



## L'uso di liste di controllo per la verifica del progetto di una infrastruttura ferroviaria

### *The use of checklists for verifying the design of a railway infrastructure*

Alessandro DI GRAZIANO <sup>(\*)</sup>  
 Giampaolo MANCINI <sup>(\*\*)</sup>  
 Vincenzo MARCHETTA <sup>(\*)</sup>  
 Marco SPINELLI <sup>(\*\*)</sup>

**Sommario** - Lo sviluppo di strumenti avanzati per la progettazione e le crescenti prestazioni dei materiali permettono di realizzare infrastrutture sempre più complesse che, in quanto tali, rendono ancor più amplificata l'eventuale presenza di errori commessi nelle diverse fasi di realizzazione di un'opera.

In tale contesto, un efficiente ed efficace servizio di verifica della progettazione permette di individuare possibili non conformità in una fase del processo dell'opera che consenta ancora modifiche "sostenibili" così da ridurre il più possibile l'insorgere di contenziosi e varianti, con l'incremento di tempi e costi ad essi associati.

L'approfondimento delle caratteristiche principali dell'attività di verifica in termini di attributi, modalità e normativa effettuata nel presente lavoro ha permesso di definire e rappresentare specifiche liste di controllo, evidenziandone peculiarità e potenzialità nel fornire un contributo alla qualità di un'infrastruttura ferroviaria, anche in un contesto di integrazione nel più ampio sviluppo della tecnologia BIM.

#### 1. Verifica e validazione di un progetto

La possibilità di concepire e produrre opere di ingegneria sempre migliori non può prescindere da una crescente attenzione nei confronti della qualità della progettazione, riducendo gli errori che in tale fase possono essere commessi e che in via schematica possono essere ricondotti a: incomprensioni progettista-committente (è necessario che innanzitutto l'opera soddisfi pienamente i requisiti richiesti dal cliente); errori di interfaccia tra le discipline (nel progetto di un'opera infrastrutturale sono

**Summary** - The development of advanced design tools and the increasing performance of the materials allow realising increasingly complex infrastructures that, as such, make the possible presence of errors made in the different phases of realisation of a work even more amplified.

In this context, an efficient and effective design verification service allows identifying possible non-conformities in a phase of the process of the work that still makes "sustainable" modifications possible so as to reduce the onset of disputes and variants as much as possible, with the increase in time and costs associated with them.

The in-depth analysis of the main characteristics of verification in terms of attributes, methods and legislation performed in this work allowed defining and representing specific checklists, highlighting their peculiarities and potential in contributing to the quality of a railway infrastructure, also in a context of integration in the wider development of BIM technology.

#### 1. Verification and validation of a project

The possibility of conceiving and producing increasingly better engineering works cannot do without increasing attention to the quality of the design, reducing the errors that can be made in this phase and that can be traced back to: designer/customer misunderstandings (it is necessary that first of all the work fully meets the requirements requested by the client); interface errors between the disciplines (numerous professional figures are involved in the project of an infrastructural work, belonging to different interconnected disciplines, each of which risks generating obstacles and interferences to the others if not well coordinat-

<sup>(\*)</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Catania.

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

<sup>(\*)</sup> Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania

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

coinvolte numerose figure professionali afferenti a diverse discipline tra di loro interconnesse, ognuna delle quali rischia di generare ostacoli ed interferenze alle altre se non bene coordinata ed integrata in una logica di sistema); errori di tipo tecnico-normativo (errori abbastanza gravi ma facilmente individuabili generati dalla non conoscenza delle norme di settore o di regole di buona progettazione); errori nei disegni (spesso dovuti a sviste o dimenticanze, possono passare inosservati e non avere ripercussioni ovvero generare conseguenze legate alla difficoltà di interpretazione degli elaborati progettuali da parte dell'appaltatore).

Un modo efficace per prevenire tutto questo consiste nell'uso di uno strumento – qual è la verifica progettuale – che faccia da “filtro” tra la fase progettuale e quella di affidamento dei lavori, in cui sia possibile individuare e segnalare ai progettisti il prima possibile gli eventuali “errori”, con effetti benefici sulla qualità finale del progetto. Tuttavia, mentre in ambito industriale il prodotto finale possiede l'attributo di “qualità” se corrisponde alle aspettative del cliente in relazione alle sue necessità, ossia rappresenta il rapporto tra una “realizzazione” e un’“attesa” e perché questo accada è necessario che vengano rispettati requisiti di tipo oggettivo, il mondo delle infrastrutture è spesso caratterizzato da manufatti unici, sempre diversi tra loro, in cui l'incidenza dei luoghi e dei contesti operativi di volta in volta differenti rendono altamente improbabile l'individuazione di parametri oggettivi di qualità assoluta [1]. La soluzione in questo senso, ampiamente condivisa da tempo dagli esperti in tema di *Quality Management* [2], consiste nel definire a priori e per ogni progetto dei requisiti di tipo:

- legale, ossia riguardanti il soddisfacimento di norme e regole di costruzione;
- funzionale, legati alle necessità degli utenti finali;
- estetico, relativi all'aspetto esteriore dell'opera e di difficile valutazione oggettiva;
- prestazionale, legati al rispetto dei parametri individuati dal cliente.

Ogni requisito può essere caratterizzato da un livello di approfondimento diverso, riflettendo una caratteristica tipica dell'approccio dell'ingegneria dei sistemi: l'iterazione. La gestione dei sistemi complessi, infatti, è di tipo ciclico, in cui ogni nuova iterazione analizza un grado di approfondimento superiore. In questo senso molti ingegneri dei sistemi ([3], [4], [5]) tendono a distinguere due categorie di requisiti: di alto e di basso livello. I primi sono di carattere generale, poco approfonditi, più astratti e sviluppati dal committente mirano a definire le necessità da soddisfare, le aspettative degli *stakeholders* e gli obiettivi finali dell'opera. I secondi, invece, il cui sviluppo è a carico dei progettisti, hanno un carattere tecnico, con un livello di dettaglio più spinto.

A prescindere dal loro livello di approfondimento, i requisiti devono essere concepiti in relazione alle neces-

*ed and integrated in a system logic); technical-regulatory errors (fairly serious but easily identifiable errors generated by lack of knowledge of the sector standards or of good design rules); errors in the drawings (often due to oversights or forgetfulness, can go unnoticed and have no repercussions or generate consequences related to the difficulty of interpreting the design documents by the contractor).*

*An effective way to prevent all this is to use a tool - as is the design verification - which acts as a “filter” between the design phase and the work assignment phase, in which any “errors” can be identified and reported to the designers as soon as possible, with beneficial effects on the final quality of the project. However, while in the industrial environment the final product has the attribute of “quality” if it corresponds to the customer's expectations in relation to its needs, i.e. it represents the relationship between a “realisation” and an “expectation” and for this to happen objective requirements are to be respected, the infrastructure world is often characterised by unique artefacts, always different from each other, in which the incidence of places and operational contexts that are different time by time make the identification of objective parameters of absolute quality highly unlikely [1]. The solution in this sense, widely shared by experts in the field of Quality Management [2], consists in defining the following type of requirements a priori and for each project:*

- *legal, that is concerning the fulfilment of construction standards and rules;*
- *functional, related to the needs of end users;*
- *aesthetic, relating to the external appearance of the work and of difficult objective evaluation;*
- *performance, linked to compliance with the parameters identified by the customer.*

*Each requirement can be characterised by a different level of detail, reflecting a typical feature of the systems engineering approach: iteration. In fact, the management of complex systems is actually cyclical, in which each new iteration analyses a higher degree of investigation. In this sense, many system engineers ([3], [4], [5]) tend to distinguish two categories of high and low level requirements. The former are of a general nature, not very in-depth, more abstract and developed by the client aiming to define the needs to be met, the expectations of the stakeholders and the final objectives of the work. The latter, on the other hand, whose development is the responsibility of the designers, have a technical nature, with a more stringent level of detail.*

*Regardless of their level of detail, the requirements must be conceived in relation to the needs of all the actors involved, each of which has goals and constraints which in turn represent a quality measure that can be assessed with respect to the end user of the work; to the clients and managers of the work; to the community; to the chain of operators within the construction process (the designers).*

*In order for these quality categories to be met, it is necessary to observe [2]:*

sità di tutti gli attori coinvolti, ciascuno dei quali è portatore di obiettivi e vincoli che a loro volta rappresentano una misura di qualità, che può essere valutata rispetto all'utente finale dell'opera; ai committenti e ai gestori dell'opera; alla collettività; alla catena degli operatori interni al processo realizzativo (i progettisti).

Affinché siano soddisfatte le suddette categorie di qualità è necessario rispettare [2]:

- requisiti del committente in merito all'adeguatezza funzionale, al completamento nei tempi e nel budget prefissati ed alla manutenzione;
- requisiti del costruttore per quanto riguarda la fornitura di piani contrattuali, specifiche e altri documenti preparati in modo sufficientemente dettagliato tali da consentire la stima dei prezzi e produrre un'offerta competitiva;
- requisiti del progettista in merito alla definizione adeguata del lavoro ed alla fornitura di un budget che gli consenta di farsi affiancare da uno staff qualificato;
- requisiti degli utilizzatori in materia di sicurezza, salute pubblica, ambiente, conformità, ecc.

Per verificare che l'elenco dei requisiti sia completo e che gli stessi siano espressi in maniera corretta l'ingegneria dei sistemi fornisce strumenti quali la verifica e la validazione. I due concetti sembrano molto simili, entrambi si basano sul confronto tra "cosa dovrebbe essere fatto" e "cosa è stato fatto" [3], spesso venendo confusi, ma rappresentano due fasi ben distinte.

La verifica si occupa di accertare che i requisiti legati al determinato progetto siano stati rispettati, ossia, avvalendosi dell'elenco redatto prima dell'inizio della progettazione, si registrano i punti soddisfatti e quelli ancora in sospeso.

La validazione, invece, è legata ad un punto di vista più ampio. Spesso posta in termini temporali alla fine delle fasi di verifica, rappresenta quel momento in cui ci si accerta che i requisiti espressi da tutti gli attori coinvolti siano sufficienti e adeguati a descrivere l'opera da realizzare [4].

Tornando al mondo industriale dei cicli produttivi, dove ormai i due concetti sono più che affermati, è possibile chiarire ulteriormente le differenze che intercorrono tra i due termini. In una catena di costruzione, la verifica è un concetto legato al prodotto mentre la validazione all'intera catena costruttiva, cioè se la catena è validata questa è dotata di attributi tali da assicurare che il prodotto che ne risulta è certamente dotato delle caratteristiche richieste dai controlli di verifica e che questo soddisfa tutti i requisiti per cui è stato concepito.

Nell'industria edile e civile il concetto è simile. In tale ambito un'opera validata è un'opera che ha superato tutti i controlli di verifica e soprattutto che ha soddisfatto gli obiettivi e le necessità che ci si era prefissati di adempiere. In maniera molto sintetica si può affermare che la ve-

- requirements of the client regarding functional adequacy, completion in the set time and budget and maintenance;
- requirements of the manufacturer with regard to the supply of contractual plans, specifications and other documents prepared in sufficient detail to allow estimating prices and producing a competitive offer;
- requirements of the designer regarding the adequate definition of the work and the provision of a budget that allows him to be supported by qualified staff;
- user requirements regarding safety, public health, environment, compliance, etc.

*To verify that the list of requirements is complete and that they are correctly expressed, systems engineering provides tools such as verification and validation. The two concepts seem very similar, both based on the comparison between "what should be done" and "what was done" [3], often being confused, but they represent two distinct phases.*

*Verification deals with verifying that the requirements related to the specific project have been met, i.e. using the list drawn up before the start of the project, the points met and those still pending are recorded.*

*Validation, on the other hand, is linked to a broader point of view. Often placed at the end of the verification phases in temporal terms, it represents that moment in which it is ascertained that the requirements expressed by all the actors involved are sufficient and adequate to describe the work to be carried out [4].*

*Going back to the industrial world of production cycles, where by now the two concepts are more than established, the differences between the two terms can be further clarified. In a construction chain, verification is a concept linked to the product while validation to the entire construction chain, i.e. if the chain is validated, it is endowed with attributes such as to ensure that the resulting product is certainly provided with the characteristics required by the verification checks and that this meets all the requirements for which it was designed.*

*The concept is similar in the construction and civil industry. In this context, a validated work is a work that has passed all the verification checks and above all that has satisfied the objectives and the needs that we had set ourselves to fulfil. In a very synthetic way it can be said that verification is linked to the concept of building the system right while validation to building the right system, where in the first case it refers to the satisfaction of the requirements while in the second to meeting the needs of end users [5].*

*From this point of view, these phases cannot be seen as a further bureaucratic burden that contributes to separating the design phase from the start of the works over time, representing instead strategic tools to improve the quality of the infrastructure product during the design phase so as to limit costly interventions that in the following phases would certainly require more resources.*

rifica è legata al concetto di *building the system right* mentre la validazione al *building the right system*, dove nel primo caso ci si riferisce al soddisfacimento dei requisiti mentre nel secondo al venire incontro alle necessità degli utilizzatori finali [5].

In quest'ottica, tali fasi non possono essere viste come un ulteriore appesantimento burocratico che contribuisce a separare nel tempo la fase progettuale dall'avvio dei lavori, rappresentando invece strumenti strategici per migliorare la qualità del prodotto infrastruttura in fase di progetto così da limitare dispendiosi interventi che nelle fasi successive necessiterebbero sicuramente di maggiori risorse.

La riduzione, anche piccola, di spese mirate ad accrescere la qualità in fase progettuale si tramuta in risparmio di costi anche molto importanti in fase di costruzione e di gestione dell'opera, come è stato rappresentato in Fig. 1 in cui è evidenziata la relazione tra il costo della qualità ed il costo della non-qualità con l'obiettivo di individuare il livello ottimale di qualità di un progetto [6].

Diversi studi contribuiscono ad avvalorare quanto detto in precedenza. Uno di questi studi [7] evidenzia che i costi di intervento su di un'opera, ricollegabili ad errori o omissioni progettuali, rappresentano quasi il 50% del totale dei costi di riparazione. Con riferimento agli edifici [8], è stato rappresentato che i difetti progettuali rappresentano il 54% delle cause di riduzione della vita utile e che di questi difetti, il 23% si presenta in fase esecutiva. Nello specifico, è stato constatato che gli extra costi del progetto siano dovuti per oltre il 60% al mancato coordinamento tra le interfacce delle diverse discipline progettuali e agli errori di interpretazione progettuali causati dalla non chiarezza progettista-committente.

In termini quantitativi è possibile evidenziare che il 25% delle cause di malfunzionamento delle opere può essere ricondotto a carenze nella fase di progettazione [9]. Analizzando poi la tipologia di errori, o meglio "Non Conformità", riscontrate in determinati campioni di progetti si evidenzia come [10]:

- l'82% delle Non Conformità riguardano la non adeguatezza e la non completezza degli elaborati progettuali;
- il 3% si riferisce alla mancata osservazione delle norme;
- il 2% è legato all'incompletezza negli elaborati prodotti (in genere sanata nelle fasi successive);
- il 13% sono connesse a incongruenze tra elaborati progettuali.

*The reduction of expenses, even small, aimed at increasing quality in the design phase turns into cost savings, also very important ones in the construction and management phase of the work, as was represented in Fig. 1 in which the relation between the cost of quality and the cost of non-quality is highlighted with the aim of identifying the optimal quality level of a project [6].*

Several studies contribute to corroborate what was said previously. One of these studies [7] shows that the costs of intervention on a work, connected to design errors or omissions, represent almost 50% of the total repair costs. With reference to the buildings [8], it was shown that the design defects represent 54% of the causes of reduction in useful life and that of these defects, 23% occur in the executive phase. Specifically, it was found that over 60% of the extra costs of the project are due to the lack of coordination between the interfaces of the various design disciplines and to the design interpretation errors caused by the lack of clarity of the designer-client.

In quantitative terms it is possible to highlight that 25% of malfunctioning causes of the works can be attributed to deficiencies in the design phase [9]. Then analysing the typology of errors, or rather "Non-Conformities", found in certain samples of projects, it is highlighted how [10]:

- 82% of Non-Conformities concern the inadequacy and non-completeness of project documents;

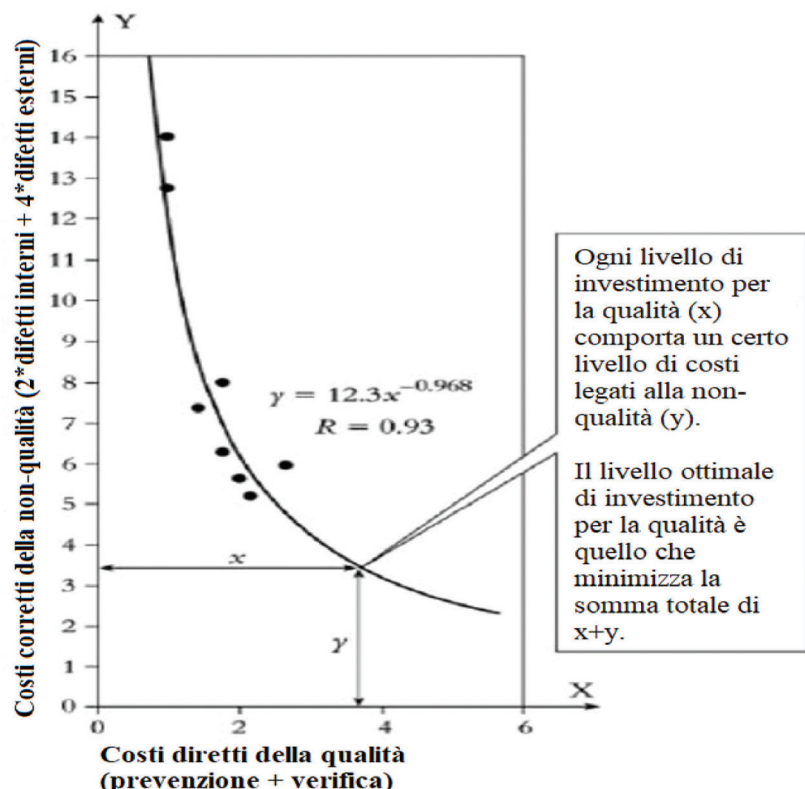


Fig. 1 – Costo della qualità/costo della non qualità diretto e indiretto [6].  
Fig. 1 – Cost of quality/direct and indirect cost of non-quality [6].

In assenza di verifica progettuale queste “Non Conformità”, molte delle quali risolvibili con estrema facilità e a costo quasi nullo, vengono trascinate fino alle fasi successive di vita dell’opera generando i costi discussi in precedenza. La totale assenza di Non Conformità, chiaramente, non si traduce nella totale assenza di errori nella successiva fase di esecuzione legati ad altre cause e corretti con strumenti appositi, potendo tuttavia, in questo caso, contare su una solida base progettuale e contrattuale.

In conclusione, l’analisi della letteratura fornisce evidenza numerica all’opportunità di investire sulla qualità del progetto, con un ritorno economico derivante dall’aver evitato costi indesiderati ed imprevisti nelle fasi avanzate di vita dell’opera, assicurando il soddisfacimento delle esigenze dalla Committenza, con benefici quanto sull’opera oggetto di analisi che sugli attori coinvolti nell’iter progettuale.

## 2. Inquadramento normativo

La verifica ai fini della validazione di un progetto da porre a base di gara d’appalto, in Italia, è prevista ormai dal 1994 anche se solo più di recente ha raggiunto la sua completezza normativa grazie ad una serie di decreti e regolamenti che ne definiscono le procedure, gli obiettivi e le responsabilità.

L’urgenza di riassetto normativo in tema di lavori pubblici secondo canoni di trasparenza ed efficienza palesatasi dopo le vicende giudiziarie del 1992 [11], rappresentò un importante impulso alla stesura della Legge quadro n. 109/1994 e del rispettivo Regolamento Attuativo, il D.P.R. 554/99. Tramite questa direttiva il legislatore ha di fatto ridisegnato l’articolazione del progetto introducendo una serie di temi da tempo presenti in altre normative europee. Tra questi, quello della verifica della progettazione ai fini della validazione come strumento a disposizione della committenza per svolgere un ruolo attivo nella tutela delle proprie istanze. La legge inizia a scandire i tempi e le responsabilità, affidando alla stazione appaltante il compito di produrre e mettere in gara un progetto verificato. Il compito di svolgere le verifiche può essere affidato agli uffici interni della stazione appaltante o ad organismi di controllo esterni in funzione dell’onere dell’opera. Nonostante l’importante riconoscimento formale di tale attività, però, la normativa nella fase attuativa (articoli da 46 a 49 del Regolamento), non chiariva in modo inequivocabile le differenze tra verifica e progettazione, dandone definizioni che lasciavano spazio all’interpretazione del lettore e facendo sì che spesso il processo si riducesse ad un mero adempimento formale del Responsabile Unico del Procedimento.

Molta più attenzione è stata data alla verifica della progettazione ai fini della validazione dal D.P.R. 207/2010, regolamento attuativo del D.lgs. 163/2006, che approfondisce importanti aspetti di tale attività come per esempio la definizione attenta di “chi” può effettuare la verifica e “come” questa debba essere svolta [12] ed intro-

- 3% refers to failure to observe the rules;
- 2% is linked to the incompleteness in the documents produced (generally remedied in subsequent phases);
- 13% are connected to inconsistencies between project documents.

*In the absence of design verification, these “Non-Conformities”, many of which can be resolved very easily and at almost zero cost, are carried forward to the later stages of the work’s life, generating the costs discussed above. The total absence of Non-Conformities, clearly, does not translate into the total absence of errors in the subsequent execution phase linked to other causes and corrected with specific instruments, but in this case, we can count on a solid planning and contractual basis.*

*In conclusion, the analysis of the literature provides numerical evidence of the opportunity to invest in the quality of the project, with an economic return deriving from having avoided unwanted and unexpected costs in the advanced stages of the life of the work, ensuring the satisfaction of Client needs, with benefits on the work being analysed and on the actors involved in the design process.*

## 2. Regulatory framework

*Verification for the purpose of validating a project to be based on a call for tenders, in Italy, has been envisaged since 1994 even if it has reached only more recently its regulatory completeness thanks to a series of decrees and regulations that define its procedures, objectives and responsibilities.*

*The urgent need for regulatory reorganisation on the subject of public works according to standards of transparency and efficiency that emerged after the judicial proceedings of 1992 [11], represented an important impulse for the drafting of Framework law no. 109/1994 and the respective Implementing Regulation, Presidential Decree 554/99. Through this directive, the legislator has in fact redesigned the articulation of the project by introducing a number of topics that have long been present in other European regulations. Among these, verification of the design for the purpose of validation as a tool available to the client to play an active role in the protection of its requests. The law begins to mark the times and responsibilities, entrusting the contracting authority with the task of producing and putting into competition a verified project. The task of carrying out the verifications can be entrusted to the internal offices of the contracting authority or to external control bodies according to the cost of the work. Despite the important formal recognition of this activity, however, the legislation in the implementation phase (Articles 46 to 49 of the Regulation), did not unequivocally clarify the differences between verification and design, giving definitions that left room for the interpretation of the reader and ensuring that the process is often reduced to a mere formal fulfilment by the Sole Project Manager.*

duce una dettagliata disciplina dell'accreditamento e del controllo per gli Organismi di ispezione e di certificazione. Nello specifico, nel suddetto decreto, è evidenziato che la verifica della progettazione si occupa di accertare la coerenza tra i livelli progettuali, la conformità alla normativa vigente ed a requisiti di tipo tecnico seguendo i criteri descritti all'articolo 52 e 53 del regolamento in merito a:

- *affidabilità*, cioè la verifica della corretta applicazione delle norme specifiche e delle regole tecniche di riferimento e della coerenza con le ipotesi progettuali;
- *completezza e adeguatezza*, sia a livello amministrativo, in merito alla rispondenza tra nominativi dei progettisti e rispettive responsabilità, nonché per quel che riguarda i contenuti progettuali, sia a livello tecnico con attenzione al soddisfacimento del quadro esigenziale avanzato dalla committenza;
- *leggibilità, coerenza e ripercorribilità*, ossia la verifica del corretto uso dei linguaggi progettuali convenzionali, della comprensibilità delle informazioni contenute e della coerenza tra elaborati diversi;
- *compatibilità*, ossia la rispondenza delle soluzioni progettuali ai requisiti espressi negli elaborati prodotti nelle fasi precedenti e alle normative e prescrizioni assunte a riferimento in tema di sicurezza, salute e igiene, durabilità, manutenibilità, costi e tempi, ambiente, funzionalità e fruibilità.

Al comma 1 dell'art. 55 del medesimo decreto, la validazione è definita come "l'atto formale che riporta l'esito delle verifiche", sottoscritta dal RUP sulla base del rapporto conclusivo del soggetto preposto alla verifica.

Il quadro normativo giunge alla sua attualizzazione con il D.lgs. 50/2016 e ss.mm.ii. e con la Linea Guida n.1 dell'ANAC. Il nuovo assetto normativo affida alla verifica il compito di accertare non solo la correttezza da un punto di vista tecnico-normativo ma anche la coerenza del progetto con gli obiettivi che l'Amministrazione ha inteso perseguire, con lo scopo di minimizzare, a fronte di soluzioni formalmente corrette, la richiesta di varianti o l'insorgere di imprevisti durante tutte le fasi del ciclo di vita dell'opera.

Vengono poi definiti tutti i controlli richiesti in fase di verifica. Innanzitutto, il comma 1 ed il comma 3 dell'art. 26 D.lgs. 50/2016 impongono il controllo della presenza di tutti gli elaborati progettuali richiesti dall'articolo 23 dello stesso decreto, rispettivamente per il progetto di fattibilità tecnica ed economica, definitivo ed esecutivo, e che ogni livello progettuale sia conforme al livello precedente, ossia che sia verificata l'unità progettuale e non ci siano incongruenze nate nel corso dello sviluppo della progettazione. Lo stesso comma 1 impone poi il controllo della conformità degli elaborati progettuali alla normativa vigente, dovendo intendere la vigenza rispetto al momento in cui viene effettuata la verifica e rispetto a tutto il vasto corpus normativo applicabile all'oggetto della ve-

*Much more attention was given to the verification of the design for the purposes of validation by Presidential Decree 207/2010, implementing regulation of Legislative Decree 163/2006, which examines important aspects of this activity, such as the careful definition of "who" can carry out the verification and "how" this should be carried out [12] and introduces a detailed discipline of accreditation and control for the inspection and certification Bodies. Specifically, in the aforementioned decree, it is pointed out that the design verification deals with verifying the consistency between the design levels, the compliance with the regulations in force and the technical requirements following the criteria described in Article 52 and 53 of the regulation regarding:*

- *reliability, that is the verification of the correct application of the specific rules and of the reference technical rules and of the consistency with the project hypotheses;*
- *completeness and adequacy, both at administrative level, with regards to the correspondence between the names of the designers and their respective responsibilities, as well as with regard to the project contents, both at a technical level with attention to the satisfaction of the requirement framework advanced by the client;*
- *readability, consistency and repeatability, i.e. the verification of the correct use of conventional design languages, of the comprehensibility of the information contained and of the consistency between different documents;*
- *compatibility, i.e. the compliance of design solutions with the requirements expressed in the documents produced in the previous phases and with the standards and regulations adopted as a reference in terms of safety, health and hygiene, durability, maintainability, costs and time, environment, functionality and usability.*

*In paragraph 1 of article 55 of the same decree, validation is defined as "the formal act that reports the outcome of the checks", signed by the SPM (Sole Project Manager) on the basis of the final report of the subject responsible for the verification.*

*The regulatory framework reaches its updating with Legislative Decree 50/2016 and subsequent amendments and with ANAC Guideline No. 1. The new regulatory framework assigns the task of verifying not only the correctness from a technical-regulatory point of view but also the consistency of the project with the objectives that the Administration intended to pursue, with the aim of minimising the request for variations or the occurrence of unforeseen events during all phases of the life cycle of the work, in the face of formally correct solutions.*

*All the checks required during the verification phase are then defined. First of all, paragraph 1 and paragraph 3 of Article 26 of Legislative Decree 50/2016 require the control of the presence of all the design documents required by Article 23 of the same decree, respectively for the final and executive, technical and economic feasibility project, and that*

tifica, sia in relazione agli aspetti cogenti di legge, sia in relazione agli aspetti di buona pratica corrente scientificamente condivisi e comunemente adottati per il rispetto della regola d'arte, che in relazione alle scelte effettuate dal committente e dai progettisti. Inoltre, il comma 4 dell'art. 26 D.lgs. 50/2016 specifica che la verifica debba accertare la completezza, coerenza e appaltabilità della progettazione; il rispetto dei tempi e dei costi di realizzazione in sicurezza dell'opera minimizzando il rischio di introduzione di contenzioso e varianti, la durabilità e manutenibilità di ciò che si sta costruendo, tuttavia senza specificare gli ulteriori controlli di dettaglio prima contenuti negli art. 52 e 53 del DPR 207/2010, oggi abrogati ma che comunque sovente assumono obbligazione contrattuale tra organismo di ispezione e stazione appaltante in quanto richiesti da quest'ultima.

I soggetti che possono effettuare la verifica preventiva della progettazione, in accordo al comma 6 dell'art. 26 D.lgs. 50/2016 e con la Linea Guida n.1 dell'ANAC, sono suddivisi in funzione dell'onere dell'opera da realizzare ed in particolare:

- per lavori di importo pari o superiore a venti milioni di euro, gli organismi di controllo accreditati in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020;
- per lavori di importo inferiore a venti milioni di euro e fino alla soglia di rilevanza comunitaria, che varia in funzione del tipo di appalto, sono autorizzati a svolgere la verifica i soggetti di cui al punto precedente e tutti quegli operatori economici (art. 46 del codice) che dispongono di un sistema interno di controllo di qualità conforme alla UNI EN ISO 9001;
- per lavori di importo inferiore alla soglia comunitaria e fino ad un milione di euro, si aggiungono ai soggetti elencati al punto b. gli uffici tecnici delle stazioni appaltanti nel caso in cui il progetto sia stato redatto da progettisti esterni oppure, nel caso sia stato redatto da progettisti interni, che questo sia dotato di un sistema interno di controllo di qualità conforme alla UNI EN ISO 9001;
- per lavori di importo inferiore al milione di euro la verifica può essere svolta dallo stesso Responsabile Unico del Procedimento, eventualmente coadiuvato da strutture di supporto.

Gli organismi sopracitati definiti dalla norma europea UNI CEI EN ISO/IEC 17020 sono di tre tipi:

- Organismi di Tipo A: sono indipendenti dalle parti coinvolte, non devono far parte o essere collegati al soggetto giuridico che si è occupato del processo di realizzazione degli elementi sottoposti ad ispezione;
- Organismi di Tipo B: possono svolgere servizi unicamente a favore dell'organizzazione di cui fanno parte (ovvero della stazione appaltante), stabilendo una chiara separazione delle responsabilità del personale di ispezione dalle responsabilità del personale impiegato nelle altre funzioni;

*each design level complies with the previous level, i.e. that the design unit is verified and there are no inconsistencies during the development of the design. The same paragraph 1 then requires the control of the compliance of the design documents to the current legislation, understood as the validity with respect to the moment in which the verification is carried out and with respect to all the vast normative corpus applicable to the object of the verification, both in relation to the aspects cogent by law, and in relation to the aspects of current good practice that are scientifically shared and commonly adopted for the respect of best practice, and in relation to the choices made by the client and the designers. Furthermore, paragraph 4 of Article 26 of Legislative Decree 50/2016 specifies that the verification must ascertain the completeness, consistency and contractibility of the design; compliance with the times and costs of carrying out the work safely, minimising the risk of introducing litigation and variants, the durability and maintainability of what is being built, without specifying the further detailed controls previously contained in Articles 52 and 53 of Presidential Decree 207/2010, repealed today but which often assume a contractual obligation between the inspection body and the contracting authority as requested by the latter.*

*The subjects who can carry out the prior verification of the design, in accordance with paragraph 6 of Article 26 of Legislative Decree 50/2016 and with ANAC Guideline No. 1, are divided according to the cost of the work to be carried out and in particular:*

- *for works for an amount equal to or greater than twenty million euros, the control bodies accredited in compliance with standard UNI CEI EN ISO/IEC 17020;*
- *for works of less than twenty million euros and up to the EU relevance threshold, which varies according to the type of contract, the subjects referred to in the previous point and all those economic operators that have an internal quality control system compliant with UNI EN ISO 9001 are authorised to perform the verification (Article 46 of the code);*
- *for works below the EU threshold and up to one million euros, the technical offices of the contracting authorities are added to the subjects listed in point b. in the event that the project has been drawn up by external designers or, if it has been drafted by internal designers, that it has an internal quality control system in compliance with UNI EN ISO 9001;*
- *for works of less than one million euros, the verification can be carried out by the same Sole Project Manager, possibly assisted by support organisations.*

*The aforementioned organisms defined by European standard UNI CEI EN ISO/IEC 17020 are of three types:*

- *Type A bodies: they are independent of the parties involved, they must not be part of or be connected to the legal entity that has dealt with the realisation process of the elements subjected to inspection;*

- Organismi di Tipo C: possono avere a che fare con strutture che si occupano dell'attività di progettazione, tuttavia, devono disporre all'interno dell'organizzazione di meccanismi di salvaguardia per assicurare adeguata separazione di responsabilità e di rendicontazione tra le ispezioni e le altre attività.

La verifica così descritta non sostituisce in alcun modo l'attività dei progettisti e con questa è incompatibile.

La validazione, invece, ha luogo a valle di quanto descritto fin qui ed è definita come l'atto formale che riporta gli esiti delle verifiche (D.lgs. 50/2016, art. 26, comma 8). Il Responsabile Unico del Procedimento la sottoscrive basandosi sul rapporto conclusivo del soggetto preposto a svolgere la verifica e con cui può dissentire, in tal caso deve integrare nell'atto formale di validazione (o mancata validazione) del progetto le motivazioni specifiche di tale scelta.

Sull'importanza della verifica e validazione è intervenuta la Linea Guida n°1 dell'ANAC, precisando la centralità di quest'attività in quanto "Non possono essere oggetto di riserva gli aspetti progettuali che sono stati oggetto di verifica ai sensi dell'articolo 26 [del codice]" ossia, essendo già stati controllati secondo la legge, gli aspetti che hanno superato la verifica e la validazione non possono essere contestati.

Alla luce di quanto descritto fin qui si evince che l'assetto normativo vigente è chiaro sull'importanza della verifica della progettazione ai fini della validazione e lo è altrettanto su chi e come i controlli debbano essere fatti, si riesce, inoltre, a comprendere la complessità e vastità del lavoro che l'organismo di ispezione dovrà affrontare per certificare la qualità del progetto che gli è stato affidato.

### 3. Strumenti a supporto della verifica della progettazione: le liste di controllo

Per migliorare la qualità dell'attività ispettiva, e di conseguenza quella del progetto stesso, è utile ricorrere a strumenti di gestione ed efficientamento che accompagnino l'iter di verifica del progetto in tutte le sue fasi. In tal senso, le liste di controllo, o check-list, si configurano come lo strumento più adatto permettendo non solo di concentrare in un unico documento tutte le verifiche da eseguire ma anche di fornire un utile riscontro che permetta di ottimizzare il lavoro e monitorare l'attività svolta.

L'attività inizia già con una fase di ricezione e controllo dei documenti consegnati dal cliente al fine di effettuare l'identificazione fisica degli elaborati, accertandosi della completezza e congruità con quanto richiesto dalla normativa cogente e dal contratto. Si procede, quindi, all'assegnazione dei vari elaborati agli ispettori in base alle loro competenze al fine di controllarne i contenuti, dando il via al momento centrale dell'attività di verifica. La multidisciplinarietà di molti degli elaborati grafici che compongono il progetto fa sì che più ispettori si ritrovino ad analizzare lo stesso documento. Per un risultato otti-

- *Type B bodies: they can perform services solely for the benefit of the organisation of which they are part (or the contracting authority), establishing a clear separation of the responsibilities of the inspection personnel from the responsibilities of the personnel employed in the other functions;*

- *Type C bodies: they may have to deal with organisations that are involved with the design activity, however, they must have safeguard mechanisms within the organisation to ensure adequate separation of responsibilities and reporting between inspections and other activities.*

*The verification thus described does not in any way replace the activity of the designers and is incompatible with it.*

*The validation, instead, takes place downstream of what has been described so far and is defined as the formal act that reports the results of the verifications (Legislative Decree 50/2016, Article 26, paragraph 8). The Sole Project Manager underwrites it based on the final report of the person in charge of carrying out the verification and with whom he can disagree, in which case he must integrate the specific motivations of this choice in the formal act of validation (or non-validation) of the project.*

*The ANAC Guideline No. 1 intervened on the importance of the verification and validation, specifying the centrality of this activity as "The design aspects that have been subject to verification pursuant to Article 26 [of the code] cannot be subject to reserve," that is, having already been checked according to the law, the aspects that have passed the verification and validation cannot be disputed.*

*In light of what has been described so far, it is inferred that the current regulatory framework is clear on the importance of design verification for validation purposes and who and how controls should be made are equally important, it is also possible to understand the complexity and vastness of the work that the inspection body will have to face to certify the quality of the project that has been entrusted to it.*

### 3. Tools to support design verification: checklists

*To improve the quality of the inspection activity, and consequently that of the project itself, it is useful to resort to management and efficiency tools that accompany the verification process of the project in all its phases. In this sense, checklists are configured as the most suitable tool allowing not only to concentrate all the checks to be performed in a single document but also to provide a useful feedback that allows optimising the work and monitoring the activity carried out.*

*The activity begins already with a phase of receipt and control of the documents delivered by the customer in order to carry out the physical identification of the documents, verifying the completeness and congruity with what is required by the binding regulation and the contract. Therefore, the various documents are assigned to the inspectors based on*

male, quindi, è necessario tenere sotto controllo le interferenze che potrebbero nascere all'interfaccia tra le varie discipline.

La lista di controllo deve presentare una struttura che accompagni il lavoro dell'ispettore in queste fasi, riportando un elenco di requisiti che siano sufficienti a sondare tutte le possibili fonti di errore. Ad ogni controllo l'ispettore deve poter associare un giudizio alle risultanze riscontrate come anomale in base alla loro gravità. I gradi di valutazione possono essere scelti tra:

- **Conforme (C):** se il requisito normativo o la prescrizione è stata rispettata;
- **Non Conforme (NC):** se si evidenzia una grave mancanza, cioè quando un requisito normativo o una prescrizione è stata completamente disattesa o omessa, ovvero se non sussistono i requisiti minimi di appaltabilità;
- **Osservazione (OSS):** è un giudizio che classifica le mancanze meno gravi, in cui un requisito o una prescrizione è stata parzialmente disattesa a condizione che siano soddisfatti i requisiti minimi di appaltabilità, che non si alterino i tempi o i costi di realizzazione e che non siano pregiudicati in nessun modo la realizzabilità o l'utilizzazione del progetto;
- **Carenza Formale (CF):** viene rilevata di fronte ad aspetti di non congruità tra i titoli dell'elenco elaborati e l'elaborato stesso, imprecisioni espositive e/o errori, refusi, inesattezze di forma di varia natura o incompletezze non rilevanti;
- **Sospeso (S):** viene emesso in presenza di carenze di determinate informazioni/documenti. Tale giudizio viene utilizzato solo in una fase intermedia di verifica, in attesa di contraddittorio. A contraddittorio avvenuto il giudizio di sospeso non può essere più utilizzato.

Si può prevedere, inoltre, il giudizio NA (Non Applicabile) per quei controlli in elenco non inerenti all'elaborato progettuale oggetto di verifica.

Al termine di ogni ciclo di verifica, le risultanze riscontrate ed annotate nelle liste di controllo vengono raccolte in un rapporto di ispezione che può avere carattere intermedio, se prodotto a conclusione di un generico ciclo d'ispezione, o finale, se redatto alla fine delle attività. La differenza sostanziale tra i due è che il primo viene prodotto in progress e riporta i rilievi, anche parziali, delle verifiche del progetto che, nel caso di esito negativo, dovranno essere comunicati ai progettisti i quali forniranno opportuno riscontro, il secondo, invece, riepiloga tutte le risultanze della verifica e formula un giudizio professionale conclusivo sulla conformità del progetto. Le fasi intermedie, quindi, così come previsto anche dallo stesso Codice Appalti, prevedono un contraddittorio con i progettisti e la stazione appaltante, per comprendere le scelte e condividere le eventuali necessarie modifiche da apportare al progetto, attività che spesso hanno tempi contingentati ed oneri non trascurabili. Sulla base del

*their skills in order to check their contents, starting the key moment of the verification activity. The multidisciplinary nature of many of the drawings that make up the project means that more inspectors find themselves analysing the same document. For an optimal result, therefore, it is necessary to keep under control the interferences that could arise at the interface between the various disciplines.*

*The checklist must have a structure that accompanies the inspector's work in these phases, reporting a list of requirements that are sufficient to investigate all possible sources of error. At each check the inspector must be able to associate a judgement with the findings found to be abnormal based on their severity. Evaluation grades can be chosen from:*

- **Compliant (C):** if the regulatory requirement or prescription has been met;
- **Not-Compliant (NC):** if there is a serious deficiency, that is when a regulatory requirement or a prescription has been completely disregarded or omitted, or if the minimum requirements for contracting are not met;
- **Observation (OBS):** it is a judgment that classifies the less serious deficiencies, in which a requirement or a prescription has been partially disregarded on condition that the minimum contracting requirements are met, that the times or realisation costs are not altered and that the feasibility or use of the project are in no way affected;
- **Formal Deficiency (FD):** it is detected in the face of non-congruity between the titles of the list drawn up and the document itself, exhibit inaccuracies and/or errors, misprints, inaccuracies of various kinds or non-relevant incompleteness;
- **Suspended (S):** it is issued in the presence of deficiencies of certain information/documents. This judgement is used only in an intermediate verification phase, pending contradiction. In the event of contradiction the suspended judgement can no longer be used.

*In addition, the NA (Not Applicable) judgement can be envisaged for those controls listed that are not related to the design report being audited.*

*At the end of each verification cycle, the results found and recorded in the checklists are collected in an inspection report that can be intermediate, if produced at the end of a generic inspection cycle, or final, if drafted at the end of activities. The substantial difference between the two is that the first is produced in progress and shows the surveys, even partial, of the project checks which, in the case of a negative result, must be communicated to the designers who will provide appropriate feedback, the second, instead, summarises all the results of the verification and formulates a final professional judgement on the conformity of the project. The intermediate phases, therefore, as also envisaged by the Procurement Code itself, provide for an adversarial discussion with the designers and the contracting authority, to understand the choices and share any neces-*

Rapporto Finale, il RUP provvederà alla validazione del progetto.

Tale processo iterativo e le evidenze delle necessità degli attori coinvolti hanno determinato alcuni attributi ritenuti fondamentali nelle liste di controllo messe a punto nel presente lavoro.

Innanzitutto, si è cercato di rendere lo strumento più completo possibile con specifico riferimento al contesto di regole e norme ferroviarie, fornendo, quindi, la possibilità a chi effettua la verifica di adattare la lista di controllo alle proprie esigenze escludendo i controlli non inerenti mediante il giudizio NA - Non Applicabile.

La facilità di lettura e di utilizzo è stata assicurata dalla suddivisione dei controlli in sezioni e sottosezioni sulla base dell'articolo 26 del D.lgs. 50/2016 ed affiancando ad ogni verifica uno spazio dedicato alla valutazione dell'ispettore ed eventuali note. Inoltre, ogni controllo è individuato univocamente da una codifica che permette sia all'ispettore che a chiunque legga la check-list o il relativo Rapporto d'Ispezione, di risalire immediatamente a qualunque punto dell'elenco.

Infine, un'ulteriore caratteristica è la flessibilità di utilizzo, infatti, lo stesso documento, a meno di piccoli adattamenti, può essere utilizzato per tutte le materie di verifica e per ogni livello progettuale.

Per rendere il tutto più interattivo, le liste di controllo sono state implementate digitalmente automatizzando il processo di compilazione delle stesse ed agevolando la stesura del rapporto finale. I necessari approfondimenti sui contenuti e sul funzionamento sono riportati nella descrizione dell'applicazione appositamente effettuata.

#### 4. Liste di controllo per la verifica del progetto di una infrastruttura ferroviaria

Di seguito vengono presentati lo schema e i contenuti che caratterizzano le liste di controllo per la verifica di un progetto di una infrastruttura ferroviaria, facendo riferimento nello specifico alla progettazione esecutiva.

L'utente che si appresta ad iniziare l'attività di ispezione, all'avvio del programma, viene accolto da una schermata di carattere generale, comune a tutti gli ispettori, che, come si evince dalla Fig. 2, permette di scegliere l'attività d'ispezione. Cliccando su una delle opzioni disponibili è possibile accedere alla relativa Check-list.

A titolo esemplificativo, nel presente lavoro, si illustreranno struttu-

*sary changes to be made to the project, activities that often have not negligible contingent times and charges. Based on the Final Report, the SPM will validate the project.*

*This iterative process and the evidence of the needs of the actors involved have determined some attributes considered fundamental in the checklists developed in this work.*

*First of all, we have tried to make the instrument as complete as possible with specific reference to the context of railway rules and regulations, thus providing the possibility to adapt the checklist to their own needs to those who carry out the verification by excluding the non-related controls through the NA - Not Applicable judgement.*

*The ease of reading and use was ensured by the subdivision of the controls into sections and subsections on the basis of Article 26 of Legislative Decree 50/2016 and by placing a space dedicated to the assessment of the inspector and any notes alongside each verification. Furthermore, each check is uniquely identified by a code that allows both the inspector and anyone reading the checklist or the related Inspection Report to immediately go back to any point in the list.*

*Finally, a further feature is the flexibility of use, in fact, except for small adaptations, the same document, can be used for all the verification subjects and for each design level.*

*To make it more interactive, automating the compilation process and making the final report easier have digitally implemented the checklists. The necessary in-depth infor-*

The screenshot shows a software window titled "Liste di controllo per la Verifica della Progettazione ai fini della Validazione ai sensi del D.Lgs. n.50/2016". The window has a date "02/03/2019" and a revision "CHECKLIST REV. 00". Below the title bar is a section "Menù scelta attività d'ispezione:" containing a grid of 18 buttons, each with a number, a category name, and a "Compila" button.

Menù scelta attività d'ispezione:		
1. Idraulica Compila	7. Archeologia Compila	13. Impianti Meccanici Compila
2. Geotecnica Compila	8. Sovrastruttura Compila	14. Impianti Idraulici Compila
3. Geologia Compila	9. Tracciato Compila	15. Sicurezza Compila
4. Strutture Compila	10. Esercizio Compila	16. Cantierizzazione Compila
5. Architettura Compila	11. Impianti Elettrici Compila	17. Espropri Compila
6. Ambiente Compila	12. Impianti Elettronici Compila	18. Quadro Economico Compila

Fig. 2 – Finestra “Attività d'ispezione”.  
Fig. 2 – “Inspection activity” window.



<INSERIRE LOGO>		CHECK LIST PROGETTO ESECUTIVO ITCF-CXXXXX-XX-ATF-CK-00001	Rev. 00
Attività 8: SOVRASTRUTTURA			
<b>ANAGRAFICA DEL PROGETTO</b>			
Ispettore:	...		
Esperto Tecnico:	...		
Attività Svolta:	Sovrastruttura ferroviaria		
NOTE:	...		
Stato di avanzamento	N° Emissione: ...	Data ...	
Cliente	...		
Progettista	...		
Titolo del Progetto	...		
Codice Commessa	...		
Livello del Progetto	Esecutivo		
Metodo di Ispezione	...		
Percentuale di verifica da effettuarsi sulla documentazione	...		
Richieste specifiche del Cliente nella verifica del progetto	...		
Normativa di riferimento per le attività di verifica della progettazione	1. D.lgs. 18/04/2016 e s.m.i. (D.lgs. 56/2017); 2. Linea Guida n.1 ANAC, Indirizzi generali sull'affidamento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria; 3. D.P.R. 05/10/2010 n. 207, Documento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 10 aprile 2006, n.163; 4. RT-10 SINCERT del 19/07/2005, Criteri generali per la valutazione da parte di SINCERT delle attività di verifica dei progetti ai fini delle relative valutazioni.		
		 <b>Compilazione Check-List →</b>	

Fig. 3 – Finestra relativa ad “Anagrafica del progetto”.  
Fig. 3 – Window relating to “Project master data”.

ra e contenuti implementati per l'attività di ispezione connessa alla *Sovrastruttura*, che come prima azione richiede innanzitutto la compilazione dell'anagrafica, ossia di tutti i dati propri del progetto e dell'ispettore o esperto tecnico che esegue la verifica. In Fig. 3 oltre alle voci da compilare si evidenzia il report delle norme di riferimento che, così come per le sezioni successive, è possibile consultare direttamente dalla lista di controllo mediante collegamento ipertestuale. L'adeguata compilazione dell'anagrafica viene opportunamente evidenziata così da poter procedere alla compilazione della Check-list.

La struttura della check-list, così come rappresentato in Fig. 4, è stata organizzata in due sezioni principali che riportano i controlli necessari per verificare la conformità, rispettivamente, al comma 3 e al comma 4.

information on the contents and operation are reported in the description of the application specifically carried out.

#### 4. Use of checklists for design verification of a railway infrastructure

The diagram and contents that characterise the checklists for verifying a railway infrastructure project are presented below, referring specifically to the executive design.

The user who is about to start the inspection activity is welcomed by a general screen, at the start of the programme, common to all the inspectors, which allows choosing the inspection activity, as shown in Fig. 2. By clicking on one of the available options the relative Checklist can be accessed.

By way of example, in this work, we will illustrate the structure and contents implemented for the inspection activity connected to the Superstructure, which as a first action requires first of all the compilation of the master data, i.e. all the data of the project and of the inspector or expert technician performing the verification. Fig. 3 highlights the report of the reference standards, in addition to the items to be filled in, which, as for the following

<INSERIRE LOGO>		CHECK LIST PROGETTO ESECUTIVO ITCF-CXXXXX-XX-ATF-CK-00001	Rev. 00
Attività 8: SOVRASTRUTTURA			
<b>SEZIONE 1:</b> Verifica di conformità al comma 1 e comma 3, art. 26, D.lgs. 50/2016: verifica di rispondenza ai documenti di cui all'art. 23 del D.lgs. 50/2016 (nel transitorio D.P.R. 207/2010), verifica dell'unità progettuale e conformità alla normativa vigente.			
<b>SEZIONE 1a:</b> Norme applicabili e di riferimento			
<b>SEZIONE 2:</b> Verifica di conformità al comma 4, art. 26, D.lgs. 50/2016			
		<b>RIEPILOGO →</b>	

Fig. 4 – Sezioni costituenti la struttura della check-list per ogni attività.  
Fig. 4 – Sections constituting the checklist structure for each activity.

dell'articolo 26 del D.lgs. 50/2016 e da una sottosezione indirizzata unicamente alla verifica della conformità alla normativa dello specifico settore di ispezione e che riguarda, quindi, ciascun ambito di influenza della infrastruttura in progetto.

La sezione 1 (Fig. 5) ha un carattere generale ed è adatta a qualsiasi approfondimento connesso al progetto esecutivo.

In questa sezione sono, infatti, riportati i controlli per verificare la rispondenza degli elaborati progettuali ed attestarne la conformità [...]. Si evince come in questa fase i controlli della check-list siano focalizzati sugli elaborati progettuali trasmessi, i quali devono essere completi, con contenuti opportunamente sviluppati e con grado di approfondimento adeguato al livello progettuale considerato e coerente con il livello progettuale precedente e con la normativa vigente. In merito a quanto detto, per la definizione di un elenco elaborati esaustivo da inserire nella check-list, si sono utilizzate le disposizioni di cui alla parte II, titolo II, capo I, nonché gli allegati o le parti di allegati ivi richiamate, del D.P.R. 207/2010 che in questo periodo transitorio continuano ad avere vigenza, fino alla data di entrata in vigore del decreto del Ministro delle infrastrutture e trasporti previsto dall'art. 23 del codice e che definirà i nuovi contenuti della progettazione nei tre livelli progettuali. La check-list presentata in questo lavoro è destinata alla verifica di un progetto esecutivo, dunque si è fatto riferimento agli articoli da 33 a 43 del Regolamento che approfondiscono tale livello di dettaglio con riferimento ad elenco degli elaborati e contenuti che gli stessi devono possedere. Tale elenco è stato quindi integrato con l'elenco dei documenti relativi al progetto di monitoraggio ambientale e al manuale di gestione ambientale così come da Allegato XXI del D.lgs. 163/2006. Una ulteriore integrazione è stata effettuata con riferimento a quanto riportato nel Regolamento Tecnico 10 di SINCERT "Criteri generali di valutazione delle attività di verifica del progetto ai fini delle relative valutazioni" che rappresenta uno strumento di ACCREDIA, ente unico di accreditamento designato dal governo italiano per gli Organismi di Ispezione, al quale tali Organismi sono chiamati ad uniformarsi per garantire omogeneità di comportamenti nello svolgere le attività di verifica dei progetti ai fini della loro validazione. Durante la fase di stesura della check-list ci si è accertati che nelle Linee Guida n.1 ANAC non vi fossero controlli ulteriori rispetto a quelli così individuati.

A questa sezione è associata una sottosezione 1a (Fig. 6) che riguarda la verifica della conformità alla normativa di ciascun ambito di influenza della infrastruttura in progetto.

Con riferimento alla sovrastruttura ferroviaria, ad esempio, il quadro normativo di riferimento che è stato prodotto riguarda il contesto italiano e ha una connotazione estremamente generale, raccogliendo tutte le norme individuate in tema di progettazione, sicurezza e ma-

*sections, can be consulted directly from the checklist using the hypertext link. The adequate compilation of the master data is properly highlighted so as to be able to proceed with the compilation of the Checklist.*

*The structure of the checklist, as represented in Fig. 4, has been organised in two main sections which show the controls necessary to verify compliance, respectively, in paragraph 3 and paragraph 4 of article 26 of Legislative Decree 50/2016 and by a subsection addressed solely to verifying compliance with the specific inspection sector legislation and which therefore concerns each area of influence of the project infrastructure.*

*Section 1 (Fig. 5) has a general nature and is suitable for any in-depth analysis related to the executive project.*

*In this section the controls are in fact reported to verify the correspondence of the design documents and certify their conformity [...]. It can be seen how in this phase the checklist controls are focused on the transmitted design documents, which must be complete, with contents appropriately developed and with a degree of in-depth analysis appropriate to the project level considered and consistent with the previous project level and with the legislation in force. With regard to what has been said, for the definition of an exhaustive list to be included in the checklist, the provisions of Part II, Title II, Chapter I, as well as the attachments or parts of attachments referred to therein of Presidential Decree 207/2010 were used that, in this transitional period, continue to be in force, up to the date of entry into force of the decree of the Minister of Infrastructure and Transport provided by Article 23 of the code and which will define the new contents of the design in the three project levels. The checklist presented in this work is intended for the verification of an executive project, therefore reference was made to Articles 33 to 43 of the Regulation in which an in-depth analysis of this level of detail is made with reference to the list of documents and contents that they must possess. This list was then integrated with the list of documents relating to the environmental monitoring project and the environmental management manual as per Attachment XXI of Legislative Decree 163/2006. A further integration was carried out with reference to the contents of the SINCERT Technical Regulation 10 "General criteria for evaluating project verification activities for the purposes of the related assessments" which is an ACCREDIA tool, the sole accreditation body designated by the Italian government for the Inspection Bodies, to which these Bodies are required to comply in order to guarantee uniformity of behaviour in carrying out the verification activities of the projects for the purpose of their validation. During the drafting of the checklist it was ascertained that there were no further controls with respect to those thus identified in the ANAC Guidelines No. 1.*

*This section is associated with a subsection 1a (Fig. 6) that concerns the verification of compliance with the regulations of each area of influence of the infrastructure in the project.*

<INSERIRE LOGO>	CHECK LIST PROGETTO ESECUTIVO	Rev. 00
	ITCF-CXXXXX-XX-ATF-CK-00001	
← Menù scelta sezioni		
Attività 8: SOVRASTRUTTURA		
<b>SEZIONE 1:</b> Verifica di conformità al comma 1 e comma 3, art. 26, D.lgs. 50/2016: verifica di rispondenza ai documenti di cui all'art. 23 del D.lgs. 50/2016 (nel transitorio D.P.R. 207/2010), verifica dell'unità progettuale e conformità alla normativa vigente.		
<b>CONTROLLI</b>	<b>GIUDIZIO</b>	<b>NOTE</b>
<b>A. Relazione generale del progetto esecutivo (art.34 DPR 207/2010)</b>	-	
1. La relazione generale del progetto esecutivo descrive in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi. Nel caso in cui il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, la relazione precisa le caratteristiche illustrate negli elaborati grafici e le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto riguardanti le modalità di presentazione e di approvazione dei componenti da utilizzare.	-	
2. La relazione generale contiene l'illustrazione dei criteri seguiti e delle scelte effettuate per trasferire sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal progetto definitivo approvato; la relazione contiene inoltre la descrizione delle indagini, rilievi e ricerche effettuati al fine di ridurre in corso di esecuzione la possibilità di imprevisti.	-	
3. La relazione illustra altresì la struttura dell'organizzazione prevista per l'attuazione del progetto di monitoraggio ambientale, la definizione delle figure responsabili, nonché l'organizzazione, le modalità ed il programma stabilito per l'adozione del sistema di gestione ambientale dei cantieri e l'eventuale certificazione ISO 14001 o registrazione EMAS o altri sistemi asseverati dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.	-	
4. La relazione contiene l'attestazione della rispondenza al progetto definitivo e alle eventuali prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso, con particolare riferimento alla compatibilità ambientale ed alla localizzazione dell'opera; contiene le motivazioni che hanno indotto il progettista alla variazione delle indicazioni contenute nel progetto preliminare stesso.	-	
5. Verificare che i contenuti siano coerenti con la loro descrizione capitolare e grafica, nonché con i requisiti definiti nello studio di fattibilità ovvero nel documento preliminare alla progettazione e con i contenuti delle documentazioni di autorizzazione ed approvazione facenti riferimento alla fase progettuale precedente.	-	
6. Accertare l'acquisizione di tutte le approvazioni ed autorizzazioni di legge previste per il livello di progettazione necessarie ad assicurare l'immediata cantierabilità del progetto.	-	
<b>B. Relazioni specialistiche (art. 35 DPR 207/2010)</b>	-	
1. Il progetto esecutivo prevede almeno le medesime relazioni specialistiche contenute nel progetto definitivo, che illustrino puntualmente le eventuali indagini integrative, le soluzioni adottate e le modifiche rispetto al progetto definitivo.	-	
2. Per gli interventi di particolare complessità, per i quali si sono rese necessarie, nell'ambito del progetto definitivo, particolari relazioni specialistiche, queste sono sviluppate in modo da definire in dettaglio gli aspetti inerenti alla esecuzione e alla manutenzione degli impianti tecnologici e di ogni altro aspetto dell'intervento o del lavoro, compreso quello relativo alle opere a verde.	-	
3. Le relazioni contengono l'illustrazione di tutte le problematiche esaminate e delle verifiche analitiche effettuate in sede di progettazione esecutiva.	-	

Fig. 5 – Estratto rappresentativo della Sezione 1.

Fig. 5 – Representative abstract of Section 1.

<INSERIRE LOGO>	CHECK LIST PROGETTO ESECUTIVO		Rev. 00
	ITCF-CXXXXX-XX-ATF-CK-00001		
			← Menù sotto sezioni
Attività 8: SOVRASTRUTTURA			
<b>SEZIONE 1a:</b>			
Norme applicabili e di riferimento.			
CONTROLLI	GIUDIZIO	NOTE	
<b>A. Norme tecniche per la sovrastruttura</b>	-		
1. REGOLAMENTO (UE) N.1299, 18/11/2014, Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema infrastruttura + RFI DTC A0011 P 2015 0000956, 19/05/2015, Notifica norme nazionali per casi specifici e punti in sospeso specifiche tecniche di interoperabilità "Infrastruttura" (Regolamento UE 1299/2014) ed "Energia" (Regolamento UE 1301/2014).	-		
a. Scartamento nominale [§4.2.4.1] [§6.2.4.3]	-		
b. Sopraelevazione [§4.2.4.2.] [§6.2.4.4.]	-		
c. Valutazione dei valori di progetto della conicità equivalente [§4.2.4.5] [§6.2.4.6.] [§7.7.10.2.] [RFI DTC A0011 P 2015 0000956 del 19/05/2015, Allegato 1, STI Infra., Caso specifico 2]	-		
d. Profilo del fungo della rotaia per il binario di corsa [§4.2.4.6.] [§6.2.4.7.]	-		
e. Inclinazione della rotaia [§4.2.4.7.]	-		
f. Geometria di progetto dei dispositivi d'armamento [§4.2.5.1.] [§6.2.4.8.]	-		
g. Utilizzo dei deviatori a punta mobile [§4.2.5.2.] [§6.2.4.8.]	-		
h. Lunghezza massima dello spazio non guidato dei cuori doppi delle intersezioni [§4.2.5.3.] [§6.2.4.8.]	-		
i. Resistenza del binario ai carichi verticali [§4.2.6.1.] [§6.2.5.]	-		
j. Resistenza longitudinale del binario [§4.2.6.2.] [§6.2.5.] [RFI DTC A0011 P 2015 0000956 del 19/05/2015, Allegato 1, STI Infra., Punto in sospeso 1]	-		
k. Resistenza laterale del binario [§4.2.6.3.] [§6.2.5.]	-		
l. Sghebbio del binario di progetto dovuto alle azioni del traffico ferroviario [§4.2.7.1.6.] [§6.2.4.9.]	-		
m. Limite di azione immediata per lo sghebbio del binario [§4.2.8.3.]	-		
n. Limiti di azione immediata per dispositivi d'armamento [§4.2.8.6.]	-		
o. Effetto dei venti trasversali [§4.2.10.2.] [§6.2.4.13.]	-		
p. Sollevamento del ballast [§4.2.10.3.] [RFI DTC A0011 P 2015 0000956 del	-		
q. Conicità equivalente in servizio [§4.2.11.2] [§7.7.10.3.] [RFI DTC A0011 P 2015	-		
r. Rotina [§5.3.1]	-		
s. Sistemi di attacco delle rotine [§5.3.2]	-		
t. Traverse [§5.3.3]	-		
u. Norme di esercizio [§4.4]	-		
v. Fascicolo di manutenzione [§4.5.1] [§6.4]	-		
w. Piano di manutenzione [§4.5.2]	-		
x. Qualifiche professionali [§4.6]	-		
y. Condizioni di salute e sicurezza [§4.7]	-		
2. REGOLAMENTO (UE) N.1300, 18/11/2014, Specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone con disabilità e persone a mobilità ridotta + RETTIFICA, 9/05/2017, Rettifica del regolamento n. 1300/2014 della Commissione, del 18 novembre 2014, relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta:	-		

Fig. 6 – Estratto rappresentativo della Sezione 1a.

Fig. 6 - Abstract representing Section 1a.

nutenzione della stessa e che trovano sintesi in (a) regolamenti, direttive e raccomandazioni dell'Unione Europea; (b) norme EN; (c) codici UIC; (d) decreti e leggi nazionali; (e) specifiche tecniche operative, funzionali o di fornitura, istruzioni tecniche, procedure operative e linee Guida del gestore dell'infrastruttura italiano RFI S.p.A.; (f) note e circolari a cura di FS; (g) linee guida dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza nelle Ferrovie. Le norme possono essere organizzate per argomento ed in ordine cronologico. Nella sottosezione sono presenti norme relative a soluzioni progettuali differenti, necessitando quindi di un adattamento caso per caso attraverso l'esclusione tramite giudizio N.A. dei punti non congruenti da parte dell'ispettore che può, ovviamente, integrare eventuali controlli ritenuti mancanti.

Infine, la Sezione 2 (Fig. 7) raccoglie le verifiche necessarie a certificare la conformità al Comma 4 dell'art. 26 del D.lgs 50/2016, ovvero accerta:

- la completezza della progettazione;
- la coerenza e completezza del quadro economico in tutti i suoi aspetti;
- l'appaltabilità della soluzione progettuale prescelta;
- presupposti per la durabilità dell'opera nel tempo;
- la minimizzazione dei rischi di introduzione di varianti e di contenzioso;
- la possibilità di ultimazione dell'opera entro i tempi previsti;
- la sicurezza delle maestranze e degli utilizzatori;
- l'adeguatezza dei prezzi unitari.

Così come rappresentato in Fig. 5, per ogni controllo, l'ispettore può agevolmente esprimere un giudizio di conformità ovvero sulle risultanze riscontrate come anomale in base alla loro gravità secondo la classificazione precedentemente introdotta, potendo inserire al contempo eventuali note, mantenendo visione del processo in corso attraverso uno strumento di navigazione rapida ed una tabella di sintesi dei giudizi espressi, simile a quella rappresentata nella schermata successiva (Fig. 8) con riferimento alla sezione 1.

Per una migliore lettura della check-list compilata, le verifiche contrassegnate con Conforme vengono evidenziate in verde, i Non Conforme in rosso, le Osservazioni, Carenze Formali e i Sospeso in giallo e i Non Applicabili in grigio.

La tabella di sintesi permette di contare in automatico i giudizi espressi e restituisce, per ognuno di questi, il codice univoco caratterizzante ogni singolo punto di verifica. Questa tabella è stata pensata per facilitare il lavoro di stesura del Rapporto di Ispezione tramite una visione di insieme dello stato di avanzamento delle verifiche ed una connessione ipertestuale alle note che caratterizzano ogni giudizio espresso dall'ispettore. La rappresentazione univoca per codici permette, inoltre, una facile sovrapposizione di specifici aspetti che riguardano più discipline e

*With reference to the railway superstructure, for example, the reference regulatory framework that has been produced concerns the Italian context and has an extremely general connotation, gathering up all the rules identified in terms of design, safety and maintenance of the same and which are summarised in (a) European Union regulations, directives and recommendations; (b) EN standards; (c) UIC codes; (d) national decrees and laws; (e) operational, functional or supply technical specifications, technical instructions, operating procedures and Guidelines of the Italian infrastructure operator RFI S.p.A.; (f) notes and circular letters by FS; (g) guidelines of the National Railway Safety Agency. The rules can be organised by topic and in chronological order. In the subsection there are rules relating to different design solutions, thus requiring a case-by-case adaptation through the exclusion by N.A. judgement of non-congruent points by the inspector who can, of course, integrate any controls deemed missing.*

*Finally, Section 2 (Fig. 7) contains the checks necessary to certify compliance with Paragraph 4 of Article 26 of Legislative Decree 50/2016, that is it ascertains:*

- *the completeness of the design;*
- *the consistency and completeness of the economic framework in all its aspects;*
- *the feasibility of the chosen design solution;*
- *the prerequisites for the durability of the work over time;*
- *the minimisation of risks deriving from design changes, claims and litigation;*
- *the possibility of completing the work within the forecasted time;*
- *the safety of workers and users;*
- *the adequacy of unit prices.*

*As shown in Fig. 5, for each control, the inspector can easily express a conformity judgement that is to say on the findings considered to be anomalous based on their severity according to the previously introduced classification, inserting at the same time any notes, maintaining vision of the process in progress through a quick navigation tool and a summary table of the opinions expressed, similar to the one shown in the next screen (Fig. 8) with reference to section 1.*

*For a better reading of the completed checklist, the controls marked with Compliant are highlighted in green, the Non-Compliant in red, the Remarks, Formal Deficiencies and the Pending in yellow and the Not Applicable in grey.*

*The summary table allows automatically counting the opinions expressed and returns, for each of these, the unique code characterising each individual verification point. This table was designed to facilitate the work of drafting the Inspection Report through an overview of the progress of the checks and a hypertextual connection to the notes that characterise each judgement expressed by the inspector. The univocal representation by codes also allows*

<INSERIRE LOGO>	CHECK LIST PROGETTO ESECUTIVO		Rev. 00
	ITCF-CXXXXX-XX-ATF-CK-00001		
<div style="text-align: right;">← Menù scelta sezioni</div>			
Attività 8: SOVRASTRUTTURA			
<b>SEZIONE 2:</b> Verifica di conformità al comma 4, art. 26, D.lgs. 50/2016.			
CONTROLLI		GIUDIZIO	NOTE
<b>A. Completezza della progettazione</b>		-	
1. L'Elenco Elaborati deve essere presente		-	
2. L'Elenco Elaborati deve comprendere tutti gli elaborati previsti dal D.P.R. 207/2010		-	
3. L'Elenco Elaborati deve comprendere tutti gli elaborati trasmessi		-	
4. Tutti gli elaborati presenti in Elenco Elaborati devono essere stati trasmessi		-	
5. Le codifiche riportate in Elenco Elaborati devono rispecchiare quelle indicate nei cartigli dei documenti		-	
6. Gli elaborati progettuali trasmessi devono essere timbrati e firmati dai progettisti titolari dell'affidamento		-	
7. Gli elaborati progettuali trasmessi devono essere timbrati e firmati dalla S.A.		-	
8. Esaustività del progetto in funzione del quadro esigenziale e degli aspetti di funzionalità e fruibilità previsti		-	
9. Esaustività delle informazioni contenute negli elaborati progettuali (per il dettaglio sui singoli elaborati si veda la sezione 1)		-	
10. Esaustività delle modifiche apportate al progetto a seguito di un suo precedente esame		-	
11. Adempimento delle obbligazioni previste nel disciplinare di incarico di progettazione		-	
12. Verificare la completezza, adeguatezza e chiarezza degli elaborati progettuali, grafici, descrittivi e tecnico-economici, previsti dal regolamento. Il controllo di completezza e chiarezza deve riguardare l'esautività, la comunicabilità, la coerenza delle informazioni contenute nella documentazione di progetto. Per l'affidabilità, gli aspetti da controllare sono relativi alla validità o corrispondenza dei dati, delle fonti, e dei metodi di verifica. Per questo tipo di verifica si possono utilizzare "metodi a campione". Il controllo può prevedere anche l'indicazione della presenza di eventuali norme tecniche che possono costituire un utile riferimento per il progetto ove non indicate negli elaborati progettuali.		-	
<b>B. Coerenza e completezza del quadro economico in tutti i suoi aspetti</b>		-	
1. Coerenza del quadro economico con le soluzioni progettuali		-	
2. Redazione del quadro economico in conformità a quanto previsto dal codice appalti e dal D.P.R. 207/2010.		-	
3. Nel quadro economico siano presenti i costi della sicurezza.		-	
<b>C. Appaltabilità della soluzione progettuale prescelta</b>		-	
1. Presenza di autorizzazioni, concessioni, licenze, pareri, intese, nulla osta, atti di assenso comunque denominati necessari alla realizzazione ed esercizio dell'intervento, nonché assolvimento alle eventuali prescrizioni ivi contenute		-	
2. Presenza di un quadro documentato delle forme e fonti di finanziamento per la copertura della spesa, con specificazione delle relative disponibilità di risorse attraverso il rinvio ai provvedimenti amministrativi che garantiscono tali coperture		-	

Fig. 7 – Estratto rappresentativo della Sezione 2.  
 Fig. 7 - Representative abstract of Section 2.

che necessitano di un adeguato approfondimento in fase di analisi delle interferenze.

La validazione delle check-list proposte come strumento per l'ottimizzazione del processo ispettivo è stata effettuata applicandole per la verifica del progetto del tracciato di una nuova linea ferroviaria di 4 km a doppio binario localizzata nel nord Italia, per il solo traffico passeggeri e con velocità massima pari a 100 km/h.

Alla ricezione dei documenti trasmessi dai progettisti, l'ispettore avvia la check-list accedendo alla sezione "9. Tracciato" e procede alla compilazione dell'anagrafica del progetto.

L'inizio dell'attività ispettiva vera e propria è caratterizzata dalla modifica della lista dei controlli per renderli aderenti alle caratteristiche del progetto analizzato. L'idea alla base di questo strumento, come è già stato accennato, è quella di avere subito a disposizione la maggior parte dei controlli necessari, cosicché, a differenza delle classiche liste cartacee, l'ispettore possa essere in grado di escludere semplicemente tramite giudizio "NA" tutto ciò che non è inerente al caso dalla Check-list e quindi anche dal conseguente rapporto ispettivo.

Il progetto in questione è caratterizzato da uno scartamento di 1435 mm; solo traffico passeggeri;  $V_{max}$  pari a 100 km/h; Gabarit C; PMO 5; Interasse 4 m; Assenza di marciapiedi e stazioni.

Queste informazioni, ad esempio, permettono di escludere a priori tutti i controlli legati a scartamenti diversi da quello standard, al traffico merci, a sagome e interassi differenti da quelli indicati e i controlli in corrispondenza di stazioni e marciapiedi.

Analizzando i controlli presenti nella Sezione 1a, prettamente legati al tracciato ferroviario, il primo punto (Controllo 1a.1.c.) richiede la verifica della pendenza massima pari a 16,67 ‰ minore del 35 ‰ adottato dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilità per il sottosistema infrastruttura e da RFI in caso di solo traffico viaggiatori cosicché il controllo è stato giudicato Conforme. Si procede con i raggi minimi di curvatura orizzontale e verticale. Infatti, il primo è risultato essere 502 m, maggiore del limite minimo di 275 m per RFI o 150 m delle STI, ed il secondo 5000 m sia per i raccordi concavi che convessi superiori sia ai 3500 m per RFI che dei 900 m e 500 m rispettivamente nel caso concavo o convesso consigliati dalle STI. Allo stesso modo si procede per le successive verifiche, esportando in conclusione le risultanze sotto forma di rapporto d'ispezione tramite apposito comando.

easy overlapping the specific aspects that concern several disciplines and that need adequate in-depth analysis in the interference analysis phase.

The validation of the proposed checklists as a tool for the optimisation of the inspection process was carried out by applying them for verifying the design of the layout of a new 4 km double-track railway line located in northern Italy, for passenger traffic only and with a maximum speed of 100 km/h.

Upon receipt of the documents sent by the designers, the inspector starts the checklist by accessing section "9. Layout" and proceeds to compile the project database.

The start of the inspection activity itself is characterised by the modification of the list of controls to make them comply with the characteristics of the project analysed. As has already been mentioned, the idea behind this tool is to have most of the necessary controls immediately available, so that, unlike the classic hard copy lists, the inspector can exclude from the Checklist simply by judgement "NA" all that is not inherent to the case and therefore also from the consequent inspection report.

The project in question is characterised by a gauge of 1435 mm; passenger traffic only;  $V_{max}$  equal to 100 km/h; Gabarit C; PMO 5; Distance between centres of lines 4 m; Absence of platforms and stations.

This information, for example, allows excluding a priori all the controls related to gauges other than the standard one, to freight traffic, to gauges and distances between centres of lines different from those indicated and controls at stations and footpaths.

Analysing the controls in Section 1a, strictly related to the railway line, the first point (Control 1a.1.c.) requires verification of the maximum slope equal to 16.67 ‰ less than 35 ‰


<INSERIRE LOGO>		CHECK LIST PROGETTO ESECUTIVO	Rev. 00																								
		ITCF-CXXXXX-XX-ATF-CK-00001																									
Attività 8: SOVRASTRUTTURA																											
<div> <div>← ELENCO ATTIVITÀ</div> <div>← Sezione 1</div> <div>← Sezione 1a</div> <div>← Sezione 2</div> </div>																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RIEPILOGO</th> </tr> <tr> <th>GIUDIZIO</th> <th>TOT.</th> <th>RIFERIMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Conforme</td> <td>8</td> <td>1.A. , 1.A.1. , 1.A.2. , 1.B.1. , 1.B.7. , 1.D.1.e. , 1.D.1.f. , 1.D.1.g.</td> </tr> <tr> <td>Non Conforme</td> <td>4</td> <td>1.A.3. , 1.B.2. , 1.B.6. , 1.C.</td> </tr> <tr> <td>Osservazione</td> <td>3</td> <td>1.A.4. , 1.B.3. , 1.C.1.a.</td> </tr> <tr> <td>Carenza Formale</td> <td>3</td> <td>1.A.5. , 1.B.4. , 1.C.1.</td> </tr> <tr> <td>Sospeso</td> <td>3</td> <td>1.A.6. , 1.B.5. , 1.B.5.d.</td> </tr> <tr> <td>Non Applicabile</td> <td>5</td> <td>1.B.5.a. , 1.B.5.b. , 1.B.5.c. , 1.D.2. , 1.D.3.</td> </tr> </tbody> </table>				RIEPILOGO			GIUDIZIO	TOT.	RIFERIMENTO	Conforme	8	1.A. , 1.A.1. , 1.A.2. , 1.B.1. , 1.B.7. , 1.D.1.e. , 1.D.1.f. , 1.D.1.g.	Non Conforme	4	1.A.3. , 1.B.2. , 1.B.6. , 1.C.	Osservazione	3	1.A.4. , 1.B.3. , 1.C.1.a.	Carenza Formale	3	1.A.5. , 1.B.4. , 1.C.1.	Sospeso	3	1.A.6. , 1.B.5. , 1.B.5.d.	Non Applicabile	5	1.B.5.a. , 1.B.5.b. , 1.B.5.c. , 1.D.2. , 1.D.3.
RIEPILOGO																											
GIUDIZIO	TOT.	RIFERIMENTO																									
Conforme	8	1.A. , 1.A.1. , 1.A.2. , 1.B.1. , 1.B.7. , 1.D.1.e. , 1.D.1.f. , 1.D.1.g.																									
Non Conforme	4	1.A.3. , 1.B.2. , 1.B.6. , 1.C.																									
Osservazione	3	1.A.4. , 1.B.3. , 1.C.1.a.																									
Carenza Formale	3	1.A.5. , 1.B.4. , 1.C.1.																									
Sospeso	3	1.A.6. , 1.B.5. , 1.B.5.d.																									
Non Applicabile	5	1.B.5.a. , 1.B.5.b. , 1.B.5.c. , 1.D.2. , 1.D.3.																									
<div>  <b>STAMPA RAPPORTO</b> </div>																											

Fig. 8 – Sintesi delle attività di verifica per la sezione 1.

Fig. 8 – Summary of verification activities for section 1.

Quest'applicazione ha permesso di provare la semplicità di utilizzo di questo strumento in forma digitale, evidenziandone i vantaggi, quali, per esempio, la possibilità di avere sempre a disposizione tutti i controlli con i relativi giudizi e la rapidità di trasferimento delle informazioni per la stesura del rapporto finale.

### 5. Liste di Controllo in ambiente BIM

Con l'entrata in vigore del Decreto 1 dicembre 2017, n. 560 sui metodi e strumenti elettronici di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, risulta già oggi obbligatorio (lo è dal 1° gennaio 2019) l'utilizzo del BIM per la progettazione delle opere pubbliche di importo pari o superiore a 100 milioni di euro, e poi via via per importi minori a decorrere dagli anni successivi al 2019 fino alle opere di importo inferiore a 1 milione di euro, per le quali l'obbligatorietà decorre dal 1° gennaio 2025. In questo contesto risulta necessario approfondire come condurre la verifica della progettazione delle infrastrutture ferroviarie che per loro intrinseca complessità, superando la soglia dei 100 milioni di euro in valore, dovranno essere progettate in BIM e tanto più che ad oggi il quadro normativo e regolamentare, cogente o di riferimento, per la verifica preventiva della progettazione non definisce alcun processo specifico per il controllo dei progetti sviluppati in BIM [13]. In linea generale, la proposta struttura delle check list è stata predisposta per essere integrata con il possibile iter procedurale nella verifica di progetti corredati di modello digitale così da effettuare i seguenti controlli di BIM checking anche attraverso opportuni applicativi all'uopo sviluppati e solo in parte già presenti sul mercato.

Occorre, innanzitutto, una verifica della coerenza del modello BIM sviluppato in fase di progettazione con il capitolato informativo per il BIM redatto dalla stazione appaltante, il piano di gestione informativa per il BIM redatto dai progettisti e le normative di settore applicabili (D.M. 560/2017; serie UNI 11337; serie UNI 19650). In tale contesto, è utile sottolineare le particolarità legate alla digitalizzazione delle infrastrutture ferroviarie ed alla non ancora completa interoperabilità dei relativi modelli e formati di interscambio ad oggi sviluppati [14].

Il passo successivo è, quindi, la verifica della coerenza (qualitativa e quantitativa) ed univocità tra elaborati tradizionali ed analoghi elaborati estratti dal modello digitale BIM in termini di contenuto informativo, leggibilità e rappresentazione grafica. Per le infrastrutture ferroviarie risulta particolarmente rilevante controllare la configurazione ed il posizionamento assoluto e reciproco dei vari elementi componenti ciascun sottosistema (infrastruttura, energia, segnalamento) in relazione a riferimenti continuamente variabili nello spazio in ragione dello sviluppo longitudinale dell'infrastruttura, confrontando l'approccio tradizionale 2d della sezione tipologica, per analizzarne la transizione in continuo lungo l'intero tracciato dell'opera.

*adopted by the Technical Specifications for Interoperability of the infrastructure subsystem and by RFI in the case of passenger traffic so that the control was judged as Compliant. We proceed with the minimum horizontal and vertical curvature radii. In fact, the first was found to be 502 m, greater than the minimum limit of 275 m for RFI or 150 m of TSI, and the second 5000 m for both concave and convex connections over the limit of both 3500 m for RFI and 900 m and 500 m respectively in the concave or convex case recommended by the TSIs. In the same way, we proceed with the subsequent verifications, exporting the results in the form of an inspection report by means of a special command.*

*This application has allowed testing the ease of use of this tool in digital form, highlighting the advantages, such as, for example, the possibility of always having all the controls available with the relative judgements and the speed of information transfer for the drafting of the final report.*

### 5. Checklists in BIM environment

*With the entry into force of Decree no. 560 of 1 December 2017, on electronic modelling methods and tools for construction and infrastructure, (as of 1 January 2019) it is already mandatory to use BIM for the design of public works for an amount equal to or greater than 100 million euros, and then gradually for smaller amounts starting from the years subsequent to 2019 up to works for an amount of less than 1 million euros, for which the obligation becomes effective from 1 January 2025. In this context, it is necessary to study in depth how to carry out the verification of the design of railway infrastructures which, due to their intrinsic complexity, exceeding the threshold of 100 million euros in value, will have to be designed in BIM and even more so as currently the normative and regulatory framework, mandatory or reference, for the preventive verification of the design does not define any specific process for the control of projects developed in BIM [13]. In general, the proposed checklists structure has been prepared to be integrated with the possible procedures in the verification of projects provided with a digital model so as to carry out the following BIM checking also through appropriate applications developed for this purpose and only in part already present on the market.*

*First of all, it is necessary to verify the consistency of the BIM model developed during the design phase with the BIM informative specification drawn up by the contracting authority, the BIM information management plan drawn up by the designers and the applicable sector regulations (Ministerial Decree 560/2017; UNI 11337 series; UNI 19650 series). In this context, it is useful to underline the particularities linked to the digitisation of railway infrastructures and to the not yet complete interoperability of the related interchange models and formats developed to date [14].*

*The next step is, therefore, the verification of the consistency (qualitative and quantitative) and uniqueness between traditional and similar documents extracted from the digital BIM model in terms of information content, readability and graphic representation. For railway infrastructures, it is par-*

Segue una verifica di conformità normativa attraverso modello BIM con l'utilizzo di diversi set di regole implementate e validate all'interno del modello per ciascun sottosistema e/o macrocomponente ferroviario. Nel caso specifico delle infrastrutture ferroviarie la possibilità ad esempio di poter avere nel modello di BIM checking i controlli previsti dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilità per ciascun sottosistema ferroviario, consentirebbe di verificare il requisito di interoperabilità dell'opera con un livello avanzato di automazione rispetto a quanto già usualmente fatto con metodi tradizionali in fase di verifica preliminare della progettazione.

È necessaria, quindi, una verifica delle interferenze sul modello BIM, generato dalla federazione dei singoli modelli relativi a ciascun sottosistema e/o macrocomponente ferroviario, al fine di effettuare il controllo dell'integrazione delle interfacce tra le diverse parti all'interno del sistema ferroviario, individuando possibili errori ed incongruenze progettuali rilevanti. Per le infrastrutture ferroviarie ad esempio, la verifica di visibilità dei segnali, che nell'approccio tradizionale è demandata a fasi successive rispetto alla progettazione, può essere così anticipata già nella fase di verifica della progettazione con evidenti vantaggi economici in termini di gestione delle varianti e delle riconfigurazioni degli impianti di cablaggio e segnalamento.

Completa il quadro una verifica trasversale relativa al controllo attraverso modello BIM dei tempi e dei costi associati a ciascuna lavorazione rispetto ai valori definiti rispettivamente nel cronoprogramma e nei computi metrici estimativi. Nel caso delle infrastrutture ferroviarie ad esempio, la corretta fasizzazione delle lavorazioni e la relativa definizione della cantierizzazione non può prescindere dalle soggezioni indotte all'esercizio ferroviario sia nel caso di ammodernamento o potenziamento di infrastrutture esistenti sia nel caso di infrastrutture nuove attivate per lotti. La possibilità di eseguire già in fase di verifica della progettazione controlli trasversali di questo tipo permetterà, inoltre, di verificare l'attendibilità della durata prevista dei lavori e di verificarne la compatibilità con i programmi di esercizio esistenti e futuri.

## 6. Conclusioni

La qualità progettuale è oggi un requisito fondamentale per qualsiasi infrastruttura, cosicché le responsabilità a carico degli organismi incaricati di accertarla sono sempre maggiori. In quest'ottica, tutti quegli strumenti atti a semplificare ed a rendere efficiente il processo di verifica e validazione concorrono a migliorare l'iter progettuale e più in generale l'opera finale con evidenti vantaggi per la collettività.

Con questo lavoro si è voluto mostrare il percorso che ha portato alla definizione ed implementazione di un utile strumento per la verifica della progettazione di una infrastruttura ferroviaria, che possa rappresentare un valido supporto al lavoro dell'ispettore in tutte le fasi di tale attività.

*particularly important to check the configuration and the absolute and reciprocal positioning of the various elements making up each subsystem (infrastructure, energy, signalling) in relation to references that are continuously variable in space due to the longitudinal development of the infrastructure, comparing the traditional 2D approach of the typological section, to analyse the continuous transition along the entire route of the work.*

*This is followed by a regulatory compliance check through the BIM model with the use of different sets of rules implemented and validated within the model for each subsystem and/or railway macro-component. In the specific case of railway infrastructures, for example, the possibility of having the controls envisaged by the Technical Specifications for Interoperability in the BIM checking model for each railway subsystem, would allow verifying the requirement for interoperability of the work with an advanced level of automation with respect to what is already usually done with traditional methods in the preliminary design verification phase.*

*It is therefore necessary to check the interferences on the BIM model, generated by the federation of the individual models related to each subsystem and/or railway macro-component, in order to check the integration of the interfaces between the different parts within the railway system, identifying possible errors and significant design inconsistencies. For railway infrastructures, for example, the verification of the visibility of signals, which in the traditional approach is entrusted to subsequent phases with respect to the design, can thus be anticipated already in the design verification phase with obvious economic advantages in terms of variant management and of the reconfigurations of the wiring and signalling systems.*

*The picture is completed by a cross check relating to the control by means of the BIM model of the times and costs associated with each process with respect to the values defined respectively in the time schedule and in the bill of quantities. In the case of railway infrastructures, for example, the correct phasing of the works and the relative definition of the construction site cannot disregard the submissions induced to railway operation both in the case of modernisation or strengthening of existing infrastructures and in the case of new infrastructures activated by lots. The possibility of carrying out transversal controls of this type already during the design verification phase will also allow verifying the reliability of the expected duration of the works and checking its compatibility with existing and future operating programmes.*

## 6. Conclusions

*Design quality is today a fundamental requirement for any infrastructure, so the responsibilities of the bodies responsible for ascertaining it are always greater. In this perspective, all those tools designed to simplify and make efficient the verification and validation process contribute to improving the design process and more generally the final work with obvious advantages for the community.*

Per giungere ad una completa definizione delle liste di controllo si è ritenuto necessario indagare il significato ed i vantaggi economici della verifica della progettazione con il fine di comprendere le necessità e gli scopi che una lista di controllo (check-list) avrebbe dovuto soddisfare. Lo studio della letteratura, infatti, ha dimostrato che l'applicazione efficace della verifica degli elaborati progettuali permetterebbe di ridurre un'aliquota anche molto consistente degli errori di progetto, causa, molto spesso, di importanti incrementi nelle spese e nei tempi di realizzazione delle opere, oltre che di possibile contenzioso tra committente ed appaltatore.

La struttura di ogni lista di controllo è basata sulla rispondenza della stessa alle attività che è previsto debbano caratterizzare la verifica di una progettazione ferroviaria. Sono state, nello specifico, individuate due sezioni principali che riportano i controlli necessari per verificare la conformità, rispettivamente, al comma 1 e 3 e al comma 4 dell'articolo 26 del D.lgs. 50/2016. I contenuti di ogni sezione sono sia generali sia riferibili agli specifici ambiti di ispezione, garantendo al contempo l'immediata evidenza di eventuali interferenze da approfondire. La digitalizzazione di tali liste ha permesso di evidenziare le potenzialità di semplificazione di alcuni processi, oltre che la possibilità di strutturare l'analisi dell'ispettore con più elevati criteri di qualità e schematizzazione dei requisiti che devono essere verificati.

Un ulteriore sviluppo di tale lavoro prevede di tradurre le check-list in un linguaggio compatibile con il Building Information Modeling, ormai fortemente presente in ambito progettuale, in modo da rendere più agevoli gran parte delle verifiche, sollevando l'ispettore da parte del carico di lavoro a cui è sottoposto, con un evidente incremento anche della qualità finale della progettazione.

*With this work we wanted to show the path that led to the definition and implementation of a useful tool for verifying the design of a railway infrastructure, which could represent a valid support to the inspector's work in all phases of this activity.*

*In order reach a complete definition of the checklists, it was considered necessary to investigate the meaning and the economic advantages of the design verification in order to understand the needs and purposes that a checklist should have met. The study of literature, in fact, has shown that the effective application of the verification of the design documents would make it possible to reduce even a very substantial rate of design errors, which very often cause important increases in costs and in the time taken to complete the works, as well as a possible dispute between the client and the contractor.*

*The structure of each checklist is based on its compliance with the activities that are expected to characterise the verification of a railway design. Specifically, two main sections have been identified that contain the necessary compliance verification controls, respectively, in paragraphs 1 and 3 and paragraph 4 of Article 26 of Legislative Decree 50/2016. The contents of each section are both general and referable to specific areas of inspection, while ensuring immediate evidence of any interference to be investigated. The digitisation of these lists has allowed us to highlight the simplification potential of some processes, as well as the possibility of structuring the inspector's analysis with higher quality criteria and schematisation of the requirements that must be verified.*

*A further development of this work involves translating the checklists into a language compatible with Building Information Modelling, now strongly present in the design field, in order to make most of the verifications easier, relieving the inspector from the workload to which he/she is subjected, with an evident increase also in the final quality of the design.*

## BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] MAROPOULOS P. G., CEGLAREK D., (2010), "Design verification and validation in product lifecycle", IRP Annals-Manufacturing Technology, pp. 740-759.
- [2] ARDITI D., GUNAYDIN H. M., (1997), "Total quality management in the construction process", International Journal of project Management, Vol. 15, No. 4, pp. 235-243.
- [3] RUGGIERO R., (2005), "La Validazione del progetto: Verifica della qualità tecnica nella progettazione", Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- [4] Lavori Pubblici (2018), "Codice dei contratti: la validazione e l'approvazione del progetto", <https://www.lavori-pubblici.it/news/2018/03/LAVORI-PUBBLICI/20034/Codice-dei-contratti-La-validazione-e-l-approvazione-del-progetto> (consultato in gennaio 2019).
- [5] BAHILL A. T., J. HANDERSON S., (2005), "Requirements Development, Verification, and Validation exhibited in famous failures", System Engineering, pp. 1-14.
- [6] ROSENFELD Y. (2009), "Cost of quality versus cost of non quality in construction: the crucial balance" Construction Management and Economics Volume 27, Issue 2.

- [7] Consiglio Nazionale degli Ingegneri, (2017); "S.G.Q. UNI EN ISO 9001:2015: Le attività di verifica della progettazione ai fini della validazione", Roma: DEI s.r.l. Tipografia del Genio Civile.
- [8] SHIPPER S., (2016), "*Diagnosing verification and validation problems in public civil engineering projects: How building the right system right can go wrong*", Research project University of Twente (NL).
- [9] JOSEPHSON P.E., HAMMARLUND Y., (1999) "*The causes and costs of defects in construction. A study of seven building projects*" Automation in Construction 8, pp 681–687.
- [10] DI GIUDA G., VILLA V., POLETTI M., (2013), "Analisi dell'efficienza e dell'efficacia della verifica ai fini della validazione", Construction Management, pp. 91-104.
- [11] GIANFORTE P. L., (2018), "Verifica e Validazione del progetto: esecutività del progetto e profili di criticità", Lavori Pubblici: <https://www.lavoripubblici.it/news/2018/08/LAVORI-PUBBLICI/20761/Verifica-e-Validazione-del-progetto-esecutivita-del-progetto-e-profilo-di-criticita>
- [12] D'INCECCO BAYARD G. P., (2013), "Appalti Pubblici: l'importanza della verifica ai fini della validazione dei progetti", Sole24Ore, pp. 65-68.
- [13] DELL'ACQUA G., GUERRA DE OLIVEIRA S., BIANCARDO S., (2018), "BIM per infrastrutture ferroviarie: stato dell'arte, standard dei dati e sviluppo generali", Ingegneria Ferroviaria 11, pp 901-923.
- [14] China Railway Bim Alliance (20158), "*Standard bSI SPEC Rail – Railway BIM Data Standard (version 1.0)*".

### L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

Il nuovo volume rappresenta un riferimento unico ed originale della storia e della evoluzione dell'Alta Velocità in Italia, dalle prime direttissime, alla Firenze-Roma, alle nuove linee AV-AC di recente entrate in servizio. Un immancabile "compagno" della *Storia e Tecnica Ferroviaria* già edita dal CIFI e un testo indispensabile per tutti i cultori, studiosi e appassionati del modo delle ferrovie. Una strenna ideale per ... se stessi, oltre che per amici personali, clienti e dipendenti delle aziende.

Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

#### INDICE

- Ricerca e sviluppo della Velocità ferroviaria
- Le caratteristiche tecniche dell'AV
- Linee AV nel mondo
- Le Direttissime in Italia
- Nasce l'Alta Velocità-Alta Capacità
- Le Nuove Linee
- Milano-Bologna e Bologna-Firenze
- Nuove linee sui valichi alpini

Prezzo di copertina € 40,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.

