



Il sistema di gestione qualità nella costruzione di due nuove linee della metropolitana di Mumbai

The quality management system in the construction of two new lines of the Mumbai subway

Giorgio BRUNET^(*)
Ersilia PRESSI^(*)

Sommario - Il presente articolo descrive la metodologia adottata dal Consorzio AICA (raggruppamento d'impresa ispano-indo-italiano incaricato dalle Autorità Governative della Repubblica dell'India e dello Stato indiano del Maharashtra di svolgere la supervisione della costruzione delle linee 7 e 2B della metropolitana di Mumbai) per le attività di assicurazione e controllo qualità sull'operato degli appaltatori, incaricati della realizzazione delle 2 linee.

Sono descritti con immagini ed esempi l'impostazione e l'applicazione del Sistema di Gestione Qualità, progettato da Italferr, Società d'ingegneria del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, facente parte del suddetto Raggruppamento.

L'efficacia dei controlli e dei processi messi in atto ad oggi dal Consorzio (le due linee sono ancora in fase di costruzione), è attribuita soprattutto al particolare impegno della sua Direzione nell'applicazione concreta dei requisiti contrattuali, voluta dallo stesso e dal Cliente indiano "Mumbai Metro Region Development Authority" (MMRDA).

1. La Metropolitana di Mumbai ed il Contratto per le linee 7 e 2B

Mumbai (meglio nota col vecchio nome di Bombay) è la capitale dello stato del Maharashtra nella Repubblica dell'India (fig. 1). Con più di 12 milioni di abitanti è la città più popolosa e con maggiore densità di popolazione dell'India.

Nel 2004, l'Autorità Governativa per lo sviluppo della rete metropolitana di Mumbai, "Mumbai Metro Region Development Authority" (MMRDA), ha approvato il Piano dei trasporti metropolitani della città ed ha avviato le fasi di gara per la progettazione e realizzazione dei corridoi metropolitani a maggiore priorità.

Summary - This article describes the methodology adopted by the AICA Consortium (a group of Indo-Italian-Spanish companies entrusted by the Governmental Authorities of the Republic of India and the Indian State of Maharashtra to supervise the construction of lines 7 and 2B of the Mumbai Subway) for the quality assurance and quality control activities of the contractors responsible for the construction of the 2 lines.

The Quality Management System implementation by Italferr, a company of the Italian Railways Group, is described with descriptions and examples.

The effectiveness of the controls and processes currently implemented by the Consortium (the two lines are still in the process of being built) is the result of the particular commitment of its management in the actual application of the contractual requirements, requested by the Indian Client "Mumbai Metro Region Development Authority" (MMRDA).

1. The Mumbai Subway and the Contract for lines 7 and 2B

Mumbai (better known by the old name of Bombay) is the state capital of Maharashtra in the Republic of India (fig. 1). With more than 12 million people, it is India's most populous city.

In 2004, the Mumbai Metropolitan Network Development Network (MFAI), the Government's Mumbai Metro Region Development Authority (MMRDA), approved the Metropolitan Transport Plan of the city and initiated the phases of the competition for the design and construction of corridors with the highest priority.

The Mumbai subway will consist of many lines, some of which are under design and/or construction, while line 1, which joins Versova to Gathopar for a total of 11.5 km, was inaugurated in June 2014 and is already in operation (fig. 2).

^(*) Italferr S.p.A. (U.O. Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza).

^(*) Italferr S.p.A. (Quality, Environmental Safety Systems).



(Fonte: Source web: Wikipedia)

Fig. 1 - Repubblica dell'India.

Fig. 1 - Republic of India.

La metropolitana di Mumbai sarà costituita da una decina di linee, molte delle quali sono in fase di progettazione e/o realizzazione, mentre la linea 1, che unisce Versova a Ghatkopar per un totale di 11,5 km, è stata inaugurata a giugno del 2014 ed è già in esercizio (fig. 2).

L'intera rete metropolitana, il cui completamento è previsto nel prossimo decennio, ha l'obiettivo di ridurre la congestione del traffico urbano, attualmente fortemente sviluppato e fonte di un grave inquinamento atmosferico.

È in questo contesto che si colloca il Contratto "General Engineering Consultant for corridor of line 7 (Andheri east to Dahisar east) and corridor of line 2(b) (d.n.Nagar to Mandala) of Mumbai Metro Rail Project of MMRDA", stipulato nel novembre del 2016 ed a tutt'oggi in corso, tra MMRDA ed un raggruppamento di imprese, denominato "AICA Consortium", formato da AYESA Ingenieria y Arquitectura S.A.U (Spagna) - Italferr S.p.A (Italia) - Consulting Engineers Group Ltd. (India) - AYESA India Private Limited (India).

The entire metropolitan network, whose completion is expected in the next decade, aims to reduce the congestion of urban traffic, which is currently heavily developed and a source of severe air pollution.

It is in this context, the Contract "General Engineering Consultant for corridor of line 7 (Andheri east to Dahisar east) and corridor of line 2 (b) (d.n.Nagar to Mandala) of the Mumbai Metro Rail Project of MMRDA", was signed in November 2016, between MMRDA and a consortium of companies, called "AICA Consortium", formed by AYESA Ingenieria y Arquitectura SAU (Spain) - Italferr SpA (Italy) - Consulting Engineers Group Ltd. (India) - AYESA India Private Limited (India).

The purpose and objectives of the Agreement are to provide support to the MMRDA Governing Authority for the preparation of tender documents and the execution of the activities for the nomination of contractors responsible for the design and construction, supervision and control of the design and implementation of all civil works, technologies and permanent way, from the acceptance of materials to the "Testing & Commissioning" phase.

2. The Project of lines 7 and 2B

Line 7 "Andheri (East) - Dahisar (East)" of the Metro of Mumbai is an elevated corridor measuring 16.57 km long and has a total of 14 stations. The project envisages a gauge of 1435 mm with 3200 mm of rolling stock amplitude.

Line 2B "D.N.Nagar - Mandala" is a corridor of 23.64 km length, is elevated and has 22 stations.

The design gauge is 1435 mm with a width of 3200 mm for the rolling stock. Lines 2B and 2A join at the station D.N. Nagar (fig. 3).

The project for the overhead sectional sections provides the following types of superstructure:

- prefabricated girders connected with post-tension cables;
- pre-compressed pre-assembled "U" elements;
- coupled with "U" girders.

Foundations are mainly on piles. There are no traces in the gallery.

The project also includes 2 maintenance sidings for 18 ha (Dahisar) and 22 ha (Mandala) rolling stock respectively.

Scopo ed obiettivi oggetto del Contratto sono di fornire supporto all'Autorità Governativa MMRDA per la preparazione di documenti di gara e l'espletamento delle attività di nomina delle imprese responsabili per la progettazione e la costruzione delle linee (Contractors), la supervisione ed il controllo della progettazione e della realizzazione di tutte le opere civili, le tecnologie e l'armamento, dall'accettazione dei materiali fino alla fase di "Testing & Commissioning" e quindi di messa in servizio.

2. Il Progetto delle linee 7 e 2B

La linea 7 "Andheri (East) – Dahisar (East)" della Metro di Mumbai è un corridoio sopraelevato che misura 16,57 km di lunghezza e presenta un totale di 14 stazioni. Il progetto prevede uno scartamento di 1435 mm con 3200 mm di ampiezza del materiale rotabile.

La linea 2B "D.N.Nagar – Mandala" è un corridoio, di lunghezza pari a 23,64 km, è sopraelevato e presenta 22 stazioni.

Lo scartamento di progetto è di 1435 mm con un'ampiezza di 3200 mm per il materiale rotabile. Le linee 2B e 2A si congiungono in corrispondenza della stazione D.N. Nagar (fig. 3).

Il progetto delle sezioni di viadotto in elevazione prevede i seguenti tipi di sovrastruttura:

- travi a cassone prefabbricate collegate con cavi post-tesi;
- elementi prefabbricati ad "U" pre-compressi;
- travi ad "U" accoppiate.

Le fondazioni sono prevalentemente su pali. Non sono previsti tratti in galleria.

Sono inclusi nel progetto anche 2 posti di manutenzione per i rotabili rispettivamente di 18 ha (Dahisar) e 22 ha (Mandala).

Per quanto riguarda l'armamento, il corridoio in elevazione non presenta ballast, mentre questo è presente nei posti di manutenzione. La velocità massima della linea è di 90 km/h.

3. Requisiti contrattuali di Assicurazione e Controllo Qualità

Tra i requisiti del Contratto per la supervisione delle attività di progettazione e costruzione delle linee 7 e 2B della Metropolitana di Mumbai, stabiliti dal Cliente MMRDA, sono inclusi: l'adozione e l'applicazione di un sistema di gestione della qualità ed il suo mantenimento durante lo svolgimento di tutte le fasi contrattuali, lo sviluppo di vari piani della qualità, il controllo della qualità dei lavori anche attraverso ispezioni in campo e la redazione di un Manuale di Assicurazione Qualità. In pratica il Cliente ha affidato al Consorzio AICA la piena respon-



(Fonte: Source web: Wikipedia commons)

Fig. 2 - Un'immagine della linea 1 in esercizio dal 2014.
Fig. 2 - Image of line 1 in operation since 2014.



(Fonte: Source web: Times of India)

Fig. 3 - Le linee 7 e 2B della Metropolitana di Mumbai.
Fig. 3 - Line 7 and 2B of the Mumbai Subway

sabilità in tema di assicurazione e controllo qualità del progetto e dell'opera realizzata, così come messa in atto dai vari "Contractors" (appaltatori) nominati da MMRDA tramite procedure di gara ed incaricati della progettazione costruttiva e della realizzazione.

Gli appaltatori sono quindi i primi responsabili della qualità e della buona esecuzione delle attività, mentre AICA lo è in quanto supervisore e controllore in corso d'opera e finale.

4. Il Sistema di Gestione Qualità del Consorzio AICA

L'esigenza della Direzione del Consorzio AICA, in particolare del Project Director, al vertice dell'organizzazione, è stata fin dalle prime fasi di attività, quella di stabilire regole e procedure chiare, semplici e precise, in linea con le aspettative del Cliente e di diffonderle internamente a tutte le risorse coinvolte ed anche esternamente verso gli appaltatori.

Ciò anche per unificare le modalità di lavoro, prevenire eventuali problematiche e difformità e facilitare lo svolgimento delle attività in un contesto in cui operano Soggetti diversi e con diverse interfacce.

Italferr ha curato per il Consorzio la progettazione e lo sviluppo del suddetto Sistema sfruttando la pluriennale esperienza nel settore delle costruzioni.

4.1. Il Piano di Assicurazione Qualità

Il Sistema Qualità adottato è stato ampiamente descritto nel "Quality Assurance Plan for Consultancy Services" - QAP (fig. 4) e nelle 6 procedure in esso richiamate.

Il documento, redatto in linea con i requisiti della norma ISO 10005 [1] "Linee guida per i Piani della Qualità" ed adattato alla realtà specifica del progetto e dell'organizzazione, è stato condiviso internamente da tutte le principali risorse coinvolte nei processi (es: project management, progettazione, approvvigionamenti, controllo della costruzione, ecc.) prima di essere inviato al Cliente MMRDA.

4.2. La Politica del SGQ

L'impegno a soddisfare le esigenze del Cliente e delle Parti interessate mantenendo elevate le prestazioni in termini di alta qualità dei servizi resi, mantenimento dei costi contrattuali ed efficienza, rappresenta uno dei fondamenti della Politica del Consorzio (fig. 5), firmata dal Project Director, unitamente alla concreta volontà di vedere applicati tutti i requisiti contrattuali di assicurazione qualità da parte degli appaltatori.

"Il Consorzio AICA si impegna a soddisfare il proprio Cliente e le altre Parti interessate fornendo servizi di alta

CLIENT MUMBAI METROPOLITAN REGION DEVELOPMENT AUTHORITY (MMRDA)				
GENERAL CONSULTANT AICA CONSORTIUM				
 		 		
PROJECT NAME Mumbai Metro Lines 7&2B				
GENERAL ENGINEERING CONSULTING OF THE CONTRACTS FOR CORRIDOR OF LINE 7 (ANDHERI EAST TO DAHISAR EAST) AND CORRIDOR OF LINE 2(B) (D.N. NAGAR TO MANDALA) OF MUMBAI METRO RAIL PROJECT OF MMRDA				
DOCUMENT TITLE QUALITY ASSURANCE PLAN for Consultancy Services				
DOCUMENT CODE AICA/GC/CIV/IQAC/D00001				
REV.	DESCRIPTION	QUALITY ASSURANCE EXPERT Prepared	CHIEF QUALITY ASSURANCE EXPERT Reviewed	PROJECT DIRECTOR Approved
RC	First Issue (05/05/2017)	E. Prati	G. Brunst	

Fig. 4 - Il Piano della Qualità del Consorzio AICA.
Fig. 4 - The Quality Plan of the AICA Consortium.

As far as permanent way is concerned, the aisle corridor does not have a ballast while it is present in the maintenance sidings. The maximum line speed is 90 km/h.

3. Quality Assurance and Quality Contractual Requirements

Among the requirements of the Contract for the Supervision of the Planning and Construction Activities of Line 7 and 2B of the Mumbai Subway, established by the Customer MMRDA, are included: the adoption and application of a quality management system and its maintenance during the course of all the contractual stages, the development of various quality plans, and the quality control of the work also through field inspections and the drafting of a Quality Assurance Manual. The Customer has entrusted the AICA Consortium with full responsibility for the quality assurance and quality control of the project and the work carried out, as well as implemented by the various "Contractors" appointed by MMRDA through tender procedures and in charge of constructive design and realization.

Contractors are therefore the first responsible for the quality and good performance of the activities, while AICA

qualità e nel rispetto dei costi. Il General Consultant considera veramente importante l'applicazione dei requisiti contrattuali di Assicurazione Qualità per il Progetto. I nostri servizi devono andare incontro alle esigenze ed alle aspettative del Cliente attraverso l'applicazione dei requisiti del Sistema di Gestione Qualità e l'impegno al miglioramento continuo. [...]"

Questo è uno dei primi concetti esposti nelle presentazioni del SGQ del Consorzio agli appaltatori ed al Cliente, questo è il "motore" e lo stimolo per tutte le risorse coinvolte nel progetto nell'applicazione del Sistema.

4.3. Gli obiettivi e gli indicatori del SGQ

Obiettivi ed indicatori rappresentano la "declinazione" del quadro di riferimento fornito dalla Politica del SGQ, in azioni concrete che possono fornire una misura delle prestazioni rese nell'ambito dei requisiti di assicurazione qualità.

Alcuni obiettivi individuati sono direttamente collegati ai concetti di efficacia, comunicazione e miglioramento, come si può dedurre dalla tabella 1.

Gli obiettivi e gli indicatori riportati nella tabella 1, benché solo apparentemente possano sembrare non direttamente correlati al controllo delle attività realizzative dell'opera, in realtà abbracciano una vasta gamma di requisiti del controllo qualità. Per esempio si pensi allo stretto legame tra gli audit e le ispezioni e le non conformità; l'indicatore "numero di audit/ispezioni" va considerato come strettamente legato all'indicatore delle non conformità, nella misura in cui il primo rappresenta il modo per effettuare la sorveglianza ed i controlli e per verificare la conformità ai requisiti contrattuali e del SGQ, mentre l'altro rappresenta la problematica rilevata, ovvero il "non soddisfacimento di un requisito", sia esso del contratto, di una norma, di una specifica tecnica rispetto allo standard di riferimento ISO 9001 [2].

Quindi, in estrema sintesi, con gli audit e le ispezioni si effettua la sorveglianza sulle attività, sulla gestione dei processi e si rilevano eventuali difformità, con lo strumento delle non conformità, si gestiscono le problematiche rilevate che possono riguardare sia l'assicurazione qualità, intesa come "parte della gestione per la qualità mirata a dare fiducia che i requisiti per la qualità saranno soddisfatti", che il controllo qualità ovvero "parte della gestione per la qualità mirata a soddisfare i requisiti per la qualità" (ISO 9000:2015 [3]).

4.4. Attività di sorveglianza sul processo di costruzione

Obiettivo principale del Consorzio AICA riguardante la sorveglianza sui processi di costruzione, è quello di assicurare che le attività realizzative eseguite dagli appaltatori siano condotte in perfetto accordo con gli elaborati progettuali approvati e con i requisiti contrattuali riguar-

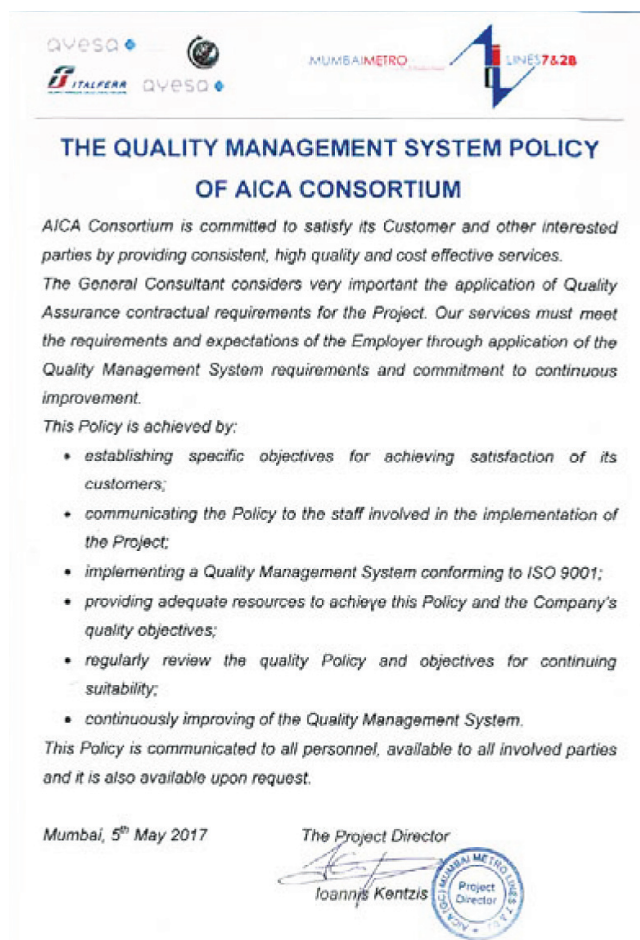


Fig. 5 - La Politica del Sistema di Gestione Qualità del Consorzio AICA.

Fig. 5 - The AICA Consortium Quality Management System policy.

is the supervisor and controller in the course of work and at the end.

4. The Quality Management System of the AICA Consortium

AICA Consortium Management, in particular the Project Director, at the top of the organization, main urgency has been from the very beginning, to establish clear, simple and precise rules and procedures, in line with the expectations of the Client and to spread it internally to all the resources involved and also externally towards the contractors.

This also unifies working methodologies, prevents any problem and discrepancies, and facilitates the execution of activities in a context in which different Subjects and different interfaces work together.

Italferr has been responsible for the design and development of the above-mentioned System for the Consortium, exploiting the many years of experience in the sector.

TABELLA 1 – TABLE 1

Obiettivi ed indicatori del SGQ del consorzio AICA
AICA Consortium's QMS objectives and indicators

CittàObiettivo del SGQ <i>QMS objective</i>	Indicatore <i>Indicator</i>
Raggiungere la soddisfazione del Cliente attraverso il mantenimento dei costi e delle aspettative di prestazione <i>To achieve customer satisfaction through meeting time, cost and performance expectations</i>	n° di audit/anno <i>Audit number/year</i>
	n° di ispezioni/settimana <i>Inspections number/week</i>
Diffondere i requisiti del Sistema di Gestione attraverso un'efficace comunicazione interna ed il coinvolgimento del personale <i>To spread GC Quality Management System requirements through effective internal communication and involvement of personnel</i>	n° Incontri di formazione sul SGQ/anno <i>Quality meetings number/year</i>
Assicurare la sorveglianza sul processo di gestione delle non conformità degli appaltatori <i>To Assure surveillance on the Contractor's nonconformities management process</i>	n° di non conformità chiuse nel periodo di riferimento dell'azione correttiva <i>Closed NC within the period (number)/ All NC's opened/closed in the year</i>
Adempimento e continuo miglioramento del Sistema di gestione qualità <i>Fulfilment and continuous improvement of the Quality Management System requirements</i>	n° di riesami della Direzione/anno <i>Management Reviews/year</i>

danti, tra gli altri, normative, specifiche tecniche, costi, programmi, qualità, ambiente e salute e sicurezza dei lavoratori.

Il GC effettua la supervisione delle attività di costruzione delle opere principalmente attraverso l'esame per approvazione di documenti prodotti dagli appaltatori (es. piani e programmi di controllo qualità, liste di controllo, documenti di pianificazione, procedure ed istruzioni di lavoro), conducendo audit ed ispezioni sui luoghi in cui si eseguono le lavorazioni e la fabbricazione dei materiali ed organizzando meeting con appaltatori e subappaltatori, con l'intento di affrontare e risolvere concretamente le problematiche, le difformità costruttive ed eventuali ritardi rispetto al programma lavori vigente.

Una delle tematiche di controllo qualità della costruzione ritenuta dalla Direzione del Consorzio e dal Cliente di maggiore importanza ai fini un'efficace attività di supervisione sui processi costruttivi, per assicurare la qualità dei materiali e della loro messa in opera, è lo sviluppo e l'applicazione di piani di controllo qualità dettagliati; per ciascun materiale e/o processo costruttivo critico ed importante, sono in essi riportate tutte le fasi realizzative principali con relativi controlli, standard o documenti di riferimento e responsabilità per l'esecuzione degli stessi.

Il citato "Quality Assurance Plan" include a tal scopo un elenco, sviluppato in base alle specificità del progetto delle due linee metropolitane, di tutti i piani di controllo qualità, chiamati "Inspection & Test Plans" (ITP) che gli appaltatori devono sviluppare ed inviare per approvazione al GC, in anticipo rispetto all'avvio delle relative attività. Tale elenco include per esempio la necessità di sviluppare ITP per la produzione di tutte le componenti del

4.1. The Quality Assurance Plan

The adopted Quality System has been extensively described in the Quality Assurance Plan for Consultancy Services (QAP) (fig. 4) and in the 6 procedures it references.

The document, drafted in accordance with the requirements of ISO 10005 [1] "Quality Plans Guidelines" and adapted to the specific reality of the project and organization, has been internally shared by all the major resources involved in the processes (eg project management, design, procurement, construction control, etc.) before being sent to the MMRDA Customer.

4.2. QMS Policy

The commitment to meet the needs of the Customer and the stakeholders while maintaining high performance in terms of quality of services, keeping under control contract costs and efficiency, is one of the foundations of Consortium Policy (fig. 5), signed by the Project Director, along with the will to have all contractual quality assurance requirements applied by contractors.

"The AICA Consortium is committed to meeting its Customers and other interested parties by providing high quality and cost-effective services. The General Consultant considers it important to apply the Quality Assurance Contract Requirements for the Project. Our services must meet the needs and expectations of the Customer by applying the requirements of the Quality Management System and the commitment to continuous improvement. [...]"

This is one of the first concepts outlined in the QMS's Consortium presentations to the contractors and the cus-

calcestruzzo, per la realizzazione di pali di fondazione, pile, pulvini, travi prefabbricate in cemento armato, consolidamenti, muri di sostegno, giunti di dilatazione, paratie ed opere provvisorie, scavi, rintocchi, indagini e strumentazioni geotecniche, ecc. Include anche un documento “tipologico” (fig. 6) che riporta tutte le informazioni che gli appaltatori devono inserire nell’ITP come per esempio: oggetto/parte d’opera di riferimento, data dei controlli, luogo di esecuzione degli stessi, tipo di attività o tipo di materiale che deve essere controllato, tipo di prova o controllo, frequenza della prova o controllo, documenti di riferimento, criteri di accettazione, responsabilità, punti di intervento/controllo, documenti di registrazione da compilare a cura del responsabile dei controlli qualità ed eventuali rapporti di non conformità.

Tutti gli appaltatori hanno provveduto ad emettere i richiesti ITP ed a sottoporli all’approvazione del GC. Questi documenti, una volta approvati, sono effettivamente utilizzati e compilati, sia dai responsabili dei controlli che anche dal GC (per le fasi presenziate).

Sempre con riferimento al controllo qualità, un altro importante aspetto che è stato preso in grande considerazione, è la definizione di specifiche istruzioni di controllo qualità per alcune fasi costruttive ritenute maggiormente critiche.

I progetti delle due linee metropolitane includono la fabbricazione e la messa in opera di travi prefabbricate in cemento armato precompresso, per la maggior parte dello sviluppo delle stesse. I processi di fabbricazione, compressione ed elevazione di pulvini e travi in cemento armato, rappresentano quindi, in questo contesto, processi molto importanti e delicati, che devono essere tenuti particolarmente sotto controllo.

together, this is the "engine" and the input for all the involved resources in the project in the application of the System.

4.3. QMS objectives and indicators

The objectives and indicators are defined from the reference framework provided by QMS Policy and provide a measure of performance made according to quality assurance requirements.

Some identified goals are directly related to the concepts of effectiveness, communication and improvement, as per the table 1.

The above-mentioned goals and indicators in table 1, although apparently not directly related to the control of the activities of the work, actually cover a wide range of quality control requirements. For example, one should consider the close link between audits and inspections and non-compliance; the "number of audits / inspections" indicator should be considered as closely related to the non-conformance indicator, to the extent that the first represents the way to carry out the surveillance and controls and to verify compliance with the QMS and contractual requirements, while the other represents the non-compliance aspect, namely the "non-fulfillment of a requirement", whether it is a contract, a standard, a technical specification, compared to the ISO 9001 standard [2].

So, summarizing, audits and inspections are carried out on activities, process management and any discrepancies, while with the instrument of non-compliance, we handle the issues that may be related to both quality assurance, understood as "quality management part of the quality assurance that quality requirements will be met", and

Contractor's name/Logo	INSPECTION & TEST PLAN										Identification code:	
	Project's name:										Rev.	
	Object (construction part/work phase): (e.g. U-Girder casting, piles, etc..)										Date:	
	Place of construction/Inspection:										Pag:	
No.	Work/Activity/Type of Material to be checked	Type Test/control	Frequency	Reference Documents	Acceptance Criteria	Responsible Job function	Intervention points				Records to be filled and signed by responsible for QC (check list code)	Reports /NCR
							SB	C	QC	E/3 rd Party		

Note:

Fig. 6 - Inspection & Test Plan “tipologico”.
Fig. 6 - “Typological” Inspection & Test Plan.

Per tali motivi sono state inserite nella procedura "Construction Supervision Management" allegata al QAP, specifiche procedure per il controllo qualità di questi processi, in particolare per l'elevazione dei pulvini prefabbricati e delle "travi ad U".

Esse mettono in evidenza quali sono i controlli più importanti da effettuare per evitare danni e difettosità dalla fase di trasporto di pulvini e travi sui luoghi di messa in opera, fino alle fasi di elevazione e completamento.

Per ciascuna "macrofase" (fig. 7), nella procedura citata, sono dettagliati i controlli da effettuare, come per esempio il controllo della presenza di tutti i documenti di pianificazione e controllo necessari, preliminarmente all'elevazione, emessi da parte degli appaltatori (es: piani di gestione ambientale e della salute e sicurezza, piani di emergenza, certificazioni dei macchinari ed apparecchiature necessarie per l'elevazione, piani di trasporto, certificazioni di controllo qualità della fabbricazione, ecc.), la preparazione dei luoghi di lavorazione (es: posizione delle gru, allineamento e geometria delle pile, libero accesso alle aree, ecc.), l'installazione dei cuscinetti di appoggio

quality control or "part of the quality management aimed at meeting the quality requirements" (ISO 9000: 2015 [3]).

4.4. Surveillance activities on the construction process

The main objective of the AICA Consortium for surveillance of construction processes is to ensure that the realization activities carried out by the contractors are carried out in perfect agreement with the approved design work and the contractual requirements concerning, inter alia, regulations, technical specifications, costs, programs, quality, environment and worker health and safety.

The GC supervises the construction of works mainly through the examination for approval of documents produced by contractors (e.g quality control plans and programs, checklists, planning documents, procedures and work instructions), conducting audit and inspections of the places where materials are processed and fabricated, and organizing meetings with contractors and subcontractors with the aim of solving the problems, construction discrepancies and any delays in relation to the current work program.

One of the issues of quality control of construction considered by the Consortium and the Customer of the highest importance for the purpose of effective supervision of the construction process, in order to ensure the quality of the materials and their implementation, is the development and implementation of detailed quality control plans; for each critical and important constructional material and/or process, they include all the main steps with relevant controls, standards or reference documents.

The "Quality Assurance Plan" includes, for this purpose, a list, developed according to the specificity of the two metropolitan lines, of all quality control plans, called "Inspection & Test Plans" (ITPs) that the contractors must develop and submit for approval to the GC, before starting the related activities. For example, this list includes the need to develop ITP for the production of all concrete components, for the construction of piles, piers, caps, prefabricated girders, consolidations, support walls, expansion joints, bulkheads and provisional works, excavations, surveys and geotechnical equipment, etc. It also includes a "typological" document (fig. 6) that lists all the information that contractors must include in the ITP, such as: object/work reference, date of checks, place of execution, type of activity or type of material to be checked, type of test or control, frequency of test or checking, reference documents, acceptance criteria, responsibilities, intervention / control points, registration documents to be filled by the quality assurance officer and any non-compliance.

All contractors have issued the required ITPs and submitted them to the GC approval. These documents, once approved, are actually used and compiled, both by the contractor and by the GC (for the witnessed phases).

With regard to quality control, another important aspect that has been taken into consideration is the definition of

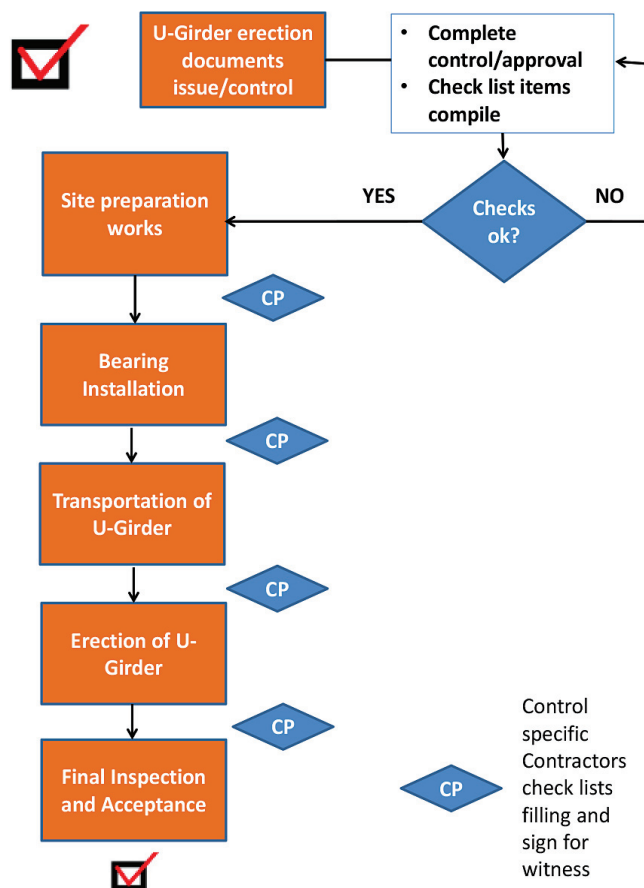


Fig. 7 - Macro-fasi di controllo qualità per l'elevazione di "travi ad U".

Fig. 7 - Quality control macro-phases for erection of "U-beam".

(es: corretto posizionamento rilevato topograficamente, corrette dimensioni dei cuscinetti ed assenza di difettosità, ecc.), l'elevazione della trave (es: controllo apparecchiature di sollevamento, illuminazione dell'area, corretto posizionamento ed allineamento conforme agli elaborati approvati, ecc.) e l'ispezione finale per l'accettazione.

4.5. Audit ed ispezioni

La norma ISO 9000:2015[3] definisce l'audit come “processo sistematico, indipendente e documentato per ottenere evidenze dell'audit e valutarle con obiettività al fine di stabilire in quale misura i criteri dell'audit sono soddisfatti”. Nell'espressione di questo principio, trovano riscontro le attività svolte dal Consorzio AICA per ottenere le evidenze necessarie al fine di valutare con obiettività il grado di soddisfacimento dei requisiti del sistema qualità applicato dagli appaltatori, in linea con le prescrizioni contrattuali, in tutte le attività di loro competenza ed in particolare per le attività realizzative.

Il processo sopra citato, rappresentato dalla pianificazione, esecuzione, registrazione e monitoraggio di tutti gli audit sulle attività degli appaltatori (fig. 8), è stato gestito dallo “Chief Quality Assurance Expert” del Consorzio ma con la stretta collaborazione del Project Director, ovvero della Direzione del Consorzio stesso.

Questo aspetto è fondamentale per la buona riuscita di questa attività in quanto, in questi casi, è molto importante che gli input, gli obiettivi ed i criteri dell'audit siano stabiliti con riferimento alle prescrizioni contrattuali, oltre che ai requisiti della norma e che, soprattutto, sia la Direzione a credere fortemente nella buona riuscita, nell'efficacia e nei risultati attesi.

A seguito degli audit sono state messe in evidenza problematiche e non conformità, sia “di sistema” che “di prodotto” ed è stato possibile risolverle con tempestività, individuando anche le possibili azioni correttive e preventive per evitarne il ripetersi.

Le attività di audit sono state molteplici. A fronte di ogni audit sono stati emessi appositi rapporti di non conformità nei quali sono stati elencati i rilievi segnalati

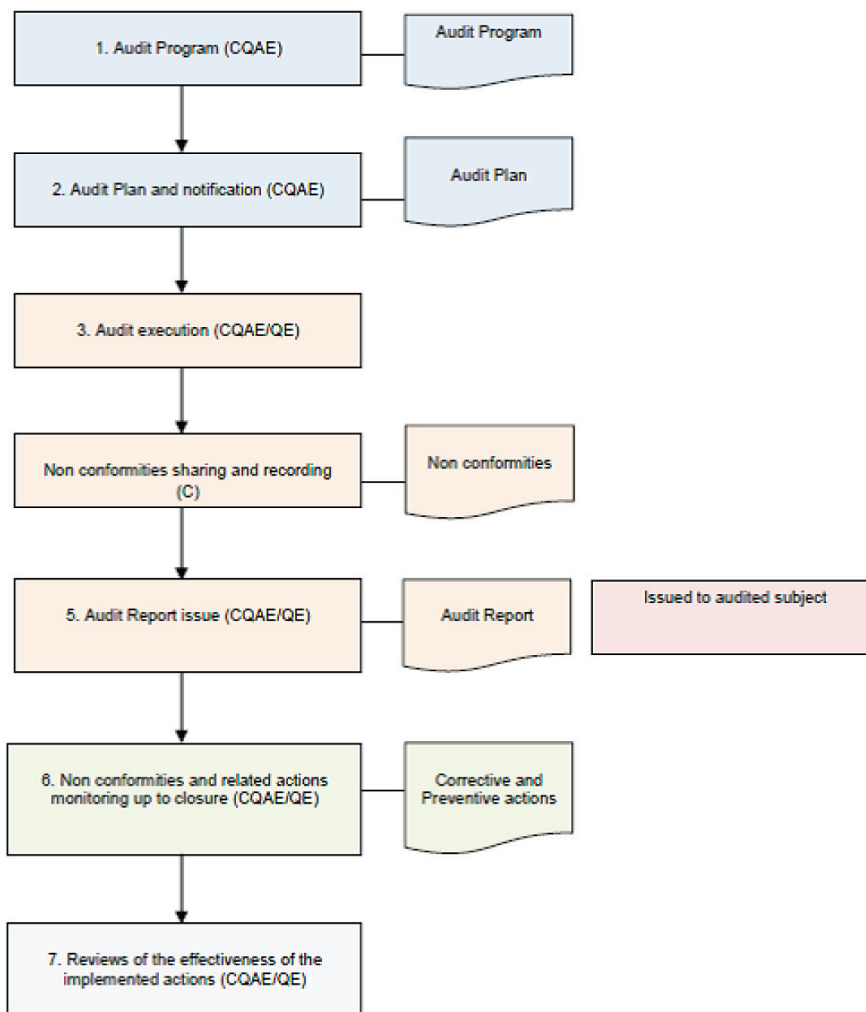


Fig. 8 - Flusso di gestione degli audit di seconda parte sul sistema di gestione qualità degli appaltatori.

Fig. 8 - Second part audit management flow on contractor quality management system.

specific quality control instructions for some constructive stages considered to be most critical.

The projects of the two metropolitan lines include the casting and installation of prefabricated girders . The manufacturing, compression and elevation processes of pier caps and girders therefore represent very important and delicate processes in this context, which must be kept under particular control.

For these reasons, the "Construction Supervision Management" procedure annexed to the QAP has been included, including specific procedures for the quality control of these processes, especially for the elevation of prefabricated pier caps and girders.

They point out which are the most important controls to be made to avoid damage and defect from the pier caps and girders transport stages on the installation sites up to the elevation and completion phases.

(non conformità/osservazioni rispetto ai requisiti della norma ISO 9001[2] ed alle prescrizioni contrattuali di riferimento per le attività).

Da gennaio a luglio 2017 sono stati eseguiti n° 7 audit, seguendo i contenuti della linea guida ISO 19011:2012 [4] e sono state evidenziate e risolte problematiche relative a: pianificazione, organizzazione, registrazioni, formazione del personale, gestione documentazione, controlli sulle opere in fase di realizzazione, ecc.

In aggiunta alle attività di audit sono state eseguite ispezioni settimanali con obiettivi specifici di controllo qualità su alcuni argomenti di particolare rilevanza come per esempio il controllo sui getti di calcestruzzo, sui ferri di armatura, sui materiali in accettazione in cantiere, ecc. (fig. 9).

For each "macro-phase" (fig. 7), in the above procedure are indicated the controls to be performed, such as checking the presence of all planning and control documents required by the contractors before starting the elevation (e.g.: environmental and health and safety management plans, emergency plans, machinery certification and lifting equipment, transport plans, quality control certificates for manufacturing, etc.), preparation of work places (e.g. : positioning of cranes, alignment and geometry of batteries, free access to areas, etc.), installation of bearings (e.g. correct positioning detected topographically, correct bearing size and absence of defect, etc.) elevation of the girder (eg lifting equipment control, area lights, correct positioning and alignment according to the process approved aids, etc.) and the final inspection for acceptance.

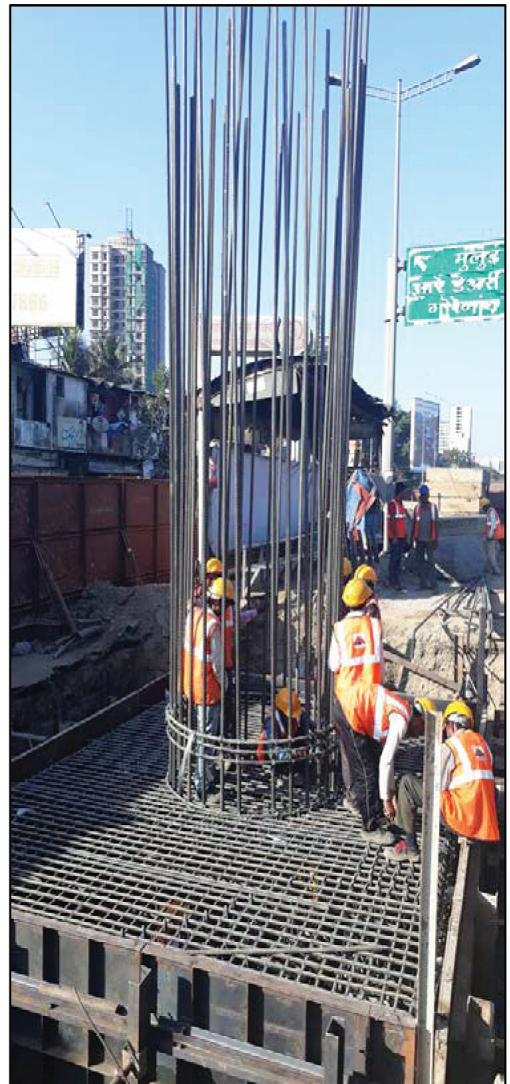


Fig. 9 - Alcuni immagini riprese durante audit ed ispezioni in fase di costruzione. In alto a sinistra: fase di elevazione di una trave ad "U"; a destra: montaggio ferri di armatura di una pila; in basso a sinistra: montaggio pulvino).

Fig. 9 - Some images were taken during audits and inspections under construction. Top left: elevation phase of an "U" girder; to the right: mounting a bar cage; bottom left: pier cap assembly).

L'insieme degli audit e delle ispezioni, gestite in maniera standardizzata ed i cui processi sono stati dettagliatamente descritti nella procedura "Audit and Inspection Management", ha rappresentato un importante e valido strumento di controllo e supervisione sulle attività degli appaltatori da parte del Consorzio AICA.

Inoltre quest'ultimi sono stati tenuti contrattualmente a fornire un programma di audit interni su base trimestrale, a completamento del quadro di controlli ed a presidio del rispetto dei requisiti qualitativi.

4.6. Gestione delle non conformità

Una "non-conformità" è per definizione (ISO 9000:2015[3]) il "non soddisfacimento di un requisito", sia esso contrattuale, normativo o come prescrizione del Cliente o di altre Parti interessate.

Nel contesto delle attività realizzative delle 2 linee metropolitane e del Sistema di Gestione Qualità del Consorzio AICA, ogni non-conformità deve essere segnalata formalmente all'appaltatore e gestita secondo quanto descritto nell'apposita procedura per la gestione delle non conformità, delle azioni correttive e preventive ("Non conformities, preventive & corrective actions management").

Ogni NC riscontrata rispetto ai requisiti stabiliti (Contratto, specifiche tecniche, norme, ecc.), viene segnalata tramite un "Rapporto di non-conformità" (fig. 10).

L'appaltatore deve produrre una proposta di risoluzione che viene sottoposta all'approvazione del Consorzio e, se approvata, viene messa in atto il corrispondente trattamento/correzione (azione per eliminare la non-conformità – ISO 9000:2015[3]).

Se necessario, viene sviluppata apposita azione correttiva (azione per eliminare la causa della non-conformità e prevenirne la ripetizione) o preventiva (azione per eliminare la causa di una potenziale non-conformità).

Al di là della terminologia qui utilizzata riguardante le non-conformità, le correzioni, ecc., nota agli specialisti dei sistemi di gestione qualità, è importante evidenziare che questo processo di gestione delle non-conformità, comune in molti appalti di grandi opere, consente di tenere traccia di tutte le problematiche costruttive che si verificano in corso d'opera come per esempio: vespai e fessure sul calcestruzzo gettato in opera o prefabbricato, miscele di calcestruzzo non rispondenti alle specifiche contrattuali, ferri di armatura non posizionati correttamente in relazione al progetto oppure non rispondenti alle caratteristiche prescritte, fasi di lavorazione non rispettate, mancata consegna di documenti di progetto o di pianificazione, ecc.

La registrazione delle non-conformità e le evidenze raccolte durante il processo di risoluzione delle stesse, consentono da una parte di tenere sotto controllo la realizzazione e dall'altra rappresentano un utile strumento

4.5. Audit and inspection

ISO 9000: 2015 [3] defines audit as a "systematic, independent and documented process to obtain audit evidence and evaluate them objectively in order to determine the extent to which auditing criteria are met." In the expression of this principle, they find the activities carried out by the AICA Consortium reflect this definition to obtain the necessary evidence in order to objectively assess the degree of satisfaction of the requirements of the quality system applied by contractors, in line with the contractual requirements, in all the activities of their competence and in particular for the realization activities.

The above mentioned process, represented by planning, execution, recording and monitoring of all audits of contractor activities (fig. 8), is managed by the Consortium's "Chief Quality Assurance Expert" with the close collaboration of the Project Director of the Management of the Consortium.

This aspect is essential for the good performance of this activity, because it is very important that the inputs, objectives and criteria of the audit are determined with reference to the contractual requirements as well as the requirements of the standard and that, above all, the Management strongly believes in its success, effectiveness, and expected results.

As a result of the audits, both "system" and "product" issues and non-conformities were highlighted, and it was possible to resolve them promptly, also identifying possible corrective and preventive actions to avoid repetition.

Audit activities have been manifold. For each audit a report has been issued, listing all the findings (non-compliance / observation have been listed versus the requirements of ISO 9001 [2] and contractual reference requirements for activities).

From January to July 2017, 7 audits were carried out, following the contents of the ISO 19011: 2012 Guidelines [4] and problems were identified and resolved regarding: planning, organization, registrations, staff training, documentation management, controls on works being completed, etc.

In addition to audit activities, weekly inspections were carried out with specific quality control objectives on some topics of particular relevance such as control of concrete castings, reinforcement bars, on-site acceptance materials, and so on. (fig. 9) The whole of audits and inspections, managed in a standardized manner and whose processes were described in detail in the "Audit and Inspection Management" procedure, was an important and valid tool for the AICA Consortium for controlling and supervising the contractors' activities.

In addition, the latter were contractually obliged to provide an internal audit program on a quarterly basis, completing the framework of controls and ensuring compliance with the qualitative requirements.

   	
MUMBAI METRO RAIL PROJECT OF MMRDA - LINE 7 and 2 (B)	
NONCONFORMITY/OBSERVATION REPORT	
CODE	
General Information	
Contractor:	NC No: OBS No: Date:
Location:	
WBS Id/part:	
Nonconformity Description	
Originator: (name, surname, role)	
Contractor Proposed Disposition	
Use as is ☐	Rework ☐ Reject ☐
Responsible: (name, surname and signature)	Target Date Actual Date
Contractor Action to Prevent Recurrence	
Responsible for quality assurance/quality control (name, surname and signature)	Date:
Close Out	
GC Chief Construction Manager	Date:
Requested dispositions by Quality Assurance Expert	
Distribution:	Attachments ☐

If insufficient space is available to describe conditions or resultant actions: attach sheet.

Fig. 10 - Rapporto di non-conformità/osservazione.
Fig. 10 - Nonconformity/observation Report.

da utilizzare nei processi di certificazione dei pagamenti e del collaudo delle opere.

In questo il Consorzio AICA si è impegnato particolarmente, mettendo in atto una rete di controlli ed ispezioni in campo, mirate ad evidenziare le problematiche che potevano eventualmente compromettere la qualità dell'opera.

Le non conformità sono quindi rilevate e gestite tenendo conto di questo presupposto, senza timore che possano risultare onerose per l'appaltatore o altri Soggetti coinvolti o che possano rallentare in qualche misura l'avanzamento della costruzione.

Se una parte d'opera è poi affetta da non conformità ritenute gravi da AICA, è richiesto lo scarto, il rifacimento o la sostituzione.

Questo meccanismo genera automaticamente una maggiore attenzione da parte degli appaltatori nell'applicazione dei requisiti contrattuali di assicurazione e controllo qualità ed in definitiva genera valore per tutto lo svolgimento dell'opera.

4.6. Non conformities management

A "non-conformance" is by definition (ISO 9000: 2015 [3]) the "non-fulfillment of a requirement", whether contractual, standard, or as a prescription of the Customer or other interested parties.

In the context of the realization activities of the 2 metropolitan lines and of the Quality Management System of the AICA Consortium, any non-compliance must be formally reported to the contractor and managed according to the procedure for handling non-compliance, corrective actions and preventive and corrective actions management.

Each NC found not complying with the requirements (Contract, Technical Specifications, Standards, etc.) is reported by a "Nonconformity Report" (fig. 10).

The contractor must produce an action plan that is submitted to the Consortium's approval and, if approved, the corresponding treatment / correction (action to eliminate the non-compliance - ISO 9000: 2015 [3]) is implemented.

When appropriate corrective action (action to eliminate the cause of non-compliance and prevent repetition) and/or preventive action (action to eliminate the cause of potential non-compliance) are developed.

Beyond the terminology used here regarding non-conformities, corrections, etc., already known to the specialists of quality management systems, it is important to underline that this nonconformity management process, common in many major works contracts, maintains the traceability of all the constructive problems that occur during work such as: honeycombs and cracks on casting or pre-cast concrete, concrete mix design that do not meet the contractual specifications, steel bars not properly positioned according to the project or failing to meet the prescribed requirements, processing steps not being met, failure to deliver project or planning documents, etc.

Recording of non-conformities and the evidence gathered during the process of resolving them allow to monitor the implementation and are a useful tool to be used in the process of certification of payments and testing of works.

The Consortium AICA has been particularly committed to the implementation of a network of field inspections aimed at highlighting the issues that could possibly compromise the quality of the work.

Nonconformities are then detected and managed taking into account this assumption, without fear of being burdensome for the contractor or other subjects involved or which may slow down to some extent the progress of the construction.

If a piece of work is affected by non-conformities considered serious by AICA, discard, refurbishment or replacement is required.

This mechanism automatically generates more attention from contractors in the application of contractual quality assurance and control requirements and ultimately generates value for the entire workflow.

5. Conclusioni

Dalle descrizioni e dalle considerazioni esposte nei precedenti paragrafi, risulta evidente che il Sistema di Gestione Qualità del Consorzio AICA, unitamente alla concreta partecipazione di tutte le risorse coinvolte nei vari processi di supervisione e soprattutto con il forte impegno da parte della Direzione (Project Director, Deputy Project Director, Construction Manager, ecc.), rappresentano efficaci strumenti utili a far sì che le due linee metropolitane siano realizzate nel rispetto dei requisiti qualità stabiliti; sicuramente un grande passo avanti in tale direzione è stato fatto e tanto ancora si dovrà fare. Ma questo è già oggetto di futura valutazione, nell'ottica consueta del miglioramento continuo che deve essere sempre il riferimento guida nell'applicazione dei Sistemi di Gestione Qualità.

5. Conclusions

From the descriptions and considerations outlined in the previous paragraphs, it is evident that the AICA Consortium Quality Management System, together with the participation of all the resources involved in the various supervisory processes and especially with the strong commitment of the Management (Project Director, Deputy Project Director, Construction Manager, etc.) are effective tools to ensure that the two metropolitan lines are implemented in accordance with the established quality requirements; surely a big step forward in this direction has been done and much more will have to be done. But this is already the subject of future assessment, in the usual way of continuous improvement, which must always be the driving reference in the application of Quality Management Systems.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] International Standards Organization, "ISO 10005:2005 - Quality Management Systems – Guidelines for Quality Plans".
- [2] International Standards Organization, "ISO 9001:2015 - Quality Management Systems – Requirements".
- [3] International Standards Organization, "ISO 9000:2015 - Quality Management Systems – Fundamentals and Vocabulary".
- [4] International Standards Organization, "ISO 19011:2012 – Guidelines for auditing Management Systems".

AVVISO

Tutti i Soci e gli Abbonati che lavorano nel Gruppo FSI, che hanno scelto di ricevere online le Riviste "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" debbono fornire alla Segreteria Soci (areasoci@cifi.it) l'indirizzo di posta elettronica privato, in quanto l'indirizzo aziendale [dominio con suffisso una Azienda del Gruppo FSI (es ... @rfi.it)] ha una disponibilità per gli allegati di qualche MB, per cui potrebbe non essere possibile il ricevimento della Rivista.