (cat. 4): per determinare i consumi energetici necessari al funzionamento dei macchinari e dalle attrezzature previste per la realizzazione dell'opera, si è fatto riferimento ai dati sui consumi indicati nei manuali d'uso e manutenzione delle stesse macchine e all'esperienza maturata dalla Società. In particolare, partendo dall'incidenza oraria di funzionamento dei macchinari impiegati per eseguire ciascuna delle lavorazioni, note le potenze erogate da ciascun macchinario impiegato per questa attività, sono stati calcolati i consumi di gasolio/lubrificanti o di energia elettrica;
- *emissioni originate dalle installazioni e dalla gestione del cantiere* (cat. 5): partendo dai dati acquisiti dalla gestione per diversi anni di campi base di cantiere, sono state valutate le potenze di energia elettrica mediamente installate e la consistenza media del personale che vi opera per ciascun anno di lavoro. Per cui, noto il numero di anni previsti per la realizzazione dell'opera, è possibile stimare l'energia elettrica che verrà consumata in tale periodo;
- *(rimozioni per l'introduzione di opere a verde)* (cat. 6): si calcolano prendendo a riferimento dei progetti tipologici utilizzati dalla Società per la realizzazione di interventi di mitigazione realizzati mediante la posa di opere a verde;
- *emissioni evitate per l'uso di impianti ad energia rinnovabile* (cat. 7): il calcolo tiene conto dell'energia prodotta da impianti equivalenti di tipo tradizionale la cui scelta è stata scartata a favore di impianti che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili.

#### 4.4. Individuazione dei fattori di emissione (o di rimozione)

In questa ulteriore fase è prevista l'individuazione dei “fattori di emissione” (“fattori di rimozione”).

Tali fattori, desunti da fonti ufficiali, presentano le seguenti caratteristiche:

used by the Company for the construction of mitigation interventions by means of green works as a reference;

- *emissions avoided by using renewable energy systems* (cat. 7): the calculation takes into account the energy produced by equivalent traditional type systems not chosen to the advantage of systems that use energy produced by renewable sources.

#### 4.4. Identification of the emission factors (or clearing)

In this additional phase the identification of the “emission factors” (“clearing factors”) is planned.

These factors, deduced from official sources, have the following characteristics:

They are *appropriate* to the emission (clearing) source, that is to say more relevant to the emission factor and representing better the source being examined (e.g.: those with characteristics more pertinent to the type of concrete used have been selected from the different types of concrete indicated in the University of Bath's database);

They are *valid* in the moment they are measured; that is to say that the choice of the emission factors has been made based on the updated bibliographical data. Each year the scientific community updates publications so as to consider the development of production technologies and of the energy production scenarios.

As an illustration, a graph (fig. 3) is proposed highlighting the emission Factors of mostly used building materials<sup>(7)</sup>.

It can be observed how the unitary emission of CO<sub>2</sub> (per ton of material) for the production of steel and of concrete is by far greater than that emitted unitarily for the production of other main construction materials.

This clearly brings out the importance both of the more balanced sizing of the structures that compose the work and the most appropriate typological solutions that the project manager has the duty of identifying.

Basically, all materials used (particularly steel and concrete) will have to be used with a strict necessary quality and quantity in order to satisfy their specific use according to the defined performance requirements.

This will imply, once all performance requirements that the work will have to guarantee have been met, a lower emission level, lower energy consumption and consequently moderate production costs.

<sup>(7)</sup> Data validated by the Experimental Institute of Ferrovie dello Stato or extracted from different sources such as: University of Bath (“Inventory of Carbon & Energy”), “World Steel Association” (“Sustainability Report of the world steel industry”) National Committee for the management and implementation of EC Directive 2003/87/EC (“Decision to assign shares of CO<sub>2</sub> for the 2008-2012 period”).

- sono *appropriati* alla fonte di emissione (rimozione), ossia viene individuato il fattore di emissione maggiormente attinente e rappresentativo della fonte in esame (es.: sono state selezionate, dalle diverse tipologie di calcestruzzo indicate nella banca dati fornita dell'Università di Bath, quelle con caratteristiche maggiormente attinenti al tipo di calcestruzzo utilizzato);
- sono *validi* al momento della quantificazione; ossia la scelta del fattore di emissione è stata effettuata in base a dati bibliografici aggiornati. Ogni anno, la comunità scientifica provvede all'aggiornamento delle pubblicazioni in modo da tener conto dell'evolversi delle tecnologie produttive e degli scenari di produzione dell'energia.

A titolo di esempio, si propone un grafico (fig. 3) che pone in evidenza i fattori di emissione dei materiali maggiormente utilizzati nelle costruzioni<sup>(7)</sup>.

Si osserva come la CO<sub>2</sub> emessa unitariamente (per tonnellata di materiale) per la produzione dell'acciaio e del cemento è di gran lunga maggiore di quella emessa unitariamente per la produzione degli altri principali materiali da costruzione.

Da ciò emerge con chiarezza l'importanza sia del più equilibrato dimensionamento delle strutture che compongono l'opera, che delle più appropriate soluzioni tipologiche che il progettista ha il compito di individuare.

In pratica, per il conseguimento di più efficaci risultati in termini di emissioni, tutti i materiali impiegati (acciaio e cemento in modo particolare) dovranno essere utilizzati nella qualità e nella quantità strettamente necessaria a soddisfare l'esigenza del loro specifico impiego in base a quanto definito dai requisiti prestazionali.

Ciò comporterà, soddisfatti tutti i requisiti prestazionali che l'opera dovrà assicurare, un più basso livello di emissioni, un minor consumo di energia e, conseguentemente, costi di realizzazione più contenuti.

#### 4.5. Calcolo delle emissioni di GHG (e della loro rimozione)

La metodologia si completa infine attraverso il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> (e della loro rimozione) utilizzando la somma algebrica dei singoli contributi relativi sia alle lavorazioni elencate nelle voci di tariffa che compongono

<sup>(7)</sup> Dati validati dall'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato o tratti da fonti diverse quali: Università di Bath ("Inventory of Carbon & Energy"), "Worldsteel Association" ("Sustainability Report of the world steel industry") Comitato Nazionale di gestione e attuazione della Direttiva 2003/87/CE ("Decisione di assegnazione delle quote di CO<sub>2</sub> per il periodo 2008-2012").

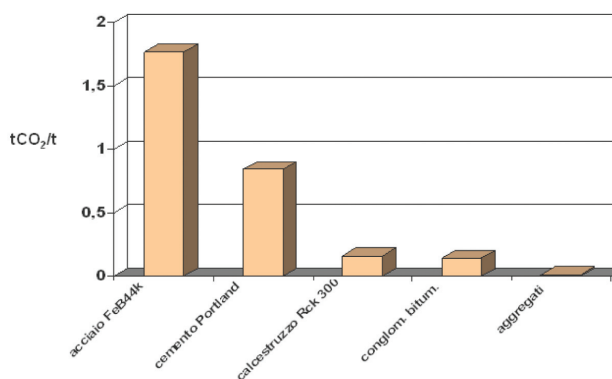


Fig. 3 - Fattori di emissione dei principali materiali in uso nelle costruzioni. Emission factors of the main building materials used for construction.

#### 4.5. GHG emissions calculation (and their clearing)

Lastly, the methodology is completed through the calculation of the CO<sub>2</sub> emissions (and their clearing) by using the algebra sum of the individual contributions related both to the processing listed in the itemised rates that compose the Itemised Estimate and the remaining items related to other activities that generate emissions; to this end the following algorithm is applied:

$$\sum_{i=1}^n Q_i * FE_i$$

where:

i : methodology application perimeter;

Q<sub>i</sub> : quantity of energy or material attributed to the specific emission source (or clearing) (kWh of electric power, tons of steel, sq.m of surface dedicated to tree planting, etc.);

FE<sub>i</sub> : emission factor (or clearing) associated with the specific emission source (or clearing) (e.g. tons of CO<sub>2</sub> per ton of material, tons of CO<sub>2</sub> per liter of fuel, etc.).

In cases where the planning levels do not contemplate the "Itemised Estimate" (as in the case of Feasibility Studies and Preliminary Projects), the methodology, as an alternative, makes use of a criterion based on the adoption of "Standard Sections" specifications for which the unitary emission has been preventively individually calculated.

These typological sections are "average" transversal sections taken by the project designer as reference and are related to entire parts of infrastructure with a unitary development (e.g. Railway embankment with a single track and a height equal to 2m, tubular viaduct with 25m spans, double track tunnel, three span railway viaduct, double track cutting 3m deep, and so on).

In these cases, the calculation process consists in defining a number "n" of "Standard Sections", sufficient

il Computo Metrico, sia alle restanti voci relative ad altre attività che generano emissioni; allo scopo si applica il seguente algoritmo:

$$\sum_{i=1}^n Q_i * FE_i$$

dove:

$i$  : perimetro di applicazione della metodologia;

$Q_i$  : quantità di energia o materiale attribuita alla specifica fonte di emissione (o rimozione) (*kWh di energia elettrica, t di acciaio, m<sup>2</sup> di superficie dedicata a piantumazioni, ecc.*);

$FE_i$  : fattore di emissione (o rimozione) associato alla specifica fonte di emissione (o rimozione) (*es. tCO<sub>2</sub> per t di materiale, tCO<sub>2</sub> per l di carburante, ecc.*).

Nei casi in cui i livelli di progettazione non contemplano l'elaborazione del "Computo Metrico" (caso degli Studi di Fattibilità e dei Progetti Preliminari), la metodologia, in alternativa, si avvale di un criterio basato sull'adozione di specifiche "Sezioni Tipo" per ciascuna delle quali, sulla base di computi metrici, è stata preventivamente calcolata l'emissione unitaria.

Queste sezioni tipologiche sono sezioni trasversali "medie" prese dal progettista a riferimento e sono relative a intere parti d'infrastruttura a sviluppo unitario (*es. rilevato ferroviario a singolo binario di altezza pari a 2m, viadotto a cassone con luci da 25m, galleria a doppio binario, cavalcavia a tre luci, trincea a doppio binario profonda 3m, e così via*).

In questi casi il processo di calcolo consiste nel definire un numero "n" di "Sezioni Tipo", sufficienti ad identificare le varie tipologie di opere che il progettista seleziona allo scopo di esaurire la realizzazione dell'intero tracciato ferroviario e delle opere accessorie; la somma delle emissioni associate a tutte le "Sezioni Tipo" così individuate, in rapporto alla loro specifica estensione, fornisce la quantità delle emissioni generate dall'infrastruttura ferroviaria; i dati così elaborati, vengono poi raccolti in uno specifico database.

In maniera del tutto analoga si procede per il calcolo delle rimozioni.

In definitiva, quindi, il valore delle emissioni totali di GHG così determinato (associato al valore delle rimozioni), rappresenta a tutti gli effetti, *la misura dell'impronta climatica lasciata sul territorio dall'infrastruttura ferroviaria realizzata* ("Carbon footprint").

In futuro, entrata a regime la metodologia, tutti i progetti elaborati da Italferr, nella maschera di ciascun elaborato, riporteranno anche il logo rappresentato in fig. 4 con l'indicazione della quantità totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> che andranno a generarsi a seguito della realizzazione dell'opera.

E' bene precisare, infine, che i dati quantitativi della CO<sub>2</sub> così determinati sono affetti da un margine di "accu-

to identify the different work typologies that the project designer selects with the aim of exhausting the construction of the whole railway layout and accessory works; the sum of the emissions associated with all the "Standard Sections" identified this way, in relation to the specific extension, supplies the quantity of emissions generated by the railway infrastructure; the data elaborated this way, is collected in a specific database.

The calculation of clearings is then carried out in an equivalent way.

Therefore, to sum up, the value of the total GHG emissions determined this way (associated with the value of the clearing), represents to all effects, *the measurement of the climatic mark left on the territory by the railway infrastructure built* ("Carbon footprint").

In the future, once the methodology is fully operational, all the projects drawn up by Italferr, will also report the logo represented in fig. 4 in each document mask, with the indication of the total quantity of CO<sub>2</sub> emissions that will be generated following the construction of the work.

Lastly, it is worth pointing out that the measurement data of CO<sub>2</sub> determined this way are affected by an "accuracy" margin whose value is linked to the definition level of the measured project.

These margins, that represent the gap of the CO<sub>2</sub> value calculated with respect to that which will actually be produced with the construction of the work, are the same margins considered as congruent by RFI in the economic increase in value process of each of the phases of the projects (SF, PP, PD, PE).

By way of example, the calculation of the emissions on a final project has an accuracy margin equal to  $\pm 15\%$ , for working drawings the margin is equal to  $\pm 5\%$ .

The final methodology applied on the building project (or on the as built) determines the size of the CO<sub>2</sub> emissions affected by accuracy margins of little importance.



Fig. 4

ratezza" il cui valore è legato al livello di definizione del progetto misurato.

Questi margini, che rappresentano lo scostamento del valore della CO<sub>2</sub> calcolata rispetto a quella che realmente andrà a prodursi con la realizzazione dell'opera, sono i medesimi margini già ritenuti congrui da RFI nel processo di valorizzazione economica di ciascuna delle fasi dei progetti (SF, PP, PD, PE).

A titolo di esempio, il calcolo delle emissioni su un progetto definitivo è affetto da un margine di accuratezza pari a  $\pm 15\%$ , per un progetto esecutivo il margine è pari a  $\pm 5\%$ .

La metodologia applicata a consuntivo sul progetto costruttivo (o sull'as built) determina una misura delle emissioni di CO<sub>2</sub> affetta da margini di accuratezza del tutto trascurabili.

### 5. L'inventario e la rendicontazione delle emissioni (e delle rimozioni) della CO<sub>2</sub>

Terminato il calcolo delle emissioni (e delle rimozioni), si passa ad elaborare l'Inventario della CO<sub>2</sub>, che rappresenta la raccolta organizzata dei dati relativi alle sorgenti (assorbitori) di CO<sub>2</sub> e delle relative emissioni (rimozioni). Questo inventario svolge la funzione di "cruscotto di dati" che tiene sotto controllo le emissioni (rimozioni) della CO<sub>2</sub> prodotte dalla infrastruttura oggetto di valutazione.

Al fine di rispondere alle possibili esigenze di più "utilizzatori" (comunità locali, regioni, società del Gruppo FS, altro), l'Inventario può essere predisposto in modi diversi e può essere articolato:

1. *dando priorità alle categorie di sorgenti (o di assorbitori)*: ossia le emissioni originate dallo sviluppo del progetto, o dalla produzione dei materiali, dal trasporto, dalle lavorazioni, dalle installazioni di cantiere; la rimozione originata dalle opere a verde; la CO<sub>2</sub> evitata da fonti di energia rinnovabile;
2. *dando priorità al luogo di produzione delle emissioni (o delle rimozioni)*: ossia separando le emissioni (le rimozioni) prodotte dalle lavorazioni svolte presso il cantiere di costruzione dell'opera rispetto a quelle prodotte in luoghi diversi (negli stabilimenti, nelle cave, nelle cementerie, altro);
3. *distinguendo le emissioni dovute ai trasporti dei materiali*, da quelle dovute alla produzione degli stessi o da quelle dovute alle lavorazioni;
4. altro.

In una sezione separata dell'Inventario, potrà anche essere indicato, ove previsto dal progetto, il beneficio in termini di CO<sub>2</sub> evitata per la realizzazione di impianti che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili. Terminata questa fase, non rimane che attuare il processo di "rendicontazione" dei GHG (la comunicazione); lo scopo è

### 5. Inventory and reporting of emissions (and of clearings) of CO<sub>2</sub>

Once the calculation of emissions has been completed (and of clearings), then the CO<sub>2</sub> Inventory is elaborated, that represents an organised collection of data related to the sources (absorbers) of CO<sub>2</sub> and related emissions (clearings). This inventory has a "data panel" function that keeps under control CO<sub>2</sub> emissions (clearings) produced by the infrastructure being assessed.

In order to meet any possible needs of more "users" (local associations, regions, companies belonging to the FS Group, other), the Inventory can be organised in different ways and may be articulated:

1. *giving priority to the sources categories (or absorbers)*: or rather, the emissions deriving from the project development, or from the production of materials, from transport, from processing, from building site installations; clearings deriving from green works; CO<sub>2</sub> avoided by renewable energy sources;
2. *giving priority to the production location of the emissions (or of clearings)*: or rather, separating emissions (clearings) produced by processings performed at the building site with respect to those produced in different locations (in plants, in quarries, in cement factories, other);
3. *distinguishing emissions due to transport of materials*, from those deriving from the production of the same or due to manufacturing;
4. other.

In a separate section of the Inventory, the benefit in terms of CO<sub>2</sub> avoided for the construction of systems that use energy produced by renewable sources, may be indicated where provided for in the project. At the end of this phase, there is nothing else to do but implement the GHG "reporting" process (the communication); the aim is to set up active, clear and coherent communication with the public, social parties, authorities and organisations concerning the real impact that the infrastructure can have on the territory. This reporting is done through the elaboration of a "*Highlight report on CO<sub>2</sub> emissions (clearing)*" prepared as provided for in the reference rule, that will be available to the stakeholders.

### 6. The management system applied to the methodology

Once the description of the methodology has been completed, the management systems needs to be defined, in compliance with the ISO 14064-1 requirements, that guarantees a correct use of the data, the information and the recordings, during the calculation of the emissions, so as to guarantee reliability and reproducibility, in the course of time.

This rule foresees the application of a Management

quello di instaurare una comunicazione attiva, chiara e coerente con il pubblico, le parti sociali, le autorità e le organizzazioni sul reale impatto che l'infrastruttura potrà avere sul territorio. Questa rendicontazione viene realizzata attraverso l'elaborazione di un "*Rapporto di sintesi sulla emissione (rimozione) della CO<sub>2</sub>*" predisposto così come prevede la norma di riferimento, che sarà messo a disposizione degli stakeholders.

### 6. Il sistema di gestione applicato alla metodologia

Completata la descrizione della metodologia, resta da definire il sistema di gestione, conforme ai requisiti della ISO 14064-1, che assicuri, nello svolgimento del calcolo delle emissioni, un corretto utilizzo dei dati, delle informazioni e delle registrazioni in modo da garantire l'affidabilità e riproducibilità, nel tempo. Questa norma prevede l'applicazione di un Sistema di Gestione simile a quello previsto dal sistema di gestione ambientale che si rifà alla norma UNI EN ISO 14001. In particolare, i principali temi da affrontare organicamente sono quelli relativi: alla richiesta di procedure legate ad aspetti di natura organizzativa, all'identificazione del campo di applicazione, all'individuazione degli aspetti ambientali, a quelli legati alla competenza del personale, alla gestione delle registrazioni, al controllo dei documenti, alle verifiche ispettive e, per finire, al riesame della Direzione dell'azienda.

### 7. Ulteriori vantaggi derivanti dall'applicazione della metodologia

La metodologia così sviluppata, pone le basi per poter creare progetti e programmi che consentono significative riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub>, quando troverà sistematica applicazione sui progetti, permetterà di:

- analizzare/selezionare le possibili soluzioni tecniche alternative rispetto a quelle inizialmente individuate;
- contribuire, in presenza di più ipotesi di tracciato, alla individuazione della soluzione meno impattante sotto il profilo delle emissioni;
- valutare l'eventuale impiego, a parità di prestazioni rese, di soluzioni tecniche e/o materiali più ecocompatibili: uso di materiali nelle quantità strettamente necessarie a fornire le prestazioni (funzionali e strutturali) previste nelle specifiche progettuali;
- definire azioni utili a rimuovere parte delle emissioni attraverso piantumazioni o altri sistemi;
- adottare prescrizioni contrattuali per l'esecuzione delle opere e in quelle di cantierizzazione finalizzate a ridurre i consumi energetici e/o gli impatti ambientali (modalità di trasporto, uso di particolari tecnologie produttive, altro);
- valutare l'opportunità, nel quadro delle opere che com-

System similar to that provided for by the environmental management system that refers to the UNI EN ISO 14001 rule. In particular, the main topics to face in an organic way are those related to: the request for procedures related to organisational aspects, to the identification of the application field, to the identification of the environmental aspects, to those related to staff competencies, to the management of recordings, to the control of documents, to audits and lastly, to the re-examination of the company Management.

### 7. Further advantages deriving from the application of the methodology

The methodology developed this way, sets the basis in order to create projects and programmes that allow significant CO<sub>2</sub> emissions reductions, once it is applied to projects systematically, it will allow to:

- analyse/select alternate possible technical solutions compared to those identified in the beginning;
- contribute, in case of more layout hypothesis, in the identification of the solution with a minor impact from the emissions point of view;
- assess the possible use of technical and/or material solutions that are more eco-friendly, with equal performances: use of materials in strictly necessary quantities so as to have the performances (functional and structural) provided for in the project specifications;
- define useful actions to remove part of the emissions through tree planting or other systems;
- adopt contractual regulations for the execution of the works and the site ones aiming at the reduction of energy consumption and/or environmental impacts (transportation mode, use of particular production technologies, other);
- assess the opportunity of making use of systems that use alternative energy sources (solar, Aeolian, other);
- integrate traditional environment impact assessments.

### 8. Experimental methodology application

Before being disclosed, the methodology was applied to the Final Project of the railway route "Bari S. Andrea-Bitetto" that falls within the doubling of the Bari -Taranto railway line project (fig. 5).

The line's characteristics are shown in prospect 1:

The analyses and calculations performed applying the described methodology allowed to determine the climatic mark of the project under examination (fig. 6) that is equal to 235.000 tons of CO<sub>2</sub> emitted.

The summary of the data divided by emission categories is reported in table 2 (as defined in the previous point 4.1).



pongono l'infrastruttura, di avvalersi di impianti che utilizzino fonti energetiche alternative (solare, eolico, altro);

- integrare le tradizionali valutazioni di impatto ambientale.

## 8. Applicazione sperimentale della metodologia

La metodologia, prima ancora di essere divulgata, è stata applicata sul Progetto Definitivo della tratta ferroviaria "Bari S. Andrea-Bitetto" che rientra nel progetto di raddoppio della linea Bari-Taranto (fig. 5).

Le caratteristiche della linea sono riportate nel prospetto 1.

Le analisi e i calcoli eseguiti applicando la metodolo-

The analysis highlights how most of the emissions produced by the construction of the work are ascribable to the production of materials (equal to 81% of the total emissions).

The emissions deriving from building site working activities and from the transport of materials are lower compared to the previous ones: the processings have an incidence equal to 13%, transport contributes only with 5% of total emissions.

As illustrated in fig. 7, the emissions deriving from fixed building site installations are even more limited (equal to approximately 1%) and from the project development activities (equal to 0.02%).

The clearings deriving from the plantation of new arboreal trees and/or shrubs provided for in the project, besides mitigating the impacts due to the introduction of railway works in the environment context, produce a partial compensation of the emissions produced (equal to 2,4 tons of CO<sub>2</sub>/year, as indicated in table 2).

To be precise, the project has planned for the plant out of deciduous or calyx leaf trees, of a covering shrub type and covering of railway escarpments with a layer of plants. For the calculation of clearings, data from the research carried out by the Centro Servizi per il Florovivaismo in Canneto sull'Oglio and by IBIMET (*Institute of Biometeorology of the CNR in Bologna*), was used, research aimed at studying the benefits of plants in the mitigation of the urban microclimate. The project did not foresee installation of systems that use energy produced by renewable sources.

Analysing the Inventory of CO<sub>2</sub> emissions (the sum of contributions due to the production of materials, to transport and to processing), the allocation indicated in table 3 is obtained that highlights how most of the emissions (equal to approximately 84% of the total amount) is associated to production, to transport and to concrete (38.3%), steel (23.7%) and bituminous conglomerates (21.1%) processings.

Lastly, taking into account the CO<sub>2</sub> emissions related just to the building site processings category (fig. 8), it appears that those due to excavations prevail compared to other activities: these emissions constitute approximately 60% of the category total.

In this circumstance, this data is

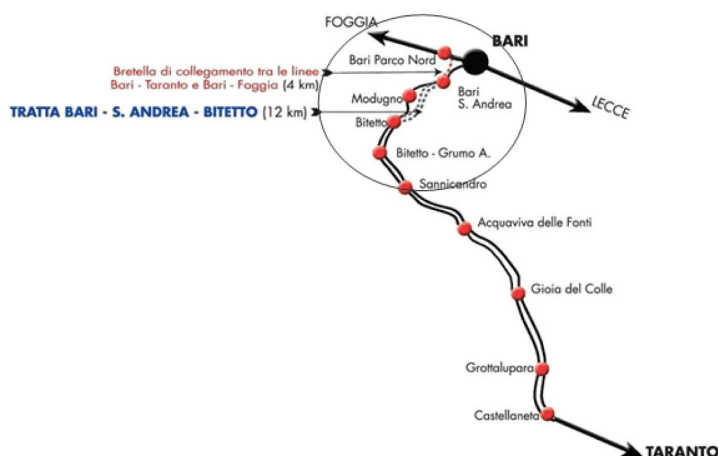


Fig. 5

PROSPETTO 1 - PROSPECT 1

Lunghezza della tratta	10.4 km
Route length	10.4 km
Pendenza max	12%
Maximum gradient	12%
Lunghezza trincee	5865 m (56% della tratta)
Length of cuttings	5865 m (56% of the route)
Lunghezza rilevati	1926 m (18% della tratta)
Length of embankments	1926 m (18% of the route)
Lunghezza viadotti	320 m
Length of viaducts	320 m
Lunghezza gallerie artificiali	1900 m (18% della tratta)
Length of artificial Tunnels	1900 m (18% of the route)
Interferenze stradali	14 di cui 4 con strade di grande comunicazione
Road interferences	14 of which 4 with freeways
Fermate	Villaggio Lavoratori; Modugno
Stops	Workers' Village; Modugno



gia descritta, hanno consentito la determinazione dell'impronta climatica del progetto in esame (fig. 6) che risulta essere pari a 235.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> emessa.

La tabella 2 riporta la sintesi dei dati suddivisi per categorie di emissioni (come definite al precedente punto 4.1).

L'analisi evidenzia come gran parte delle emissioni prodotte dalla realizzazione dell'opera sono riconducibili alla produzione dei materiali (pari all'81% delle emissioni totali).

Le emissioni originate dalle attività lavorative di cantiere e dai trasporti dei materiali sono di entità molto inferiore rispetto alle precedenti: le lavorazioni incidono per il 13%, i trasporti contribuiscono solamente per il 5% delle emissioni totali.

Come rappresentato in fig. 7, ancor più limitate sono le emissioni originate dalle installazioni fisse di cantiere (pari a circa l'1%) e dalle attività per lo sviluppo del progetto (pari allo 0.02%).

Le rimozioni originate dalle piantumazioni di nuove essenze arboree e/o arbustive previste in progetto, oltre a mitigare gli impatti per l'insediamento delle opere ferroviarie nel contesto ambientale, producono una parziale compensazione delle emissioni prodotte (pari a 2,4 tCO<sub>2</sub>/anno, come indicato in tabella 2). Il progetto, nello specifico, ha previsto la messa a dimora di alberi a foglia caduca o persistente, di specie arbustive tappezzanti e di rivestimenti di scarpate ferroviarie realizzati mediante uno strato di terreno vegetale. Per il calcolo delle rimozioni sono stati utilizzati dati provenienti dalla ricerca svolta dal Centro Servizi per il Florovivaismo di Canneto sull'Oglio e dall'IBIMET (Istituto di Biometeorologia del CNR di Bologna), ricerca volta a studiare i benefici delle piante nella mitigazione del microclima urbano. Il progetto non ha previsto installazioni di impianti che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili.

Analizzando l'Inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> (somma dei contributi dovuti alla produzione dei materiali, al trasporto ed alle lavorazioni), si ottiene la ripartizione indicata in tabella 3 che evidenzia come la gran parte delle emissioni (pari a circa l'84% del totale) è associata alla produzione, al trasporto e alle lavorazioni del calcestruzzo (38.3 %), dell'acciaio (23.7 %) e del conglomerato bituminoso (21,1 %).

Infine, considerando le emissioni di CO<sub>2</sub> relative alla sola categoria delle lavorazioni di cantiere (fig. 8), emerge che quelle dovute agli scavi prevalgono rispetto alle altre attività: queste emissioni costituiscono circa il 60% di quelle totali della categoria.



Fig. 6

TABELLA 2 – TABLE 2

RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> (RIMOZIONI)  
PER "CATEGORIE"  
ALLOCATION OF CO<sub>2</sub> EMISSIONS (CLEARINGS)  
BY "CATEGORIES"

Cat. n.	Emissioni - Emissions	tCO <sub>2</sub>	%
1	Originate dalle attività per lo sviluppo del progetto <i>Originating from activities for the development of the project</i>	57	0.02
2	Originate dalla produzione dei materiali da costruzione <i>Originating from the production of building materials</i>	190.280	81
3	Originate dal trasporto dei materiali <i>Originating from transport of materials</i>	12.010	5.11
4	Originate dalle attività operative svolte in cantiere <i>Originating from operational activities performed at the building site</i>	30.762	13.04
5	Originate dalle installazioni e dalla gestione di cantiere <i>Originating from installations and building site management</i>	1.815	0.83
Totale - Total		234.924	
Cat. n.	Rimozioni - Clearings	tCO <sub>2</sub> /anno	
6	Originate dalle opere a verde <i>Originating from green works</i>	2.4	
Cat. n.	Emissioni evitate - Avoided emissions	tCO <sub>2</sub> /anno	
7	Per installazioni di impianti che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili <i>For the installation of systems that use energy produced by renewable sources</i>	0	

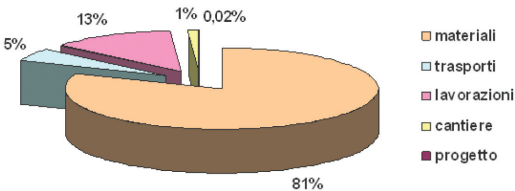


Fig. 7 - Emissioni CO<sub>2</sub> suddivise per "categorie". CO<sub>2</sub> Emissions divided by "categories".

Nella circostanza, questo dato è confortato dal fatto che la linea si sviluppa in larga parte in trincea (56% dell'intero tracciato).

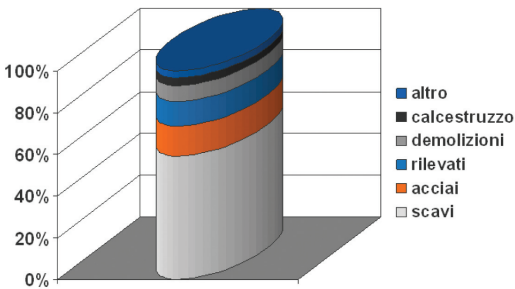


Fig. 8 - Grafico delle emissioni originate dalle sole lavorazioni. Graphic of the emissions deriving from processings only.

## 9. Conclusioni

Italferr ha avviato le attività per la certificazione di conformità della metodologia sulla base dei requisiti della norma UNI ISO 14064-1:2006. Sarà così possibile disporre di un processo di quantificazione e di rendicontazione attestato da un Organismo di certificazione riconosciuto a livello internazionale.

L'attuale perimetro della metodologia per la valutazione dell'impronta climatica circoscrive le fasi di progettazione e di realizzazione dell'Infrastruttura ferroviaria; per poter valutare l'impronta climatica dell'intero ciclo di vita dell'opera (fig. 9) restano da calcolare le emissioni prodotte:

- dai processi di manutenzione dell'infrastruttura;
- dall'esercizio della linea ferroviaria in esame;
- dalla dismissione dell'opera.

Questo nuovo, ambizioso obiettivo potrà essere raggiunto facendo convergere sinergicamente i contributi che il gestore dell'infrastruttura ed il gestore del trasporto ferroviario potranno in seguito fornire.

L'iniziativa volontaria di Italferr, prima in Italia nel settore dell'Ingegneria e tra le prime al mondo, vuole anche

TABELLA 3 – TABLE 3

### RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> ALLOCATION OF CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Materiali/Trasporti/Lavorazioni Materials/Transport/Processing	Tot. CO <sub>2</sub> (t)	%
Calcestruzzi Concrete	89.953	38.3
Acciai (per strutture in c.a. e per le rotaie) Steel (for concrete structures in reinforced concrete and for tracks)	55.615	23.7
Conglomerati bituminosi Bituminous aggregates	49.633	21.1
Scavi Excavations	23.520	10
Rilevati Embankments	6.222	2.6
Demolizioni Demolitions	5.535	2.3
Pietrisco per ballast Crushed aggregates for ballast	1.693	0.7
Casseforme Formworks	669	0.3
Rame per trazione elettrica e cavi in genere Copper for electric traction and cables in general	120	0.1
Posa binario Track laying	96	0.1
Altro Other	1868	0.8
<b>Totale - Total</b>	<b>234.924</b>	

comforted by the fact that the line develops mostly in the viaducts (56% of the whole layout).

## 9. Conclusions

Italferr has started activities for the compliance certification of the methodology based on the requirements of UNI ISO 14064-1:2006 regulation. It will therefore be possible to have a measurement and reporting process at disposal attested by a certification Organisation recognised at an international level.

The current methodology perimeter for the assessment of the climatic mark limits the planning and the construction phases of the railway Infrastructure; in order to be able to assess the climatic mark of the whole life cycle of the work (fig.9) calculation is needed for the emissions produced:

- by infrastructure maintenance processes;
- by the operation of the railway line under examination;
- by closing down the work.

This new, ambitious aim can be achieved by making the contributions, that the infrastructure manager and the railway transport manager may later give, converge synergistically.

The voluntary initiative on behalf of Italferr, the first in Italy in the Engineering field and among the first in the

essere orientata verso lo sviluppo della conoscenza dell'ambiente, vuole favorire un'economia etica, equa e sostenibile con l'obiettivo di innescare un ciclo virtuoso che incoraggi iniziative analoghe in altre realtà che operano nel settore dell'Ingegneria e delle costruzioni.

Con lo sviluppo e l'applicazione della metodologia appena descritta, è possibile anche acquisire un vantaggio competitivo attraverso la creazione di spazi di mercato innovativi che garantiscono nuove opportunità di crescita con l'offerta di prodotti/servizi aggiuntivi che creano valore per i clienti ed incrementano il loro livello di fiducia.

Il raggiungimento di questi obiettivi strategici è posto alla base della "politica" dell'Azienda che continuerà ad essere punto di riferimento per tutti gli operatori del settore delle costruzioni (Stazioni Appaltanti, Società di Ingegneria, Imprese, Fornitori).

Progetti come questi testimoniano che il Gruppo FS è in prima linea nella crescita sostenibile, che si è imboccata la strada verso uno "smarter planet", un pianeta più intelligente, e che sistemi energetici più efficienti e compatibili con l'ambiente sono obiettivi oramai a portata di mano.

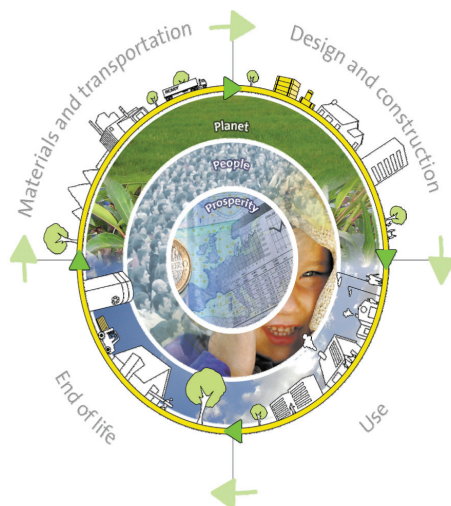


Fig. 9 - Ciclo di Vita. Life Cycle Assessment.

world, also wants to move towards the development of the environment knowledge, it wants to encourage an ethical, fair and sustainable economy with the aim of triggering a virtuous cycle that encourages similar initiatives in other realities that operate in the Engineering and construction field.

With the development and application of the methodology just described, a competitive advantage can also be acquired through the creation of innovative market spaces that guarantee new opportunities for growth by offering additional products/services that create value for customers and increase the

level of confidence.

The achievement of these strategic objectives is at the base of the Company's "policy" that will continue to be a reference point for all operators in the construction field (Contracting Stations, Engineering Companies, Enterprises, Suppliers).

Projects like these witness that the FS Group is at the forefront in sustainable growth, that we are on the right track for a "smarter planet", a more intelligent planet, and that more efficient and eco-friendly energy systems are by now close at hand.

### RIFERIMENTI NORMATIVI - REGULATIONS REFERENCES

- Legge n.120 del 1.06.02, "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997".
- Direttiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, "Istituzione di un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità", del 13 ottobre 2003.
- Decreto Legislativo n. 216 del 4.04.06, "Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità, con riferimento ai meccanismi di progetto del Protocollo di Kyoto".
- Comitato Nazionale di gestione e attuazione della Direttiva 2003/87/CE (istituito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio), "Decisione di assegnazione delle quote di CO<sub>2</sub> per il periodo 2008-2012" (del 20.02.08) approvata ai sensi dell'art. 11, c.1 del D. Lgs. 4 aprile 2006, n. 216.
- Quarto rapporto IPCC "Intergovernmental Panel on Climate Change", del 2007.
- Parlamento Europeo - Approvazione del "Pacchetto clima-energia", dicembre 2008.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, "Patto per l'ambiente per la lotta ai cambiamenti climatici e all'inquinamento", del 7.07.09.
- UNI EN ISO 14001:2004, "Sistemi di Gestione Ambientale – Requisiti e guida per l'uso".

- UNI ISO 14064-1:2006, "Gas ad effetto serra Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione".
- UNI ISO 14064-2:2006 "Gas ad effetto serra - Parte 2: Specifiche e guida, al livello di progetto, per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra o dell'aumento della loro rimozione".
- UNI ISO 14064-3:2006 "Gas ad effetto serra - Parte 3: Specifiche e guida per la validazione e la verifica delle asserzioni relative ai gas ad effetto serra".
- UNI EN ISO 14040:2006 "Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento".
- UNI EN ISO 14044:2006 "Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida".

### BIBLIOGRAFIA- REFERENCES

- [1] CHESTER e HORVART dell'Università di Berkeley, California, "Life-cycle Environmental Inventory of passenger transportation in the United States", dicembre 2007.
- [2] Adam MAGUIRE, Project Director "VicRoads", Sydney, "Calculating the carbon footprint of road construction".
- [3] Università di Bath, "Inventory of Carbon Energy (ICE)", (versione 1.6a del 2008).
- [4] World Steel Association, "Sustainability Report of the world steel industry", del 2008.
- [5] Istituto di Biometeorologia del CNR (IBIMET) di Bologna, per conto del Centro Servizi Floroviasimo (CSF) di Caneto sull'Oglio (MN), "Presentazione dei primi risultati della ricerca: alberature e mitigazione del microclima urbano e prospettive applicative", (anno 2008).
- [6] Italferr - Specifica Tecnica, "L'impronta climatica nelle attività di progettazione e costruzione delle infrastrutture ferroviarie metodologia per la misura delle emissioni di gas serra", rif. PPA.0000867 rev. A.
- [7] Italferr, "Politica della Qualità, dell'Ambiente e della Sicurezza", rif. PPA.0000786 rev. B.
- [8] Italferr – Computi Metrici Progetto Definitivo, "Raddoppio Bari – Taranto – Tratta Bari S. Andrea – Bitetto".
- [9] RFI, "Manuale di Progettazione - Metodologia di Valutazione Tecnico-economica dei Progetti Preliminari Legge Obiettivo 443/01", rif. RFI DINIC MA OC 00 003 A dicembre 2003.
- [10] Bureau Veritas Italia, "Valutazione di conformità alla norma ISO 14064-1:2006 della metodologia di Italferr S.p.A. per la misura delle emissioni di GHG", del 10.07.09 rev.01.