



## L'Apparato Centrale Computerizzato (ACC) di Pisa

### The Computer-based Interlocking (ACC) of Pisa

*Dott. Ingg. Roberto CALAMAI<sup>(\*)</sup>, Federico BUCARELLI<sup>(\*\*)</sup>*

#### 1. Introduzione

Come noto, Pisa è un nodo importante nelle relazioni viaggiatori e merci della rete ferroviaria nazionale; esso assume la funzione di collegamento fra la Direttrice Tirrenica, la linea Firenze-Pisa-Livorno e origine per le linee Pisa-Lucca e Pisa-Vada via Collesalveti.

La necessità di riordinare i flussi di traffico all'interno del Nodo di Pisa, unita all'obsolescenza degli apparati preesistenti e all'esigenza di poter gestire in modo unitario il nodo medesimo, hanno portato ad una serie di interventi riguardanti il tracciato, le opere civili e gli impianti tecnologici, comprendenti questi ultimi il progetto e realizzazione dell'Apparato Centrale Computerizzato (ACC) esteso di Pisa, oggetto del presente articolo.

Per la sua estensione e per le caratteristiche che presenta, l'ACC di Pisa è, al momento, uno degli impianti più estesi e complessi di tutta la rete ferroviaria italiana.

#### 2. Breve descrizione del progetto

Il progetto dell'ACC di Pisa è stato sviluppato da Italferr S.p.A. con un'evoluzione continua, a partire dal progetto preliminare sviluppato nel 2002, che prevedeva inizialmente solo la stazione di Pisa Centrale, fino ad arrivare al progetto definitivo per appalto integrato, andato in gara nel 2005 e poi appaltato ad Ansaldo Segnalamento Ferroviario S.p.A. (ora Ansaldo STS S.p.A.); nella sua impostazione finale l'impianto prevede l'accorpamento delle stazioni di Pisa Centrale, Pisa San Rossore e Pisa Aeroporto in un unico grande impianto, con eliminazione delle tratte di blocco interstazionali e la riorganizzazione dei flussi di traffico delle varie linee afferenti.

L'oggetto dell'appalto comprende la realizzazione dell'ACC, dei nuovi sistemi di alimentazione delle cabine ACC in media e bassa tensione, di telefonia selettiva integrata, di informazione al pubblico, nonché la modifica del Sistema di Comando e Controllo (SCC) della direttrice Tirrenica e degli altri sotto-sistemi esistenti interfacciati con il nuovo ACC.

#### 1. Foreword

As known, Pisa is an important railway junction for the passenger and freight connections of the Italian railway network; it assumes the function to link the Tyrrhenian line and the Florence-Pisa-Livorno line and it is even the origin of the railway lines Pisa-Lucca and Pisa-Vada via Collesalveti.

The need to reorganize the traffic flows within the Pisa railway junction, joined to both the obsolescence of the pre-existing interlocking apparatus and the need to manage the junction itself in a unified plant, led to a series of activities regarding the line lay-out, the civil works and the technological systems, even including the design and the implementation of the extended Computer-based Interlocking (ACC) of Pisa, subject of this paper.

For its size and features, the ACC of Pisa is at the moment one of the largest and most complex installations of all the Italian railway network.

#### 2. Brief description of the project

The project of the computer-based interlocking of Pisa was developed by Italferr S.p.A. (a company of the Ferrovie dello Stato S.p.A. Group); it went through continuous evolutions, from the preliminary project developed in 2002, which initially included only the station of Pisa Centrale, up to the definitive project for an integrated contract, gone to tender in 2005 and then contracted to Ansaldo Segnalamento Ferroviario S.p.A. (now Ansaldo STS S.p.A.). The interlocking plant will group together, in its final configuration, the stations of Pisa Centrale, Pisa S. Rossore and Pisa Airport thus forming a single large plant, removing the intermediate block sections and reorganizing the traffic flows of the different related lines.

The object of the contract includes design, construction and commissioning of the ACC, the new power supply systems of the medium-low voltage ACC cabins, the integrated selective telephony system, the Public Information System and finally the modification of both the Com-

(\*) Agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie.

(\*\*) Italferr S.p.A. - Direzione tecnica - Firenze.

(\*) ANSF - Italian Agency for Railway Safety - Florence (Italy).

(\*\*) Italferr S.p.A. - Technical Division - Florence (Italy).

Per giungere all'assetto finale (raffigurato in fig. 18d) il piano regolatore della stazione viene modificato in 12 fasi, raggruppate in 4 configurazioni di apparato e indicate con le lettere da "A" a "D"; la configurazione "A", quella più complessa, è stata attivata per porzioni d'impianto nei giorni dal 5 al 8 dicembre 2008; le successive 3 configurazioni ACC interessano essenzialmente la modifica delle radici di Pisa Centrale; in particolare la configurazione "B" è stata attivata il 20 dicembre 2009, la configurazione "C" il 23 maggio 2010, mentre l'ultima ("D") si concretizzerà presumibilmente nel corso del 2010. L'appalto per armamento, opere civili e trazione elettrica è curato da RFI S.p.A.

### 3. Impianti preesistenti

Come prima accennato, il nuovo ACC esteso di Pisa raggruppa tre impianti che, prima dell'attivazione, presentavano le seguenti caratteristiche:

- *Pisa Centrale/Pisa Aeroporto*: governato da un apparato ACELI (Apparato Centrale Elettrico a Leve di Itinerario) risalente agli anni '60, che, per esigenze legate al parziale potenziamento tecnologico (in particolare per

mand and Control System (SCC) of the Tyrrhenian line (called "SCC Tirrenica") and the other sub-systems interfaced with the new ACC.

In order to reach the final configuration (shown in fig. 18d) the rail plan of the station will be modified according to 12 phases, grouped in four ACC configurations, indicated with the letters "A" through "D"; the configuration "A", the most complex, was commissioned between 5 december, 2008 and 8 december, 2008; the three subsequent ACC configurations concerned mainly the modification of the Pisa Centrale rail roots; in particular the configuration "B" was activated on December the 20<sup>th</sup>, 2009, the configuration "C" was activated on May the 23<sup>rd</sup>, 2010, while the last configuration ("D") is expected to be commissioned within the year 2010. The contract for railway equipment, civil works and electric traction system is managed by RFI S.p.A.

### 3. Pre-existing plants

As above mentioned, the new extended ACC of Pisa consists of three plants that before its activation had the following characteristics:

- *Pisa Centrale/Pisa Airport*: was controlled by an ACELI-type interlocking apparatus (Route Lever Electric Interlocking Apparatus) dating back to the '60s, which, for reasons related to the partial technological renew (in particular for managing the connection with the Pisa Airport) and to the difficulty concerning the possible modification of the ACELI itself, had been enriched with ACEI interlocking parts;
- *Pisa S. Rossore*: controlled by an ACEI interlocking apparatus (Route Electric Interlocking Apparatus) and comprising both tracks for passenger service on the Tyrrhenian corridor and the Pisa-Lucca line and a freight track set (Scalo Campalido).

These systems were all locally controlled by the Traffic Controller and were indeed "entry stations" for the "SCC Tirrenica" system and for the Centralized Traffic Control (CTC) system of the Pisa-Lucca line.

The "SCC Tirrenica" remote controls the Tyrrhenian line Genoa-Roma from Sestri Levante to Maccarese, the Florence-Pisa line from Empoli to Pisa Centrale, the line section from Pisa C.le to the "Mortellini" junction (via Tagliaferro) and the Pisa-Vada line (via Collesalveti).

The CTC, located in Lucca station, remote controls the Pisa-Lucca line and the Lucca-Aulla and Pistoia-Lucca lines.

Fig. 1 shows schematically the configuration of the Pisa railway junction before the ACC commissioning and the fringed borders of the old plants of Pisa Centrale / Pisa Airport and Pisa S. Rossore.

Fig. 2 shows an aerial view of the old ACELI cabin of the Pisa Centrale station and the building which houses

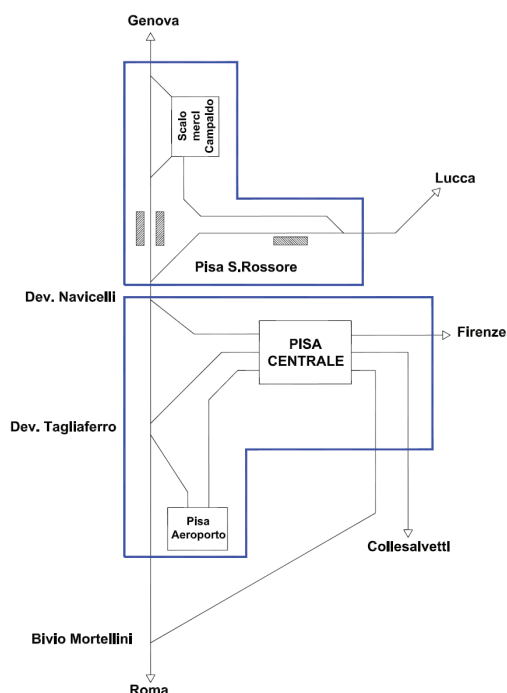


Fig. 1 - Schema del nodo di Pisa prima dell'attivazione dell'ACC. Scheme of the Pisa railway junction before the activation of the ACC. (Campalido Track Set; Pisa Airport).

la gestione del collegamento con Pisa Aeroporto) e alla difficoltà di modifica dell'ACELI medesimo, era stato arricchito con porzioni di ACELI;

- *Pisa S. Rossore*: governato da un apparato ACELI, comprendeva binari per servizio viaggiatori sulle linee Tirrenica e Pisa-Lucca, oltre ad un fascio merci (Scalo Campaldo).

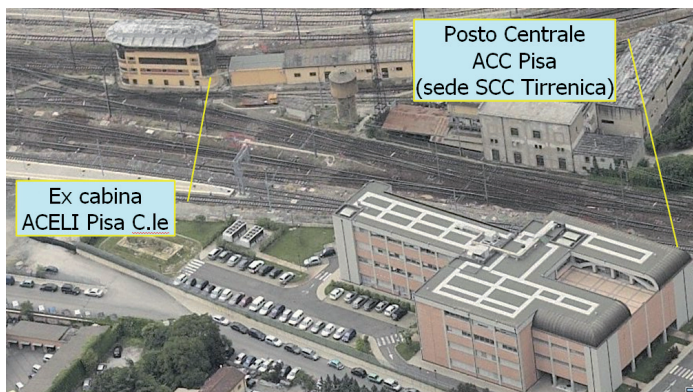
Detti impianti erano tutti retti localmente da Dirigente Movimento ed erano "stazioni porta" per l'SCC Tirrenica e per il sistema di Controllo Centralizzato del Traffico (CTC) della linea Pisa-Lucca.

L'SCC Tirrenica, che ha sede a Pisa, gestisce la Direttrice Tirrenica Genova-Roma da Sestri Levante a Macerese, la linea Firenze-Pisa da Empoli a Pisa C.le, il tratto di linea Pisa C.le-bivio Mortellini (via Tagliaferro) e la linea Pisa-Vada (via Collesalveti).

Il CTC che ha sede a Lucca, oltre alla linea Pisa-Lucca, telecomanda anche le linee Lucca-Aulla e Pistoia-Lucca.

Nella fig. 1 è rappresentato schematicamente l'assetto del nodo di Pisa prima dell'attivazione dell'ACC; sono contornati i confini dei vecchi impianti di Pisa Centrale/Pisa Aeroporto e di Pisa S. Rossore.

La fig. 2 è una veduta aerea della ex cabina ACELI di



(www.bing.it).

Fig. 2 - "Passaggio del testimone" tra due generazioni di apparati centrali. "Baton passing" between two generations of interlocking apparatus. (Pre-existing ACELI apparatus of Pisa Central; new central post of the Pisa ACC - location of the SCC Tirrenica).

the Control Centre of the "SCC Tirrenica" and the Central Post of the new ACC of Pisa.

Figures 3a and 3b illustrate the pre-existing Traffic Controller Office of Pisa Centrale that was located at the top floor of the ACELI cabin.

#### 4. The new extended ACC of Pisa

The new interlocking apparatus (ACC) of Pisa, activated in its first configuration (called "A") on December the



Fig. 3a - L'ex ufficio movimento ACELI di Pisa come si presentava durante le fasi propedeutiche all'attivazione dell'ACC; in primo piano il banco del dirigente movimento con il terminale Train Describer del SCC, in secondo piano il banco del deviatore e il quadro luminoso dell'apparato. Interior of the ACELI cabin of Pisa as it appeared before the ACC activation; it is shown the traffic controller desk with the SCC Train Describer terminal and the visual control panel and the control desk of the apparatus.



(Per gentile concessione Sig. Antonio DICUIO - RFI S.p.A.) -  
(Courtesy of Mr. Antonio DICUIO - RFI S.p.A.).

Fig. 3b - Ultimo turno in cabina ACELI prima dell'attivazione dell'ACC; in posa insieme agli agenti anche Sirio BARDELLI (il terzo da sinistra), ex dirigente movimento a riposo, tra i primi agenti ad operare in cabina ACELI. Last shift in the ACELI cabin before the ACC activation; posing along with agents also Sirio BARDELLI (third from left), Traffic controller in retirement, among the first agents to operate in the ACELI cabin.

Pisa Centrale e del fabbricato che accoglie il Posto centrale del SCC Tirrenica e il Posto centrale del nuovo ACC di Pisa.

Le figg. 3a e 3b raffigurano l'ex ufficio movimento di Pisa Centrale che era ubicato all'ultimo piano della cabina ACELI.

#### 4. Il nuovo ACC esteso di Pisa

Il nuovo impianto ACC, attivato in prima configurazione (configurazione "A") il giorno 8 dicembre 2008, copre un'estensione nord-sud di circa 6,5 km ed unisce gli ex impianti di Pisa Centrale, Pisa Aeroporto e Pisa San Rossore, governati ora da una "cabina di regia" (*Posto centrale ACC*) ubicata presso il fabbricato tecnologico che ospita il posto centrale del Sistema di Comando e Controllo (SCC) della direttrice Tirrenica, adiacente alla stazione di Pisa Centrale.

La fig. 4 rappresenta in maniera schematica la giurisdizione dell'ACC di Pisa.

Nella fig. 5a, in cui è raffigurata l'estensione geografica dell'area ferroviaria gestita dal nuovo ACC, sono stati

8<sup>th</sup>, 2008, has an extension of about 6.5 km from North to South and integrates the plants of Pisa Centrale, Pisa Airport and Pisa S. Rossore, now controlled by a unique control centre (ACC Control Post) located in the technological building that houses the control centre of "SCC Tirrenica", near to the station of Pisa Centrale.

Fig. 4 represents schematically the jurisdiction of the ACC of Pisa.

Fig. 5a, illustrating the geographic extension of the railway area operated by the new ACC, highlights the traffic flows of the various lines and, in the detail of fig. 5b, the civil work constructed by RFI S.p.A. and opened to the railway traffic contextually to the ACC activation; such civil work allows to eliminating the interference between the Tyrrhenian line and the lines Florence-Pisa and Pisa-Vada (via Collesalveti).

In terms of plant architecture, the ACC of Pisa is designed on the base of an "elementary stations" structure, as shown in fig. 6 which illustrates the installation of Pisa in its final configuration and highlights with colors the crossing lines and the specialization of the various tracks.

The division into elementary stations allows a functional separation of traffic flows within the station; these flows correspond with the lines connecting the Pisa station; the plant flexibility allows to use, in case of necessity, different tracks from those usually involved.

The Pisa station is considered, from a traffic management point of view, as a "permanent entry station" for the "SCC Tirrenica".

The three tracks on the branch towards Lucca of the Pisa S. Rossore station, which can be seen in the bottom of fig. 6, are controlled by an ACEI interlocking apparatus, activated contextually to the first ACC configuration, remote controlled by a CTC system, located in Lucca, adjacent to the ACC of Pisa without intermediate block sections; train traffic, wagon traffic and shunting operations are controlled by an approval exchange between the two interlocking apparatus (ACC and ACEI).

#### 5. Main features

The main characteristics of the ACC are summarized below in table 1.

#### 6. Architecture of the ACC of Pisa

In technological terms, the ACC of Pisa is a computer-based interlocking apparatus that is structured in a central electronic computer (Safety Nucleus), including the safety logic, and in 6 area managers controlling the 6 areas in which the large station of Pisa is divided; the Area Managers serve as vital interface for the safe command

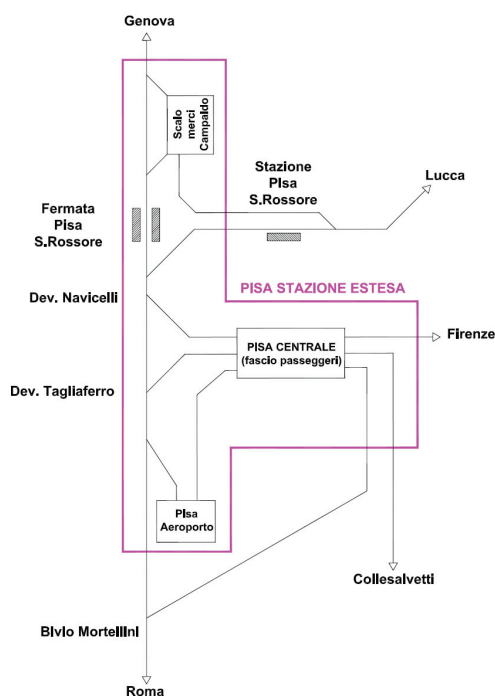
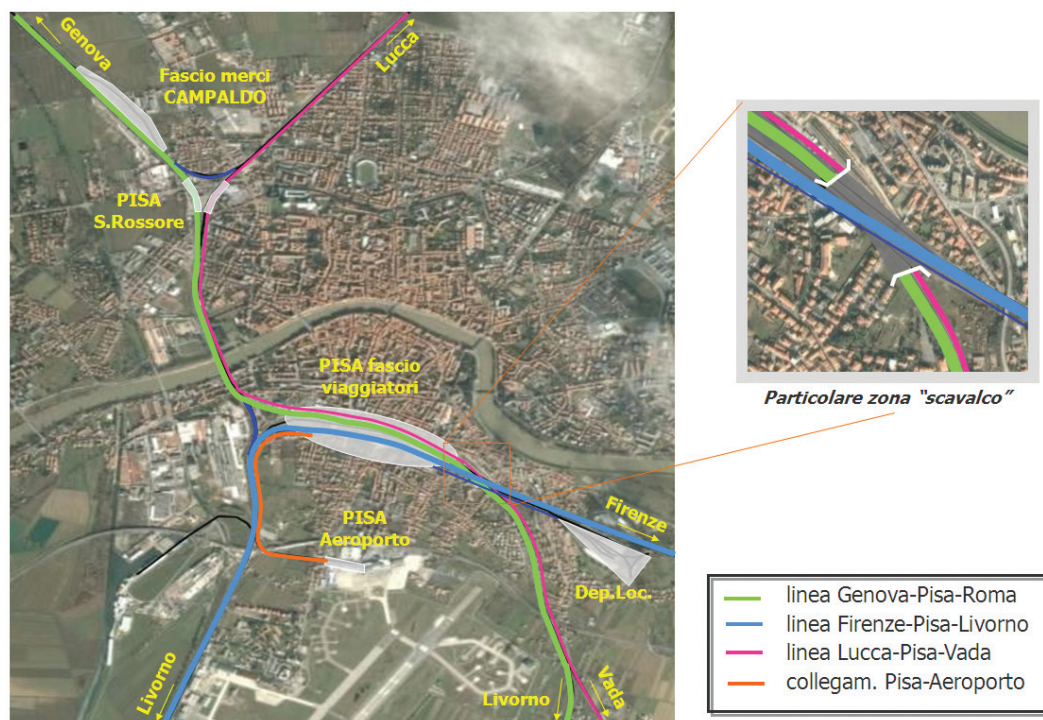


Fig. 4 - Assetto del nodo dopo l'attivazione dell'ACC. State of the Pisa railway junction after the activation of the ACC. (Passenger track set; Pisa S. Rossore stop; Pisa S. Rossore station; Freight track set of Campaldino; Navicelli Shunting).





(maps.google.it).

Fig. 5a - Estensione dell'area gestita dall'ACC esteso di Pisa. Extension of the area controlled by the ACC of Pisa (green = Tyrrhenian Genova-Pisa-Rome line; blue = Florence-Pisa-Leghorn line; magenta = Lucca-Pisa-Vada line; orange = Pisa Airport link; small picture on up right side = the civil work called "scavalco") - (Passenger track set of Pisa).

evidenziati i flussi di traffico delle varie linee e, nel particolare riportato nella fig. 5b, l'opera civile realizzata da RFI S.p.A., aperta al traffico ferroviario contestualmente all'attivazione dell'ACC, che permette di eliminare l'interferenza a raso tra la Direttrice Tirrenica e le linee Firenze-Pisa e Pisa-Vada (via Collesalveti).

Sotto il profilo impiantistico, l'ACC esteso di Pisa è stato progettato sulla base di una struttura detta "a stazioni elementari", come rappresentato nella fig. 6, che raffigura l'impianto di Pisa nel suo assetto finale e dove sono evidenziate, in opportuna colorazione, le linee che lo attraversano e la specializzazione dei vari binari.

La suddivisione in stazioni elementari permette una separazione funzionale dei flussi di traffico all'interno della stazione, flussi che coincidono in linea di massima con le linee afferenti la stazione di Pisa; la flessibilità dell'impianto permette, qualora ve ne sia la necessità, di poter utilizzare binari diversi da quelli normalmente impegnati.

La stazione di Pisa si presenta, dal punto di vista della gestione della circolazione, come *stazione porta perma-*

and control exchange between the central computer unit and the field equipment belonging to a given geographical area; the connection between the ACC Central Post and the Area Managers is guaranteed by dedicated fiber optic redundant rings.

The general architecture of the ACC of Pisa is represented in fig. 7 that is structured by levels (level n.1 is the main one).

## 7. ACC Central Post

The Central Post (level n.1 of fig. 7) consists of:

- a vital processing unit (Safety Nucleus) containing the logics of the ACC; a Safety Nucleus of the family "QMR" (Quad Modular Redundancy) is installed in the ACC of Pisa; it is here described:
- two non vital processing units in redundant configuration, called "ART", with event recording and diagnostic functions, interfacing with the desk operators;



Fig. 5b - Foto dell'opera civile "scavalco": la linea ferroviaria superiore è la Firenze-Pisa, in sottoattraversamento: la linea Pisa-Roma (Tirrenica) e Pisa-Vada. *Picture of the civil work called "scavalco" that avoid the interference between the line Florence-Pisa (upper line) and the lines Pisa-Rome and Pisa-Vada.*

nente rispetto al SCC Tirrenica.

I tre binari sulla diramazione verso Lucca della ex stazione di Pisa S. Rossore, che è possibile notare nella parte bassa della fig. 6, sono gestiti da un apparato ACEI, attivato contestualmente alla prima attivazione dell'ACC, telecomandato da CTC con sede a Lucca e confinante con l'ACC di Pisa senza sezioni di blocco intermedie; la circolazione treni, manovre e carrelli è regolata mediante scambio di consensi elettrici tra i due apparati.

## 5. Principali caratteristiche

Le principali caratteristiche impiantistiche sono riassunte nella tabella 1.

## 6. Architettura dell'ACC di Pisa

Sotto il profilo tecnologico, l'ACC di Pisa si presenta come un apparato computerizzato strutturato in un Posto centrale, comprendente un calcolatore elettronico centrale (nucleo in sicurezza), nel quale risiede la logica di sicurezza, e in 6 gestori di area, che gestiscono le 6 aree in cui è stato suddiviso il vasto piazzale di Pisa; questi svolgono la funzione di interfaccia vitale per i comandi e controlli sicuri tra il calcolatore centrale e gli enti di piazzale appartenenti ad una determinata area geografica; il collegamento tra il Posto centrale ACC e i gestori di area è garantito da un anello ridondato su fibra ottica dedicata.

L'architettura generale dell'ACC di Pisa è rappresenta-

- a processing unit called "TEL", interfacing with the ACC and the SCC supervision systems;
- an Operator Interface (Traffic Controller and Maintenance Operator).

Fig. 9 illustrates the cabinets containing the vital and the non-vital electronics of the ACC Central Post.

The computers are connected to each others and to the periphery (ACC Peripheral Posts, operator desks, supervision system, etc.) by optical fiber and copper redundant networks.

## 8. The safety nucleus "QMR" (Quad Modular Redundancy)

The QMR-type Safety Nucleus represents the main technological innovation of the ACC of Pisa, then it is worth to dwell upon this subject.

The QMR installed in Pisa represents the first RFI application of the "second generation" hardware/software architecture of the ACC safety nucleus designed by Ansaldo STS while the "first generation" of the Ansaldo STS ACC safety nucleus is characterized by a TMR (Triple Modular Redundancy) architecture.

The TMR architecture is achieved with three twin processing units in a "2 out of 3" configuration: all the three CPU units works in parallel but the commands are given only if at least 2 out of 3 units give the same results: this "decision" is taken by some dedicated electronic units; the TMR architecture has a physical limit in terms of maximum number of controllable Peripheral Posts / Field devices; this limit is far exceeded by the QMR as hereby described.

The configuration "A" of the ACC of Pisa represented the most complex architecture ever implemented, with a TMR safety nucleus (73 Peripheral Posts distributed over a geographical area of more than 3 km of radius with respect to the ACC Central Post).

In anticipation of future plant expansions related to the implementation of the different phases, planning 82 ACC Peripheral Posts in the final configuration, it was necessary to implement a more powerful architecture such as the QMR, already developed by Ansaldo STS but, at that time, waiting for the approval by RFI; once completed the laboratory tests, field tests were performed with satisfactory results on the ACC of Pisa in the summer of 2009. It was finally activated in the pre-existing configuration "A" and then reconfigured on 20<sup>th</sup> December 2009 according to the configuration "B", as previously mentioned.

TABELLA 1 – TABLE 1

## CARATTERISTICHE DELL'ACC DI PISA. MAIN FEATURES OF THE ACC OF PISA

Oggetto Subject	Numero elementi per Fase A Number of elements for the configuration "A"	Note Notes
Località di servizio Stations and terminals	4	Pisa Centrale, Pisa Aeroporto, Pisa S. Rossore, fascio merci Campaldo <i>Pisa Centrale, Pisa Airport, Pisa S. Rossore, Campaldo freight track set</i>
Estensione nord-sud North-South extension of the area controlled by the ACC	6,5 km	
Posto centrale ACC ACC Central Post	1	E' presente anche un Posto centrale aggiuntivo di riserva <i>A backup control centre is also available</i>
Gestori di area Area Managers	6	
Posti periferici (controllori area) Peripheral posts (area controllers)	73 (-82)	Enti IS (segnali, deviatori, circuiti di binario, ecc.) + Encoder Sistema Controllo Marcia Treno (tra parentesi il numero in assetto definitivo) Signaling equipment (signals, points, track circuits, etc.) + Encoder of the SCMT System (in brackets: number of peripheral posts in the definitive configuration)
Controllori di ente Field Controllers	1722 (2269)	(tra parentesi il numero in assetto definitivo) <i>(in brackets: number of field controllers in the definitive configuration)</i>
Postazioni operatore 1° / 2° livello 1st / 2nd level Operator Terminals	2+1	Posto centrale ACC + Postazione remotizzata Campaldo; è presente anche una postazione di addestramento ACC Central Post + Campaldo remotized console; a training console is also available
Binari per servizio viaggiatori Passengers tracks	19 (23)	Pisa Centrale, Pisa S. Rossore, Pisa Aeroporto (tra parentesi il numero in assetto definitivo) Pisa Centrale, Pisa S. Rossore, Pisa Airport (in brackets: number of tracks in the definitive configuration)
Binari centralizzati per servizio merci Centralized freight tracks	7	
Punti di linea Line relations	12	di cui: n. 2 con Blocco Aut. Banalizzato a correnti cod. 3/2; n. 6 con Blocco Aut. Banalizzato a correnti cod. 3/3; n. 3 con relaz. ACEI, n.1 con Blocco conta-assi n. 2 with Coded Current Two-Way Automatic Block (3/2 type); n. 6 with Coded Current Two-Way Automatic Block (3/3 type); n. 3 with ACEI relations, n.1 with Axle-counter Block system
Punti di itinerario Route points	101	
Numero itinerari Number of routes	484	
Punti di istradamento Short route points	181	
Numero istradamenti Number of short routes	555	
Segnali alti Main signals	101	
Segnali bassi Ground Shunting signals	172	
Deviatoi elettrici / scarpe fermacarro Electric points/movable scotch block	190+3	
Passaggi a livello di stazione Station Level crossings	2	
Circuiti di binario correnti fisse / correnti codificate Fixed / coded current Track circuits	143+123	
Zone TE Electric zones	41	

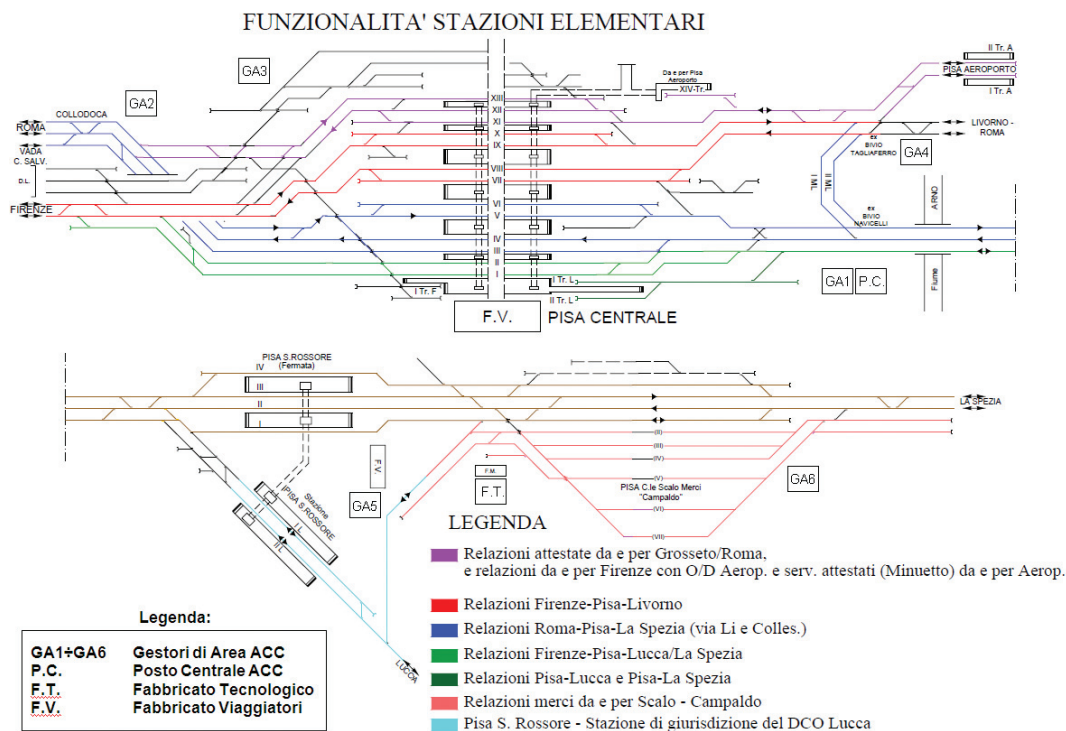


Fig. 6 - Suddivisione in stazioni elementari nell'assetto finale. *Split into elementary stations in the final configuration.* (GA1 to 6 = Area Managers; P.C. = ACC Central Post; F.T. = Technological Equipment Building; F.V. = Passenger Building. Colors represent rail flows) – (Legenda: Firenze-Pisa-Livorno connections; Connections of the Freight track set of Capaldo; Station under the jurisdiction of the Centralized Traffic Controller of Lucca).

ta nella fig. 7; la figura è strutturata per livelli (il livello n.1 è quello di maggior rilievo).

La fig. 8 rappresenta lo schema di suddivisione dell'ACC di Pisa in Gestori di Area.

## 7. Posto centrale ACC

Il Posto centrale (livello n. 1 di fig. 7) è articolato in:

- un'unità di elaborazione vitale (nucleo in sicurezza) in cui risiede la logica dell'ACC; a Pisa è installato un nucleo in sicurezza della famiglia "QMR" (Quad Modular Redundancy), descritto più avanti;
- due unità di elaborazione non vitali in configurazione ridondata "ART", con funzioni di registrazione cronologica eventi, interfaccia con le postazioni operatore e diagnostica;
- un'unità di elaborazione "TEL", con funzioni di interfaccia con i sistemi di supervisione ACC e SCC;

The safety nucleus QMR is configured according to an "2oo2" redundant architecture"; it consists of 4 processing units; the QMR rack is illustrated in fig. 10.

In particular, the QMR system is composed of two sections:

- *processing section*, whose main task is to implement and process the Interlocking Logic;
- *interface section*, whose task is to interface the QMR with other devices by optical and copper connections; in particular the connection between Safety Nucleous, Peripheral Posts and ART subsystem is implemented by high-speed optical fiber backbones while the connection between Safety Nucleous and Functional Keypad is carried out by a serial copper bus.

The processing section consists of two pairs of computing units, each one composed of a pair of CPUs that process the input signals in parallel and independently.

Each pair of CPUs is connected in a way to compose a



- l'interfaccia operatore (Dirigente Movimento e Manutentore).

Nella fig. 9 sono rappresentati gli armadi che contengono l'elettronica vitale e non vitale del posto centrale ACC.

Gli elaboratori sono collegati tra di loro e con la periferia (Posti Periferici ACC, postazioni operatore, supervisione, ecc.) per mezzo di reti in fibra ottica e rame ridondate.

## 8. Nucleo in sicurezza "QMR" (Quad Modular Redundancy)

Il nucleo in sicurezza di tipo QMR rappresenta la principale novità tecnologica dell'ACC di Pisa e su cui vale la pena di soffermarsi.

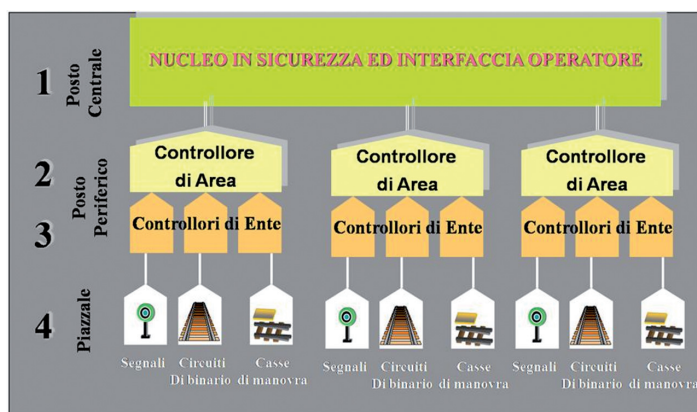


Fig. 7 - Schema a blocchi architettura dell'ACC. Block diagram of the ACC architecture. (Posto centrale = ACC Central Post; Consisting: Safety Nucleus and Operator Interface; Posto Periferico = ACC Peripheral Post, Area Controllers, Field Controllers; Piazzale = Field Devices, Signals, Track circuits, Point mechanisms).

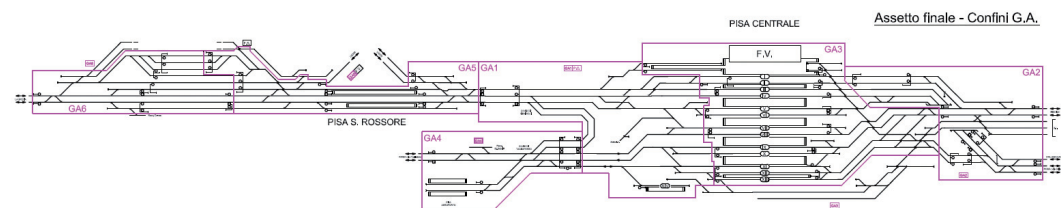


Fig. 8 - Schema di suddivisione in gestori di area dell'ACC di Pisa. Scheme of division of the ACC of Pisa in area managers. (Final Configuration - Area Manager boundaries).

Il QMR è l'architettura hardware/software "di seconda generazione" del nucleo in sicurezza ACC Ansaldo STS, di cui Pisa rappresenta la prima applicazione RFI, rispetto all'architettura TMR (Triple Modular Redundancy), presente sugli altri ACC Ansaldo STS "di prima generazione".

Il TMR è costituito da 3 schede di elaborazione gemelle in configurazione "2 su 3": l'elaborazione avviene in parallelo su tutte e tre le schede, ma i comandi vengono impartiti solo se almeno 2 su 3 "sono d'accordo"; questa "votazione" viene fatta da alcune schede elettroniche dedicate; il TMR presenta un limite fisico in termini di numero massimo di Posti periferici / enti di piazzale gestibili, limite, come vedremo fra breve, ampiamente superato dal QMR.

La configurazione "A" dell'ACC di Pisa costituiva l'architettura più com-



Fig. 9 - Elettronica del posto centrale ACC; da sinistra: il nucleo in sicurezza, i due armadi ART (normale e riserva) e l'armadio TEL. Electronics of the ACC Central Post; from left: the safety nucleus rack, the two ART racks (normal and backup), the TEL rack.

pressa fino ad allora realizzata con un nucleo in sicurezza di tipo TMR (n. 73 posti periferici distribuiti su un'area geografica di oltre 3 km di raggio rispetto al posto centrale).

In previsione delle future espansioni dell'impianto legate alle fasi, che prevedono di arrivare fino a 82 Posti periferici, si rendeva necessario installare un'architettura più performante, quale è il QMR, già sviluppato in Ansaldo STS ma, all'epoca, ancora in pendenza di omologazione da parte di RFI; perciò, una volta completati i test di laboratorio, nell'estate del 2009 furono eseguiti i test sull'ACC di Pisa, con risultati soddisfacenti. Fu definitivamente messo in servizio sulla configurazione "A" preesistente, per poi essere riconfigurato il 20 dicembre 2009 con la configurazione B, come in precedenza accennato.

Il nucleo in sicurezza QMR è configurato secondo un'architettura "2 su 2" ridondata; esso è composto da 4 schede di elaborazione; l'armadio QMR è rappresentato in fig. 10.

In particolare, il sistema QMR è costituito da due sezioni:

- *sezione di elaborazione*, il cui compito principale è quello di implementare ed elaborare la logica di apparato;
- *sezione di interfaccia*, il cui compito è quello di interfacciare il QMR con gli altri apparati mediante collegamenti ottici e in rame; in particolare il collegamento tra nucleo in sicurezza e posti periferici e sottosistema ART è realizzato da direttrici seriali veloci in fibra ottica, mentre il collegamento tra nucleo in sicurezza e tastiera funzionale è realizzato da un bus seriale in rame.

La sezione di elaborazione è costituita da due coppie di unità di calcolo, ognuna delle quali costituita da una coppia di processori che elaborano in modo parallelo e indipendente i segnali in ingresso.

Ogni coppia di processori è collegata in modo da realizzare un sistema di calcolo a maggioranza "2 su 2"; poiché le due coppie effettuano gli stessi processi contemporaneamente, per l'intera sezione di calcolo si parla di sistema di calcolo a maggioranza "2 su 2" ridondata.

Lo schema a blocchi di fig. 11 mostra le due sezioni, i collegamenti e le interazioni tra i moduli delle varie sezioni; nella figura si fa riferimento alla configurazione che prevede l'utilizzo di calcolatori con architettura Intel® e calcolatori con architettura AMD® per realizzare l'hardware diversity, ovvero un'architettura costituita da due sezioni aventi analoga struttura ma componentistica diversa, ideata per incrementare i livelli di affidabilità, disponibilità e sicurezza.

Essa offre i seguenti vantaggi:

- migliori prestazioni, quali, ad esempio, la capacità di gestire un maggior numero di enti di piazzale a parità di tempo di elaborazione (si possono gestire teoricamente fino a oltre 130 posti periferici ACC);

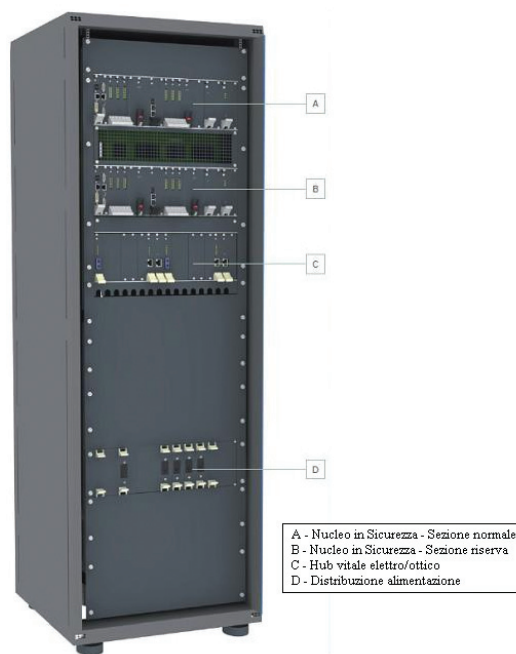


Fig. 10 - Armadio QMR. QMR cabinet (A = Safety nucleus - normal section; B = safety nucleus - backup section; C = electric/optic vital hub; D = power distribution).

"2 out of 2" processing system; since the two couples perform the same processes at the same time, the whole processing section is defined as a "2 out of 2" redundant computing system.

The block diagram in fig. 11 shows the two sections, including connections and interactions between modules of the various sections; it refers to a specific configuration involving the use of computers with Intel™ and AMD™ processors architecture aiming to achieve the "hardware diversity", that is an architecture consisting of two sections with a similar structure but different components, designed to increase the reliability, availability and safety levels.

It has the following advantages:

- higher performances, such as, for example, the ability to handle a greater number of field devices for the same processing time (it is theoretically possible to handle more than 130 ACC Peripheral Posts);
- high stability;
- increased availability of components on the market;
- higher maintainability;
- lower power consumption.

- alta stabilità;
- maggiore disponibilità di componentistica a livello di mercato;
- migliore manutenibilità;
- minori consumi.

### 9. Posti periferici ACC

Con riferimento all'architettura dell'ACC di fig. 7, al posto centrale ACC sottostanno i posti periferici, costituiti essenzialmente, ciascuno, da una terna di armadi contenenti:

- un elaboratore vitale denominato "Controllore di Area" (CDA);
- fino a 42 moduli elettronici, denominate "Controllori di Ente" (CDE), per il comando e controllo degli enti di piazzale e di altre apparecchiature vitali (testate di blocco automatico, passaggi a livello di linea, relazioni con altri apparati centrali, ecc.);
- moduli elettronici, denominati "Moduli di Condizionamento" (MDC), vere e proprie interfacce tra i CDE e gli enti di piazzale; a questi moduli si attestano i cavi provenienti dal piazzale anziché, a differenza degli apparati centrali a relè, essere raggruppati ad un unico telaio morsettiera.

L'insieme di più posti periferici che governa gli enti appartenenti ad una porzione geografica del piazzale, tipicamente raccolti nello stesso locale, viene denominato "gestore di area".

La fig. 12 rappresenta un posto periferico e un esempio di installazione.

Si evidenzia che nell'ACC a tecnologia Ansaldo STS non sono presenti i tipici interruttori magnetotermici (IS) a protezione del piazzale tipici degli apparati ACEI, in quanto le funzioni di protezione e di controllo dell'isolamento sono svolte dai MDC sopra descritti.

Le schede CDE sono di varie tipologie, quali, ad esempio:

- schede POT per segnali e indicatori luminosi;
- schede ELM per elettromagneti di intallonabilità a comando;
- schede DEV e DEP per casce di manovra (rispettivamente P80 e L90);

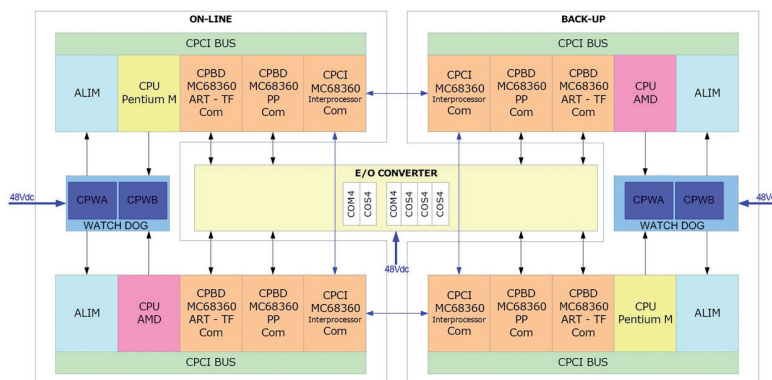


Fig. 11 - Schema a blocchi architettura QMR. Block diagram of the QMR architecture.

### 9. ACC Peripheral Posts

Referring to the ACC architecture illustrated in fig. 7, the Central Post ACC controls the Peripheral Posts, each one consisting essentially of three cabinets containing:

- a vital computer called "Area Controller" (CDA);
- up to 42 electronic modules called "Field Controllers" (CDE) controlling the field devices and other vital equipment (automatic block equipment, line level crossings, connections with other interlocking systems, etc.);
- electronic modules called "Adaptation Units" (MDC) representing the interface between the CDEs and the field devices; the cables from the field are connected directly to these modules rather than being grouped in



Fig. 12 - Posto periferico ACC Ansaldo STS. ACC peripheral post by Ansaldo STS (CDA/CDE = Area Controller/Field Controllers; MDC = Adaptation Units).

- schede CTX/CRX per circuiti di binario;
- schede VIO (Vital I/O) per altri interfacciamenti vitali.

Il posto centrale ACC colloquia con ciascun posto periferico, acquisisce lo stato degli enti e invia i comandi per mezzo di una fibra ottica ridondata (normale e riserva), con collegamento in cascata.

## 10. Interfaccia operatore ACC

La postazione operatore principale ACC è installata in un locale adiacente alla sala controllo SCC; essa è composta da due banchi operatore per dirigente movimento (postazioni operatore movimento di 1° livello) e da una postazione operatore manutenzione.

Ciascuna postazione operatore movimento di 1° livello, a sua volta, comprende:

- un quadro luminoso panoramico articolato su 3 monitor a 46 pollici;
- un terminale operatore, con comandi impartiti mediante un semplice dispositivo di puntamento (mouse);
- una tastiera funzionale ridotta, per la conferma dei comandi di interventi di soccorso;
- un terminale Sistema di Supervisione ACC (SSA) con funzionalità innovative, tra cui l'invio di comandi di itinerario e istradamento globali, in modalità automatica auto-apprendente o assistita, in funzione del programma orario e di piazzamento dei treni;
- terminale *Train Describer* periferico, per l'introduzione del numero treno e la visualizzazione sinottica della circolazione sulla periferia della stazione di Pisa.

La postazione manutenzione permette all'operatore della manutenzione di svolgere quelle operazioni che riguardano la diagnostica e gli interventi in caso di malfunzionamento delle apparecchiature ACC.

Le postazioni operatore di 1° livello hanno identica operatività sull'intero impianto; oltre a queste due postazioni, ai fini di una migliore organizzazione del lavoro, è disponibile una postazione operatore di 2° livello, ubicata in un fabbricato adiacente al fascio merci Campalido, che ha funzionalità limitate sia come area di intervento che per tipologia di co-

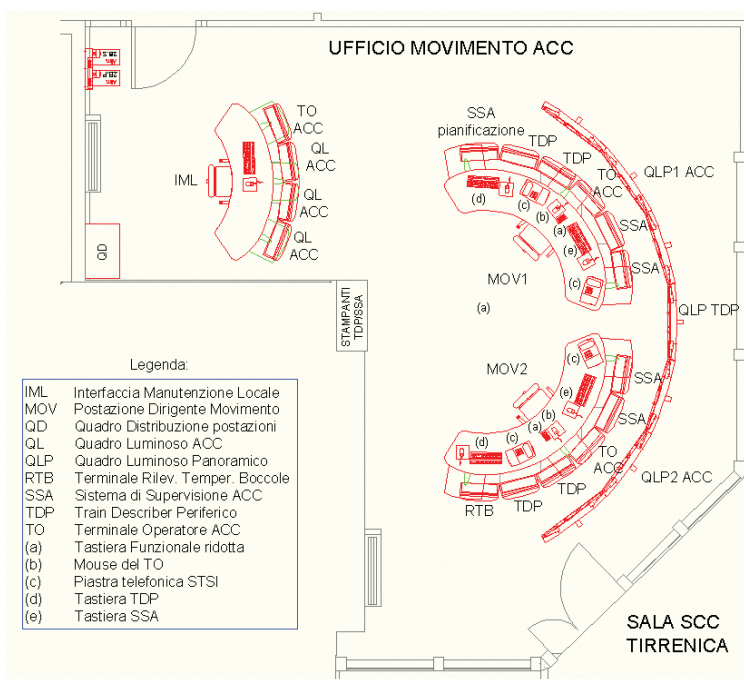


Fig. 13 - Pianta dell'ufficio movimento ACC di Pisa. *Plan of the ACC Traffic Control Room (IM L = Local Maintenance desk; MOV = Traffic Controller desk; QD = power distribution; QL = ACC Visual Control Panel; QLP = wide Visual Control Panel; SSA = ACC Supervision System; TDP = Train Describer terminal; T.O. = ACC Operator Terminal). (Tastiera Funzionale Ridotta: Reduced Functionality Keypad; Mouse del terminale Operatore: Mouse of the Operator Terminal; Piastra telefonica STSI - STSI telephonic board; Tastiera - Keypad.*

a single terminal board as in the all-relay interlocking boxes.

The group of Peripheral Posts that control the devices of a specific part of a plant, typically collected in the same building, is named "Area Manager".

Fig. 12 represents an ACC Peripheral Post and an example of installation.

The magneto-thermal circuit-breakers (IS), commonly used for the protection of the field equipment in the ACEI systems, are not installed in the ACC interlocking apparatus designed by Ansaldo STS; the protection and insulation control functions are performed by the above described MDCs.

The CDE boards are of various types, such as for instance:

- POT boards for signals and light indicators;
- ELM boards for controlled electromagnets to prevent point splitting;
- DEV and DEP boards for point mechanisms (P80 and L90 respectively);





Fig. 14a - Nuovo ufficio movimento nel posto centrale ACC di Pisa durante le prove; a sinistra: il banco operatore movimento n.1, a destra: il banco operatore movimento n.2. *New traffic control room in the ACC central post of Pisa during commissioning tests; on the left: the traffic operator desk n. 1, on the right: the traffic operator desk n. 2.*

mandi impartibili: infatti essa permette solo comandi di istradamento e manovra deviatoti sul fascio merci Campaldo.

La fig. 15 mostra, sul lato sinistro, la videata del Terminale Operatore (TO), dal quale il dirigente movimento

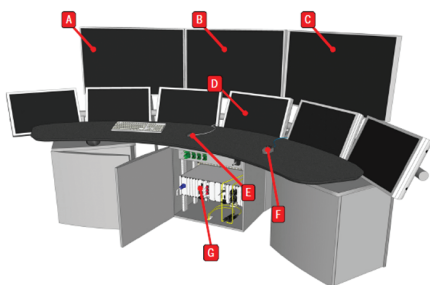


Fig. 14b - Tipologico di una postazione operatore movimento ACC. *Type of an ACC traffic operator desk.*

A	Monitor 46" (Quadro Luminoso 1) Monitor 46" (Visual Control Panel 1)
B	Monitor 46" (Quadro Luminoso 2) Monitor 46" (Visual Control Panel 2)
C	Monitor 46" (Quadro Luminoso 3) Monitor 46" (Visual Control Panel 3)
D	Monitor 24" (Terminale Operatore) Monitor 24" (Operator Terminal)
E	Mouse Terminale Operatore Mouse of the Operator Terminal
F	Tastiera Funzionale Ridotta Reduced functional keypad
G	Cestello cPCI interfaccia operatore cPCI operator interface rack

- CTX / CRX boards for track circuits;
- VIO boards (Vital Input / Output) for the interface with other vital devices.

The ACC Central Post communicates with each Peripheral Post, acquires the status of the field devices and sends commands via a redundant optical fiber (normal and backup) with a cascade connection.

## 10. ACC operator interface

The main ACC operator interface is located in a room adjacent to the "SCC Tirrenica" control room; it consists of two operator desks for the Traffic Controller (named 1<sup>st</sup> level Traffic Operator Desks) and a Maintenance Operator Desk.

Each 1<sup>st</sup> level Traffic Operator Desk, in turn, includes:

- a wide Visual Control Panel consisting of three 46 inches monitors;
- an Operator Terminal from which commands are given by a simple pointing device (mouse);
- a Reduced Functional Keypad, used to confirm the system degrade commands or the emergency commands;
- an ACC Supervision System terminal (SSA) with innovative features, including multiple-routes and multiple-short routes commands, in an automatic self-learner or assisted mode, depending on both the time schedule and the placement plan of the trains;
- a Peripheral Train Descriptor Terminal for the entry of the train number and the synoptic visualization of traffic on the peripheral side of the Pisa station.

The ACC Maintenance desk allows the Maintenance Operator to perform those operations that concern the diagnostics and the intervention in case of malfunctioning of the ACC equipment.

The 1<sup>st</sup> level Operator Desks have the same operation ability on the whole plant; in addition to these two desks a 2<sup>nd</sup> level Operator Desk is available aiming to optimize the job organization; it is located in a building adjacent to the Campaldo freight track set, that has limited functionalities both with regard to the jurisdiction area and for the types of commands that can be entered: indeed it allows only short routes and point switches operation commands on the Campaldo freight track set.

Fig. 15 shows, on the left side, the screenshot of the Terminal Operator (TO), from which the Traffic Operator enters the route and the short route commands by using a simple mouse, in addition to the commands used in case of system degrade or emergency; these commands are confirmed by using the Reduced Functional Keypad (on the right side of fig. 15).

Operations on Terminal Operator are simplified by the presence of windows (areas) that give a detailed descrip-

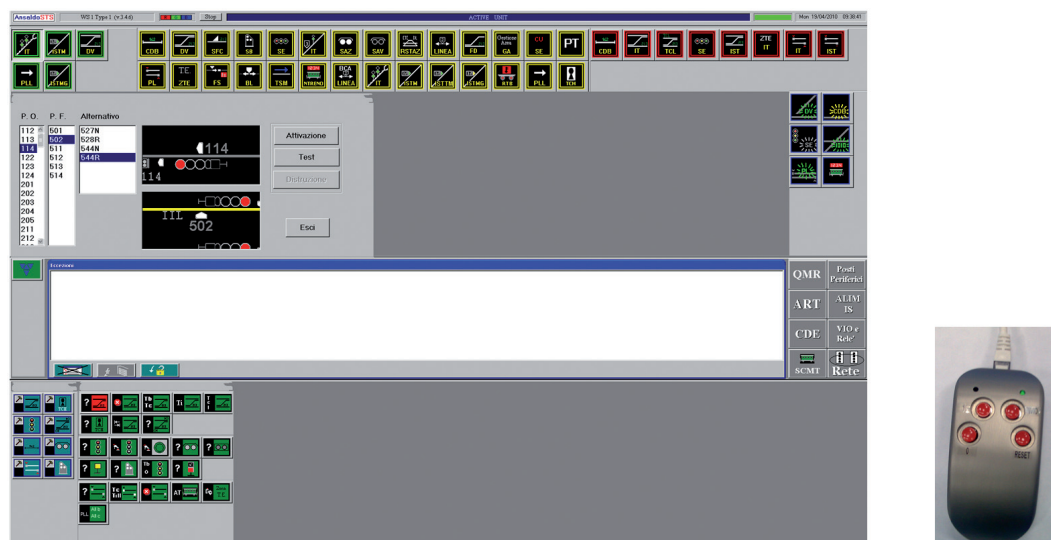


Fig. 15 - Videata del terminale operatore dell'ACC di Pisa e la tastiera funzionale ridotta per la conferma delle funzioni di soccorso. Screenshot of the operator terminal of the Pisa ACC and the reduced functional keypad for the confirmation of the emergency functions.

impartisce con un semplice *mouse* i comandi di itinerario/istradamento per i treni e le manovre, oltre ai comandi di soccorso in caso di anomalità; questi ultimi vengono confermati tramite la tastiera funzionale ridotta (lato destro di fig. 15).

L'operatività sul TO è facilitata dalla presenza di finestre (aree) che danno una descrizione dettagliata dei comandi, eventuali segnalazioni di comandi non andati a buon fine (eccezioni) o allarmi di enti di piazzale e apparecchiature.

La fig. 16 mostra la videata del Quadro Luminoso (QL) dell'ACC di Pisa nella configurazione B attivata a dicembre 2009; come il TO precedentemente descritto, anche il QL fornisce molte più informazioni al dirigente movimento di quante ne possa fornire un QL di un apparato tradizionale; ad esempio un itinerario o istradamento può essere selezionato e visualizzato prima ancora di essere comandato, i simboli degli enti presentano un colore diverso a seconda del loro stato (ad esempio sono facilmente individuabili i circuiti di binario codificati, i deviatori disallimentati o gli enti in stato di esclusione).

## 11. Nuove funzionalità dell'ACC [1] [2]

Rispetto al passato, come già precedentemente accennato, il nuovo ACC di Pisa presenta caratteristiche funzionali che incrementano sia il livello di sicurezza che la flessibilità dell'impianto:

- liberazione elastica del percorso (sia per gli itinerari che per gli istradamenti);

tion of the commands/controls, the possible reports of unsuccessful commands (exceptions) or the alarms concerning field devices and other equipment.

Fig. 16 shows the screenshot of the MMI Visual Panel (QL) of the ACC of Pisa in its configuration "B", commissioned on December 2009; as the above described Terminal Operator (TO), even the QL provides much more information to the Traffic Controller than a QL of a traditional system could do. For instance a route or a short route can be selected and visualized even before it is entered; the symbols of the field devices assume a different color according to their status (for instance the coded track circuits, the disconnected point switches or the devices in exclusion state can be easily detected).

## 11. New features of the ACC of Pisa [1] [2]

Compared to the past, as already mentioned, the new ACC of Pisa has functional characteristics that increase both the safety level and the flexibility of the system:

- sectional release route locking (both for routes and short routes);
- availability of alternative routes and short routes for the same origin point and the same destination point of the movement;
- coded track circuits on the main routes (Tyrrhenian Genoa-Rome line and Florence-Pisa-Livorno line) available in the configuration "D".

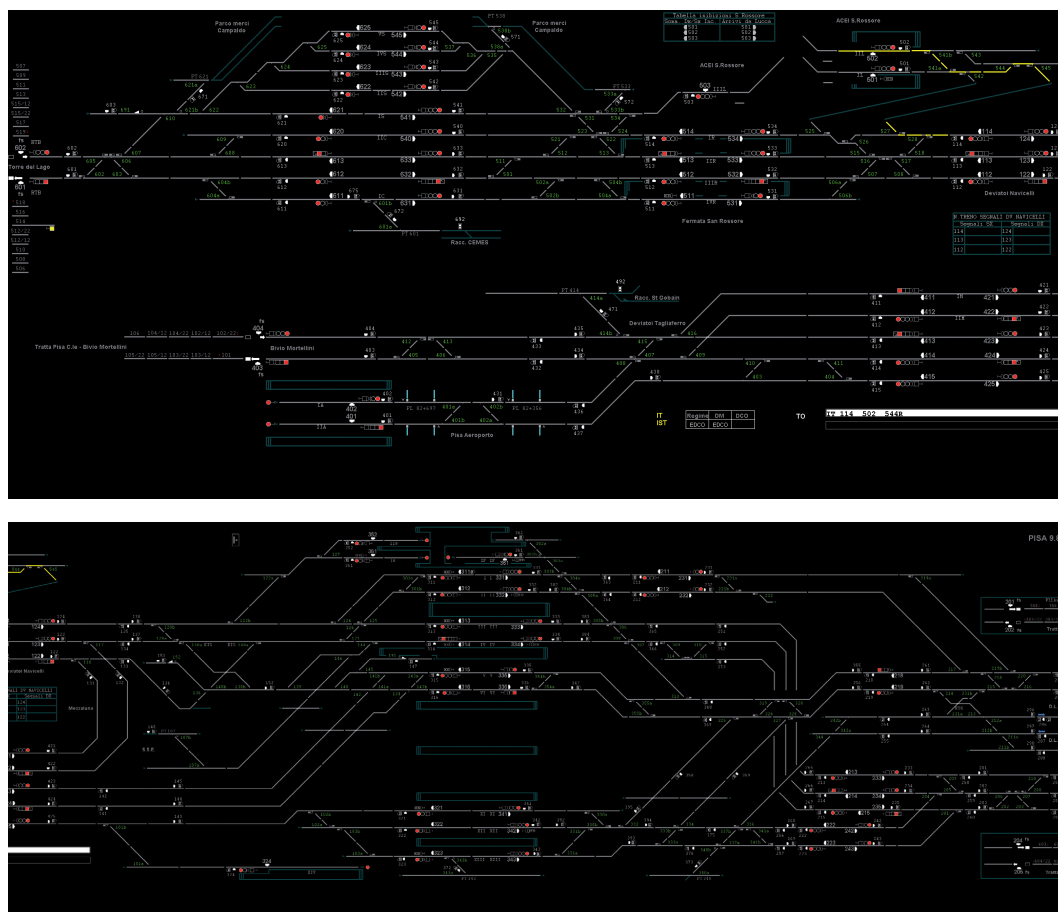


Fig. 16 - Videata del Quadro Luminoso; nella schermata superiore: la porzione comprendente lo scalo Campaldo, Pisa S. Rossore e Pisa Aeroporto, nella schermata inferiore: la porzione con Pisa Centrale. Screenshot of the Visual Control Panel: the upper side illustrates the portion including the Campaldo track set, Pisa S. Rossore and Pisa Airport; the lower part illustrates the portion including Pisa Centrale.

- possibilità di itinerari e istradamenti alternativi su percorsi diversi, a parità di punto origine e punto finale del movimento;
- codifica dei binari di stazione sui percorsi principali (linee Tirrenica Genova-Roma e Firenze-Pisa-Livorno), prevista a regime (configurazione D);
- gestione impiantistica di numerosi deviatoli laterali, per una gestione più flessibile in caso di malfunzionamento;
- deviatoli in comunicazione di tipo "sdoppiato" e intersezioni gestite come "deviatoli fittizi" secondo la disposizione n. 57/2006 di RFI [3];
- piena utilizzazione dei segnali di avvio e avanzamento
- a more flexible management of many side point switches in case of failure of the field devices;
- split-type cross-over point switches and crossings operated as "fictitious points" according to the RFI Regulation No. 57/2006 [3];
- full use of the signals for degraded movements by "locking" the initial route/shunting point;
- "short routes" for wagon movement inside the station by ground shunting signaling and through route locking.
- plant preparation for the approach movements by double ground shunting signaling;

- per movimenti degradati con "bloccamento del punto origine";
- istradamenti per movimento carrelli all'interno della stazione mediante segnalamento basso di manovra e bloccamento rigido del percorso;
- predisposizione dell'impianto per i movimenti di accosto rispetto ai movimenti da/per il deposito locomotive, mediante doppio segnalamento basso di manovra;
- possibilità di esclusione singola degli enti di piazzale per esigenze manutentive e durante le fasi di sviluppo dell'impianto;
- nuova ripartizione delle zone elettriche disallineabili per gestione più flessibile in caso di intervento agli impianti di Trazione Elettrica.

### 12. Sistema di supervisione ACC

Accanto all'apparato "vitale" ACC, a Pisa è installato un sistema di supervisione ACC (SSA), strumento di ausilio all'operatività dei dirigenti movimento.

Nell'ambito della giurisdizione dell'ACC di Pisa, il sistema permette:

- di regolare la circolazione nell'ambito della stazione e verso le linee afferenti, partendo dai dati di orario e di programma, dallo stato corrente dei treni e dell'impianto e dalle scelte di circolazione;
- di predisporre automaticamente gli itinerari e gli istradamenti (mediante l'interfacciamento con ACC);
- di fornire informazioni in tempo reale sullo stato della circolazione agli operatori e altri sistemi interfacciati (SCC Tirrenica, ecc.), controllando lo stato degli enti e l'identificazione e l'avanzamento dei treni (attraverso l'interfacciamento con ACC e la funzione di inseguimento marcia treni);
- la gestione delle anomalie della circolazione e dell'infrastruttura;
- di elaborare i dati di andamento della marcia dei treni.

Per svolgere questi compiti il sistema SSA si interfaccia principalmente con:

- ACC per l'acquisizione delle informazioni "di sicurezza" e l'invio dei comandi di itinerario/istradamento;
- sistemi esterni relativi alla circolazione (PIC, SCC, ecc.);
- sistema di informazione al pubblico per lo scambio di informazioni di circolazione utili per i viaggiatori.

L'operatore interagisce con un'interfaccia dedicata, dotata di monitor + tastiera + mouse che permette di ricercare e attivare le funzioni e i comandi, inserire e modificare le informazioni relative alla circolazione.

Ogni postazione operatore di 1° livello è dotata di un terminale SSA, con funzionalità configurabili in funzione della gestione del lavoro.

- possibility of excluding single field devices for maintenance needs and during the plant development phases;
- new distribution of the power zones for a more flexible management in case of intervention on the Electric Traction Installations.

### 12. ACC supervision system

Besides the ACC "vital" apparatus, ACC Supervision System (SSA), an essential operating tool for the Traffic Controllers, is installed in Pisa.

Within the jurisdiction of the ACC of Pisa the SSA system allows:

- controlling traffic (routing/shunting) within the station and on the junction lines, starting from the timetable and programming data, the present state of trains and plant and the traffic choices;
- preparing automatically routes and shunting (by interfacing with the ACC);
- providing real-time information on the traffic state to the operators and the other interfacing systems (e.g. the "SCC Tirrenica", etc..) while checking the status of the field equipment and the train progress and identification (through the interfacing with the ACC and the train tracking function);
- managing the unexpected states of traffic and infrastructure;
- processing the train running data.

In order to carry out these tasks the SSA system will interface mainly with:

- the ACC system for the acquisition of safety information and the dispatching of routes / shunting commands;
- external traffic management systems (PIC, SCC, etc.);
- the Public Information System for the exchange of traffic information for passengers.

The operator interacts with a dedicated interface, equipped with monitor + keyboard + mouse that allows to searching and activating functions and commands and to entering and modifying traffic data.

Each 1<sup>st</sup> level operator desk is equipped with a SSA terminal, with functionalities that can be configured according to the job organization.

The plant management (planning, abnormality management, command entering, etc..) is mainly carried out by means of graphic functions such as:

- Train placement within the stations (M53 chart);
- Train list;
- Shunting list.

The train and the shunting lists are tools for entering route / shunting commands in a single mode (between two



La gestione dell'impianto (pianificazione, gestione anormalità, invio comandi, ecc.) si svolgono principalmente mediante funzioni grafiche, quali:

- piazzamento treni in stazione (M53 grafico);
- lista treni;
- lista manovre.

La lista treni e la lista manovre sono strumenti per l'invio dei comandi di itinerario e istradamento in modo singolo (tra due punti di itinerario/istradamento contigui) o in cascata (raggruppando 2 o più itinerari/istradamenti in successione), di notevole utilità su impianti, quale è quello di Pisa, dotati di segnalamento plurimo.

Il sistema permette varie modalità (dette "regimi") per l'invio dei comandi di itinerario/istradamento:

- automatica, con invio dei comandi da parte del sistema secondo pianificazione preimpostata;
- semi-automatica, nella quale l'operatore deve confermare il comando proposto dal sistema;
- mista, dove alcuni treni sono in regime di automatico e altri in regime di semi-automatismo.

Inoltre, il sistema rileva e segnala situazioni di conflitto tra movimenti, eventualmente proponendone la soluzione.

### 13. Impianti di telecomunicazione e informazione al pubblico

A servizio del nuovo Apparato ACC di Pisa sono stati realizzati:

- doppio anello in fibra ottica per i collegamenti vitali tra posto centrale ACC e gestori di area;
- Sistema di Telefonia Selettiva Integrata (STSI), strutturato in 6 zone, corrispondenti ai gestori di area ACC; esso è composto da concentratori (al posto centrale ACC e nei gestori di area ACC) collegati in configurazione ridondata da cavi principali in rame da 32 coppie, console telefoniche al posto centrale ad uso dei dirigenti movimento e dell'agente manutenzione, telefoni di piazzale in cassetta stagna collegati ai concentratori di zona con collegamenti a doppio anello in rame a 4 coppie;
- apparati di collegamento con rete radio GSM-R a 900 MHz;
- nuovo sistema di informazione al pubblico e diffusione sonora, con installazione di monitor e indicatori luminosi a LED, secondo i recenti standard RFI;
- registratore vocale digitale delle chiamate con backup su supporto ottico.

### 14. Impianti di alimentazione

Il sistema di alimentazione dell'ACC di Pisa è strutturato:

- posto centrale ACC e Gestore di Area n. 1, alimentati

contiguous route / shunting points) or in a cascaded mode (grouping of 2 or more routes / shunting in succession); they are very useful in multiple signaling plants, such as the plant of Pisa.

The system allows various modalities (called "modes") for entering route / shunting commands:

"Automatic mode", with command entering by the system according to a preset schedule;

"Semi-automatic mode", in which the operator must confirm the command proposed by the system;

"Mixed mode", where some trains are in automatic mode and other trains in semi-automatic mode.

In addition, the system detects and informs about the conflicts between movements, possibly proposing a solution.

### 13. Telecommunications and public information systems

The following plants were carried out to serve the new ACC Interlocking apparatus of Pisa:

- a fiber-optic double ring for the vital connections between the ACC Interlocking and the ACC Area Managers;
- an Integrated Selective Telephony System (STSI), divided into 6 zones corresponding to the ACC Area Managers. It is composed of concentrators (located by the ACC Central Post and the ACC Area Managers) connected in redundant configuration by 32-pairs copper cables, telephonic consoles for the Traffic Controllers and the Maintenance Operator in the Central Post, field telephones in watertight boxes connected to the area concentrators by double-ring 4-pairs copper links;
- equipment for the connection to the GSM-R (GSM-Railway) 900 MHz radio network;
- a new Public Information and Sound Diffusion System with the installation of monitors and LED indicators according to the recent RFI standard;
- Digital Voice Call Recorder with backup on optical media.

### 14. Power supply systems

The power supply system of the Pisa ACC is here described:

- The power supply system of the Central Post and the Area Manager No. 1 is composed of a dual MV / LV FS-ENEL power supply and a power generator which on its turn supplies a redundant "no-break" unit;
- The power supply system of the Area Managers no. 2, 3 and 4 is composed of a ring at 2.75 kV starting from the "SCC Tirrenica" building (ACC Central Post),

## SCHEMA A BLOCCHI SISTEMA MT E BT

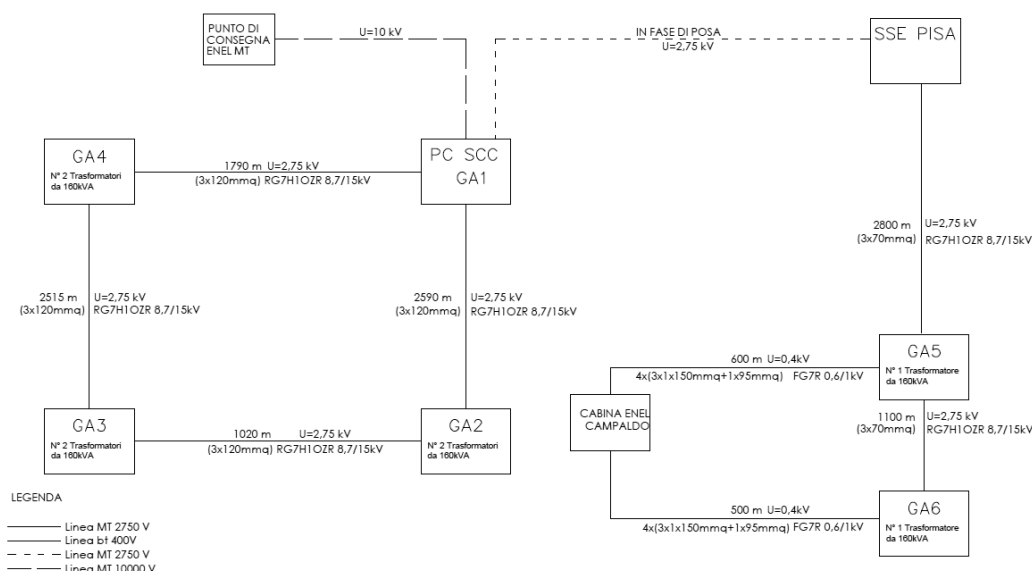


Fig. 17 - Schema a blocchi sistema di alimentazione MT/BT dell'ACC di Pisa. *Block diagram of the MV/LV power supply system of the Pisa ACC.* (Punto di consegna ENEL MT = ENEL MV energy delivery point; PC SCC = SCC Central Post; GA1-6 = Area Managers; SSE = Power Substation). (Linea MT 2750 V – MV Line (2750V); Linea bt 400 V – LV Line (400V)).

da una doppia alimentazione MT/BT FS-ENEL e gruppo elettrogeno, che a sua volta alimenta una centralina “no-break” ridondata;

- Gestori di Area n. 2, 3 e 4, alimentati da un anello a 2,75 kV con partenza dal fabbricato SCC Tirrenica (posto centrale ACC), che a sua volta alimenta le centraline ridondate “no-break” per mezzo di cabine MT/BT; presso ciascun gestore è presente un gruppo elettrogeno;
- Gestori di Area n. 5 e 6, alimentati da un’antenna di alimentazione a 2,75 kV con partenza dal fabbricato SCC Tirrenica (posto centrale ACC), che a sua volta alimenta le centraline ridondate “no-break” per mezzo di cabine MT/BT; presso ciascun gestore è presente un gruppo elettrogeno e un’ulteriore fornitura ENEL in Bt con lo scopo di aumentarne la disponibilità.

Le centraline no-break hanno potenze fino a 75 kVA mentre i gruppi elettrogeni fino a 100 kW.

### 15. Adeguamento di altri sistemi

L’attivazione dell’ACC ha portato anche all’adeguamento di altri sistemi, più nel dettaglio:

- adeguamento del sistema di controllo marcia treno e

which on its turn supplies the redundant “no-break” unit by MV / LV cabins; each Area Manager is equipped with a power generator;

The power supply system of the Area Managers no. 5 and 6, is composed of an antenna supplying architecture at 2.75 kV starting from the “SCC Tirrenica” building (ACC Central Post), which on its turn supplies the redundant “no-break” devices by MV / LV cabins; each Area Manager is equipped with a power generator and a further LV ENEL power supply aiming to improve their availability.

The no-break devices are characterized by power ratings up to 75 kVA while the generator power ratings can reach the value of 100 kW.

### 15. Adaptation of other systems

The ACC activation brought even to the adaptation of other systems; in more detail:

- adaptation of the “Train Running Control System” (SCMT) and the Automatic Block System;
- upgrading of the axle-bearing temperature detection system, installed in the line Pisa-La Spezia;

- del blocco automatico;
- adeguamento dell'impianto di rilevamento temperatura boccole presente sulla linea Pisa-La Spezia;
- riconfigurazione del SCC Tirrenica, dovuta alla modifica dei punti di confine tra zona telecomandata da SCC e zona gestita come "stazione porta";
- adeguamento del CTC della linea Pisa-Lucca, necessario in quanto una parte della ex stazione di Pisa S. Rossore è diventata posto periferico telecomandato da detto CTC;
- adeguamento dei sistemi per il monitoraggio del traffico (PIC, SSDC, ecc.).

- riconfigurazione del SCC Tirrenica due alla modifica della linea di confine tra l'area controllata dal SCC e l'area operata come "stazione porta";
- adattamento del CTC della linea Pisa-Lucca, considerato necessario come parte della pre-esistente Pisa S. Rossore stazione è stata trasformata in un Posto Periferico Telecomandato da detto CTC;
- adattamento dei sistemi di monitoraggio del traffico (PIC, SSDC, ecc.).

### 16. Evoluzione dell'ACC di Pisa

#### 16. Evoluzione dell'ACC di Pisa

Come già rammentato, quella attivata il giorno 8 dicembre 2008 è stata la prima di quattro configurazioni ACC, che hanno l'obiettivo di portare progressivamente i binari passanti di Pisa Centrale da 9 a 13, con modifica progressiva delle radici est/ovest di Pisa Centrale; con questo assetto verrà portata a compimento la separazione di flussi tra le linee Firenze-Pisa-Livorno, Tirrenica e Pisa-Vada, oltre alla suddivisione in stazioni elementari.

Nelle figg. successive (da 18a a 18d) sono rappresentate le quattro configurazioni dell'impianto; nell'ultima figura (configurazione "D") sono evidenziate le linee passanti che attraverseranno la stazione estesa di Pisa in assetto finale. I programmi lavori prevedono tale completamento entro il 2010.

As mentioned above the first of the four ACC configurations was commissioned on December 8, 2008; these four configurations are intended to progressively increase the number of tracks passing through Pisa Centrale from 9 to 13, with a gradual change of the East / West rail roots of Pisa Centrale; this architecture will allow to completing the flow separation between the lines Florence-Pisa-Livorno, Tyrrhenian and Pisa-Vada; it will make it possible even the partition into elementary stations.

The four system configurations are represented in the figures from 18a to 18d; in the last figure (configuration "D") the main lines passing through the extended station of Pisa in its final configuration are highlighted. According to the present program the construction works will be completed by 2010.

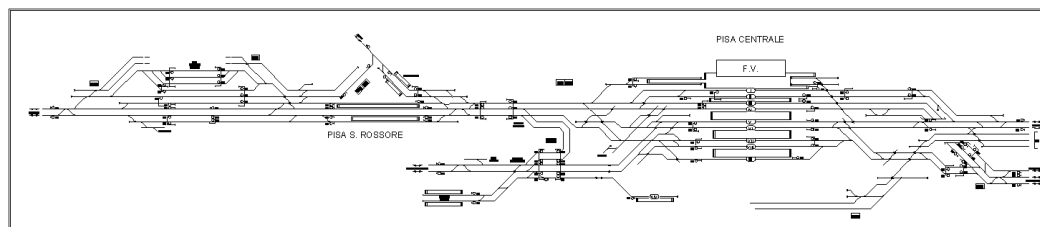


Fig. 18a - Configurazione "A" (8 dicembre 2008). Configuration "A" (December 8, 2008).

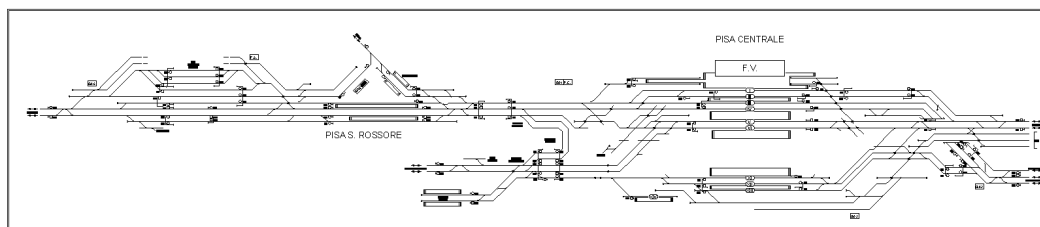


Fig. 18b - Configurazione "B" (20 dicembre 2009). Configuration "B" (December 20, 2009).

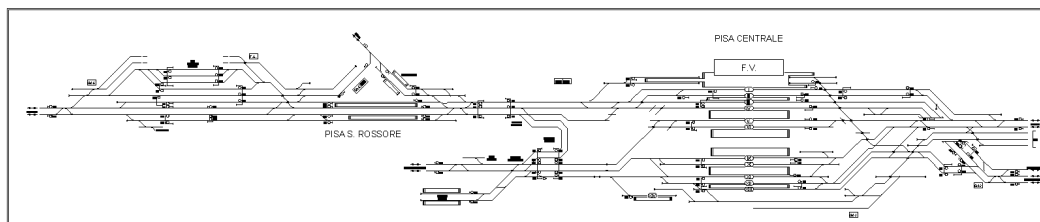


Fig. 18c - Configurazione "C" (23 maggio 2010). *Configuration "C" (May 23, 2010).*

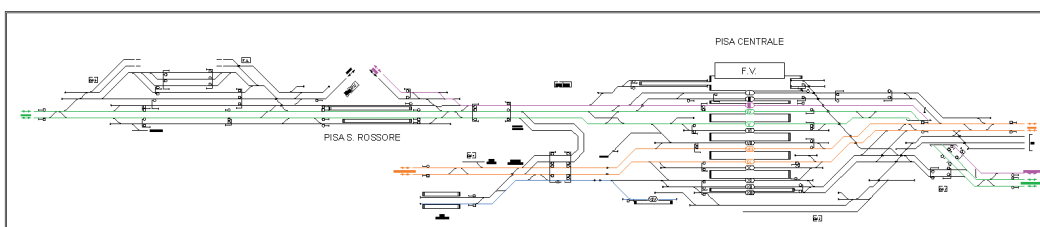


Fig. 18d - Configurazione "D" (2010) – Sono evidenziate in colore diverso le linee che attraversano la stazione. *Configuration "D" (2010) – the lines crossing the station are highlighted in different colors.*

## BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Ingegneria Ferroviaria n.12/2003, "ACS Apparato Centrale Statico di Roma Termini".
- [2] Disposizione 49/03 di Rete Ferroviaria Italiana, "Istruzione per l'esercizio degli Apparati Centrali Statici – Condizioni tecniche e disposizioni normative".
- [3] Disposizione 57/06 di Rete Ferroviaria Italiana, "Criteri per la gestione delle intersezioni".