



English
Version

LS

ASECAP DAYS 2017

Dossier Speciale
Special Issue



■ La mobilità internazionale si "connette" a Parigi
International Mobility Connections in Paris

■ Monitoraggio strutturale delle opere d'arte: il caso del viadotto Colle Isarco
Structural Monitoring of the Civil Engineering Infrastructures: the "Colle Isarco" Viaduct

■ A35 Brebemi, nel 2017 pronto il link strategico con l'A4
A Strategic Link between Motorways A35 Brebemi and A4

■ Manutenzione straordinaria
Extraordinary Maintenance

■ Rete autostradale a misura d'ambiente
An Environmental Friendly Highway Network

■ Il traforo stradale dell'Arlberg
The Arlberg Road Tunnel

■ Le sfide globali del Made in Italy
The "Made in Italy" Global Challenges

■ La riqualificazione della Interstate 405
The Improvement of the Interstate 405

■ SW trasporti eccezionali per l'autostrada A35
Exceptional Transport Software for A35 Motorway

■ Lo Smart Tunnel nel progetto della sicurezza
The Smart Tunnel in the Safety Project



Parigi, Francia, 29-31 Maggio 2017
2017 May 29th-31st, Paris, France



L'OPINIONE

La mobilità internazionale si "connette" a Parigi



OBIETTIVO SULLE GIORNATE ASECAP 2017, OSPITATE A PARIGI DALL'ASFA DAL 29 AL 31 MAGGIO. TEMA PORTANTE: IL MODELLO DELLA CONCESSIONE NELL'ERA DELLA DE-CARBONIZZAZIONE. TRA LE NOVITÀ, UNA SESSIONE CONGIUNTA USA-UE DEDICATA ALL'ILLUSTRAZIONE DEI BENEFICI DEL PEDAGGIO. PER SICUREZZA, AMBIENTE ED ECONOMIE.

Emanuela Stocchi
Presidente/President
IBTTA 2017



International Mobility Connections in Paris

FOCUS ON THE ASECAP DAYS 2017, HELD IN PARIS BY ASFA FROM 29TH TO 31ST OF MAY. THE MAIN TOPIC WILL BE THE CONCESSION MODEL IN THE CONTEXT OF THE DE-CARBONIZATION ERA. AMONG THE NOVELTIES, WE CAN MENTION A JOINT U.S.-EU SESSION FOCUSING ON THE BENEFITS OF TOLLING FOR SAFETY, ENVIRONMENT AND ECONOMY.

It is a great pleasure for me, this year, to be serving as the President of the International Bridge, Tunnel and Turnpike Association (IBTTA) and be an active member of ASECAP. I am happy to provide *LeStrade* readers with an overview on the forthcoming ASECAP Study and Information Days, which will be held in Paris from 29th to 31st of May. The event, hosted by the French ASECAP member ASFA, will focus on the concession model



ASECAP Total Network : 1846,81 km



ASECAP Full Member

ASECAP Associate Member

delle infrastrutture, nel corso della quale esperti di finanza, rappresentanti istituzionali e operatori autostradali discuteranno delle soluzioni di finanziamento più affidabili volte a rispondere efficacemente alle nuove tendenze e ai nuovi bisogni di mobilità. Le successive sessioni si occuperanno poi dei principali temi di attualità per il nostro settore: l'interoperabilità dell'esazione elettronica del pedaggio, le soluzioni ITS innovative, la manutenzione e conservazione delle infrastrutture, le sfide ambientali degli operatori autostradali, la digitalizzazione (*big data* e *cybersecurity*), le iniziative di *marketing* e comunicazione portate avanti dal settore del pedaggio. Infine, avrò personalmente il piacere di moderare una sessione congiunta USA/UE focalizzata sulle principali priorità politiche delle due Associazioni, ASECAP e IBTTA, nonché sulle loro iniziative e attività volte a promuovere il pedaggio e il principio "chi usa paga". I relatori di questa sessione illustreranno le storie di successo dei due continenti, dimostrando che il pedaggio non è solo un principio politico o un obiettivo, ma è anche qualcosa di reale, di tangibile e con una lunga e comprovata storia di successo. Questa sessione penso rappresenti un buon esempio del tema che ho scelto per il mio anno

È davvero un gran piacere e un onore per me, quest'anno, essere al tempo stesso Presidente dell'IBTTA e membro attivo dell'ASECAP. Per questa ragione sono lieta di offrire ai lettori di *leStrade* una panoramica delle prossime Giornate di Studio e Informazione dell'ASECAP che si svolgeranno a Parigi dal 29 al 31 maggio prossimi. L'evento, che sarà ospitato dall'associata francese ASFA, sarà focalizzato sul modello della concessione nell'era della de-carbonizzazione e presenterà le principali attività e iniziative intraprese dal settore del pedaggio per rispondere alle esigenze di mobilità del futuro. Durante la prima giornata congressuale vi sarà un'interessante sessione sul finanziamento

di Presidenza all'IBTTA: "*International Mobility Connections*." Effettivamente credo che, a prescindere dall'essere in Nord America, in Europa, o in un'altra parte del mondo, coloro che operano nel settore del pedaggio sono tutti impegnati a promuoverne i benefici e, benché provengano da diversi Paesi, da culture e situazioni politiche differenti, ciò non di meno credono tutti nel valore del trasporto finanziato con il pedaggio. L'industria mondiale del pedaggio è infatti impegnata, a livello globale, a fornire ai cittadini e agli utenti una mobilità sicura, intelligente ed efficiente. Spero dunque di incontrarvi a Parigi per le Giornate ASECAP 2017!

www.asecapdays.com ■■

in the context of the de-carbonization era and will outline the main activities and initiatives undertaken by the tolling industry as we prepare to address our surface infrastructure needs of the future. On the first day of the Conference, there will be an interesting session focusing on infrastructure financing, with financial experts, policy makers and toll operators. Each speaker will discuss the most efficient and reliable financing solutions aimed at responding to the new mobility needs and trends. The following sessions will then analyze the key topics related to road infrastructure: ETC interoperability, innovative ITS solutions, maintenance and preservation of the assets, environmental challenges for toll road operators, digitalization (*big data* and *cybersecurity*), and marketing and communications' initiatives in the tolling industry. Finally, I will moderate a joint U.S.-EU session focusing on the main political priorities of the two associations, ASECAP and IBTTA, on their ini-

tiatives and activities aimed at promoting tolling and the user/payer principle. Panelists of this session will highlight the real success stories from the U.S. and the EU, showing that tolling is not only a principle, a political objective, but it is also something real, tangible and with a long history of proven success. This session is a good example of the theme I have chosen for my presidential year at IBTTA, "*International Mobility Connections*." Indeed, independently of being in Europe or in the U.S. or elsewhere in the world, toll operators are committed to advancing the benefits of tolling and, although coming from different countries, cultures, political situations, we all believe in the value of toll financed transportation. As a worldwide industry, we are committed to providing citizens and customers with safe, smart, seamless and efficient mobility. I am looking forward to seeing you in Paris for the ASECAP Days!

www.asecapdays.com ■■



Impalcati Autostradali



Monitoraggio strutturale delle opere d'arte: il caso del viadotto Colle Isarco

Carlo Costa
Direttore Tecnico Generale
Autostrada del Brennero SpA

Walter Pardatscher
Amministratore Delegato
Autostrada del Brennero SpA

Giacomo Ballarini
Ingegnere
Servizio Progettazione
Autostrada del Brennero SpA



Structural Monitoring of the Civil Engineering Infrastructures along the Brenner Motorway: the "Colle Isarco" Viaduct

FOCUS ON THE "COLLE ISARCO" VIADUCT, THE MOST RELEVANT PRE-STRESSED REINFORCED CONCRETE CIVIL ENGINEERING INFRASTRUCTURE ALONG THE BRENNER MOTORWAY, AND ITS CONTINUOUS MONITORING SYSTEM BASED ON TOTAL STATIONS FOR TOPOGRAPHICAL SURVEYS AND SENSORS FOR EVALUATING INSTANT AND DEFERRED DEFORMATIONS IN THE NIAGARA GIRDERS.

Close to the national border, the route of the Brenner Motorway (A22) crosses a wide valley by means of a pre-stressed reinforced concrete viaduct. The average portion of carriageway is equal to 1,182 m above sea level, whereas the maximum height above the valley floor is equal to 110 metres. Among the civil engineering infrastructures present on the alpine section, the "Colle Isarco" viaduct is undoubtedly the most relevant. And

that is not all: among the pre-stressed reinforced concrete constructions, the civil engineering infrastructure under scrutiny is most certainly an example of technical excellence at an international level. Along its 1,028 metres, the Colle Isarco viaduct is articulated into 13 span bays spanning between 45.70 and 163.00 metres. The superstructure is made up of two pre-stressed reinforced concrete decks, one for each motorway carriageway,



OBIETTIVO SULL'OPERA IN ELEVAZIONE PIÙ RILEVANTE DELL'AUTOSTRADA DEL BRENNERO, IL VIADOTTO COLLE ISARCO, ECCELLENZA INGEGNERISTICA IN CLS ARMATO PRECOMPRESSO. SOTTO I RIFLETTORI, IL SISTEMA DI MONITORAGGIO CONTINUO BASATO SU STAZIONI TOPOGRAFICHE TOTALI E SENSORI PER LA VALUTAZIONE DELLE DEFORMAZIONI ISTANTANEE E DIFFERITE NELLE TRAVATE NIAGARA.

In prossimità del confine di Stato, il tracciato dell'Autostrada del Brennero (A22) attraversa un'ampia valata per tramite di un viadotto in calcestruzzo armato precompresso. La quota media del piano viabile è di 1.182 m sul livello del mare, mentre l'altezza massima sul fondo valle è di 110 m. Delle opere d'arte presenti sul tratto alpino, il viadotto Colle Isarco è certamente la più rilevante. Non solo: tra le costruzioni in calcestruzzo armato precompresso, l'opera in oggetto è certo un'eccellenza tecnica di livello internazionale. Lungo i suoi 1.028 m il viadotto Colle Isarco si articola in 13 campate aventi luce da 45,70 a 163,00 m. La sovrastruttura del viadotto è formata da due impalcati, uno per ciascuna carreggiata autostradale, costruiti in cemento armato precompresso, uguali ed affiancati l'uno all'altro. Il sistema statico è quello di una travata Gerber tipo "Niagara": due travi a cassone lunghe 166,50 m e appoggiate su due pile, coprono le due campate di luce 91 m e, protendendosi a sbalzo per 59 m oltre gli appoggi sulle pile interne, sostengono tramite selle Gerber una travata sospesa della luce di 45 m. Il sistema costruttivo scelto, particolarmente ardito, se da un lato ha consentito di raggiungere le rilevanti luci dell'opera, dall'altro ha avuto come conseguenza il manifestarsi continuo di deformazioni lente di tipo viscoso, monitorate continuamente tramite livellazioni topografiche.

L'Autostrada del Brennero è da sempre impegnata nel monitoraggio strutturale di tutte le opere d'arte presenti, sia strategiche che di rilevanza minore, al fine di approfondire la conoscenza sullo stato dell'intera infrastruttura e ottimizzare la pianificazione degli interventi di manutenzione.

Sistema di monitoraggio esistente

Il sistema di monitoraggio posto in essere nel biennio 2007-2008 utilizzando il sistema BRIMOS®, ha permesso di indagare sul comportamento dinamico del viadotto allo scopo di determinare l'integrità dell'opera. Il metodo si basa sull'investigazione delle frequenze proprie, delle modalità di vibrazione e della distribuzione dello smorzamento all'interno della struttura. Nell'ambito dell'analisi delle frequenze proprie, è stato possibile determinare l'effettiva rigidità dinamica della struttura.

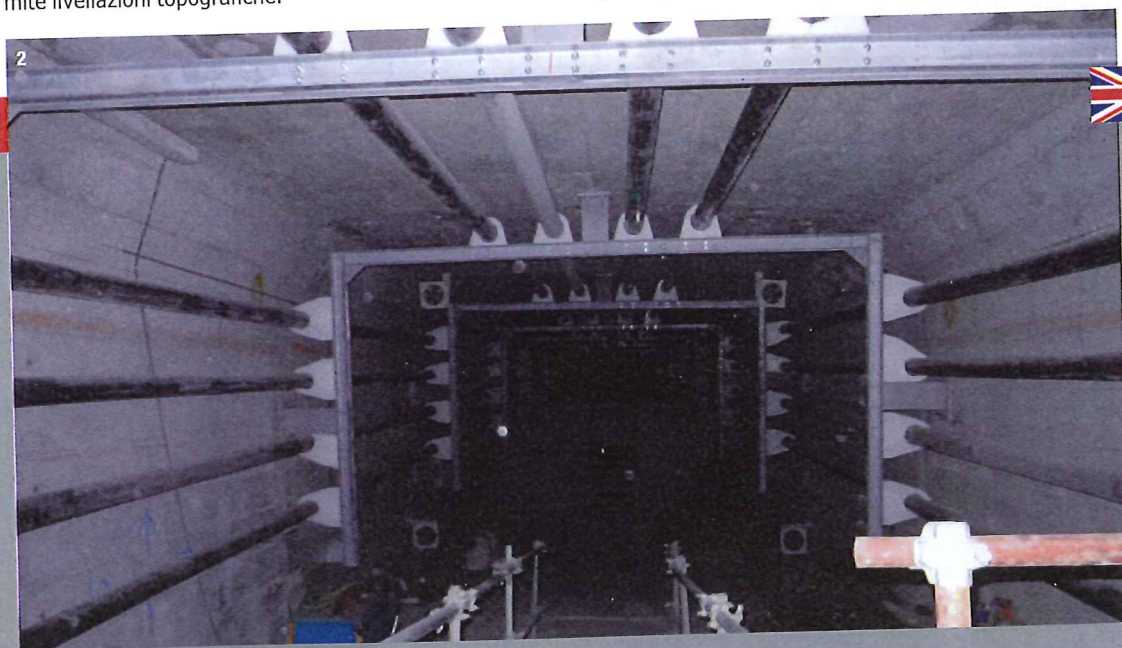
Sono state identificate 4 frequenze globali nello spettro compreso tra 0,0 e 7,0 Hz. L'individuazione dei modi di vibrare ha permesso di attribuire ad ogni frequenza il relativo movimento della struttura. La curvatura dei modi di vibrare è un parametro importante per la valutazione dell'integrità strutturale.

L'elevata sensibilità alle vibrazioni riscontrata a causa dello schema statico dell'opera ha condotto la società a intraprendere interventi strutturali atti ad incrementare la capacità portante della struttura.



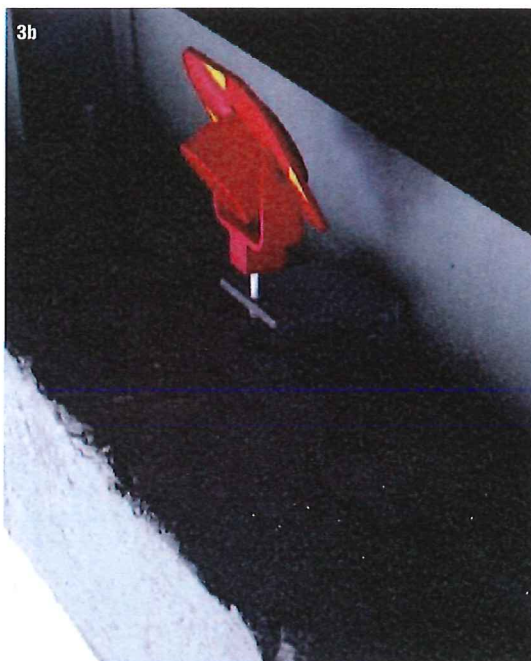
1. Inquadramento generale dell'opera

2. Diaframmi e cavi di precompressione esterna



1. General project framework

2. Diaphragms and external pre-stressing tendons



3. Stazione topografica e prismi ottici

Intervento di rinforzo strutturale

Ai fini dell'adeguamento statico-funzionale del viadotto ai crescenti volumi di traffico e in virtù delle problematiche evidenziate, è stato progettato un intervento di consolidamento e rinforzo strutturale del viadotto costituito da una precompressione esterna delle campate a cassone di maggior luce.

L'intervento di rinforzo delle travate tipo "Niagara" è stato eseguito disponendo, all'interno dei cassoni, cavi integrativi di precompressione longitudinale e trasversi metallici con funzione di irrigidimento torsionale. Si sono utilizzati cavi ritarabili e sostituibili, composti da trefoli inguainati e ingrassati tipo dyform con testate certificate tipo TTM. I cavi integrativi, 12 per ogni cassone, sono formati da 15 e 19 trefoli di sezione 165 mm^2 e tensione ultima a rot-

tura di 1820 N/mm^2 . La scelta di disporre i nuovi cavi di precompressione all'interno dei cassoni deriva da una serie di vantaggi e benefici. Tra questi, la miglior protezione del sistema dagli agenti chimici e atmosferici e la possibilità di ispezionare e sostituire agevolmente i cavi mantenendo il viadotto in esercizio, con notevoli risparmi economici. L'intervento di rinforzo ha permesso di incrementare il coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo passando da 1.19 a 1.30.

Il sistema di monitoraggio permanente

Il sistema di monitoraggio del viadotto Colle Isarco è composto da tre diverse tecnologie. La prima, installata nel 2014 per la misurazione in continuo degli spostamenti, prevede l'impiego di due stazioni totali tipo Leica TM50

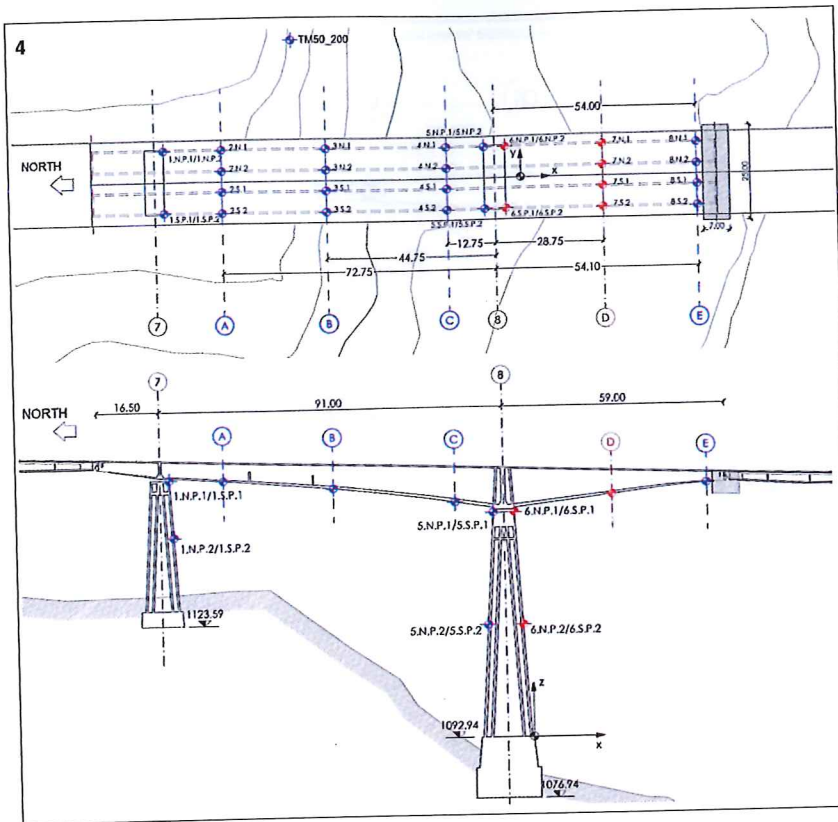


identical and placed side by side. The static system is a "Niagara" Gerber girder: two box girders 166.50 metres long laid on two piles, cover the two span bays of a length of 91 metres projecting as a cantilever for 59 metres beyond the supports on the internal piles, sustain, via Gerber saddles, a suspended 45 metre girder. If on the one hand the particularly daring construction system selected has enabled the attainment of the relevant openings of the civil engineering infrastructure, on the other hand it has engendered the constant arising of slow deformations of viscous solids, continuously monitored via topographical levelling procedures. Autostrada del Brennero has always been committed to the structural monitoring of all civil engineering infrastructures present, both strategic and of minor significance, for the purposes of gaining deeper insight into the state of the infrastructure in its entirety and optimising the planning of routine maintenance activities.

Existing Monitoring System

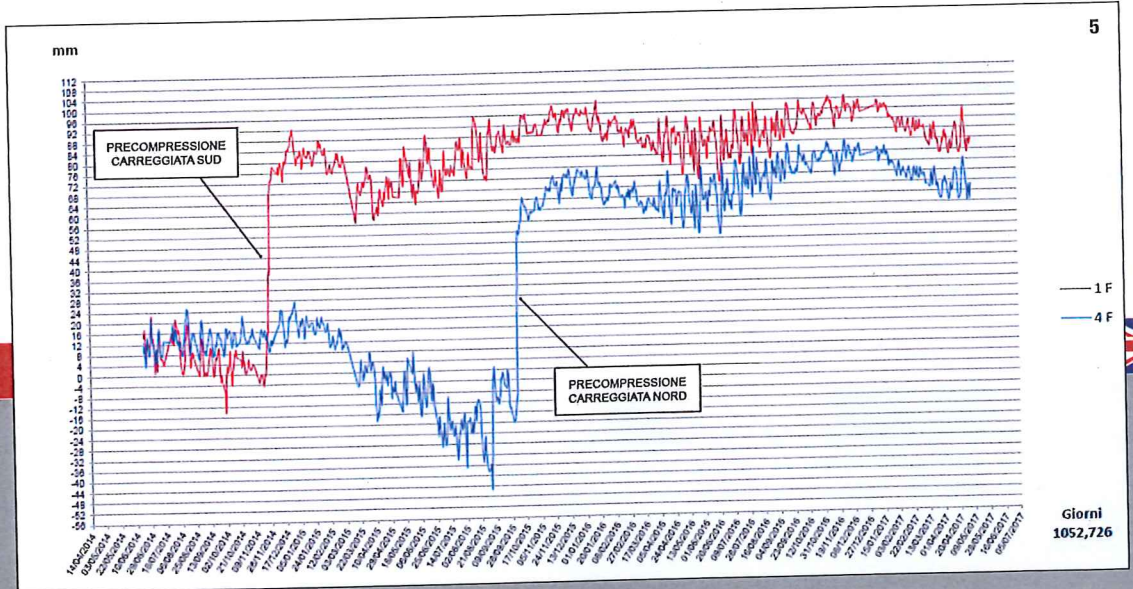
The monitoring system implemented in the 2007-2008 two-year period by using the BRIMOS[®] system has made it possible to investigate the dynamic behaviour of the viaduct with a view to determining the integrity of the infrastructure. The method is based on the investigation of natural frequencies, of the modes of vibration and distribution of the attenuation within the structure. As part of the analysis of the natural frequencies, it has been possible to establish the actual dynamic stiffness of the structure. Four global frequencies have been identified in the spectrum range between 0.0 and 7.0 Hz. The identification of the modes of vibration has made it possible to attribute to each frequency the relative movement of the structure. The curvature of the modes of vibration is an important parameter for appraising the structural integrity. The high sensitivity to vibrations detected due to the static scheme of the infrastructure has lead the company to un-

3. Topographical station and optical prisms



4. Disposizione dei prismi ottici GPR112 e della stazione TM50

5. Evoluzione della freccia dal 20/06/2014 al 08/05/2017



4. Arrangement of the GPR112 optical prisms and of the TM50 station

5. Progress of the arrow between 20/06/2014 and 08/05/2017

undertake structural measures aimed at increasing the load-bearing capacity of the structure.

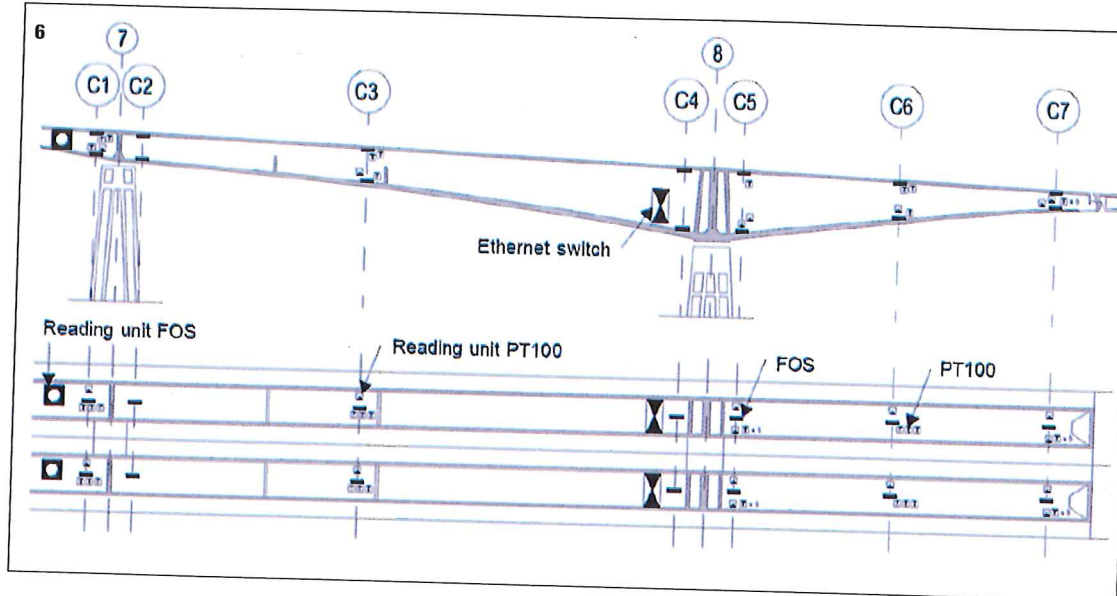
Structural Reinforcement

For the purposes of the static and functional adjustment of the viaduct to the ever-increasing volumes of traffic and by virtue of the problems emphasised, an intervention has been provided for the consolidation and structural reinforcement of the viaduct consisting of an external pre-stressing of the greater spanning box span bays. The reinforcement of the "Niagara" girders was carried out

e prismi ottici circolari ad elevata precisione tipo Leica GPR112 posizionati nei punti di misura e nei 12 capisaldi a terra, garantendo un'incertezza di misura inferiore ai 5 mm (Kirkup & Frenkel 2010). La seconda, installata nel 2016, è costituita da sensori a fibra ottica (FOSS) e termocoppie tipo T (PT100). A supporto di questo sistema infine, sono state installate celle di carico su ogni testata dei cavi integrativi per la misurazione continua della tensione applicata. Le stazioni totali sono installate all'interno di una campana di protezione in vetro siliceo a basso contenuto di ferro in grado di minimizzare l'errore strumentale dovuto alla rifrazione. Il sistema topografico è stato progettato per monitorare il comportamento dell'impalcato durante l'intervento di rinforzo strutturale e in fase successiva di esercizio. La presolleccitazione esterna ha fatto registrare ai prismi 8N1S (1F) e 8N1N (4F) delle selle Gerber in via Nord e Sud dello sbalzo da 59 m (sezioni E-F), un recupero sul trend di abbassamento di oltre 70 mm.

La disposizione degli estensimetri a fibra ottica tipo FBG (Fiber Bragg Grating) sulla soletta superiore e inferiore delle travate è stata prevista per monitorare continuamente le deformazioni istantanee e differite derivanti dal sistema di rinforzo installato. Dei 56 sensori FBG previsti, 48 hanno una lunghezza di 2 m mentre i restanti 8 solammente di 1 m. L'impalcato tra le pile 7 e 10 è stato suddiviso in 14 sezioni significative, ciascuna delle quali presenta 4 sensori. Le 80 termocoppie annegate nel getto forniscono una mappatura termica dell'intero viadotto. Per le tra-

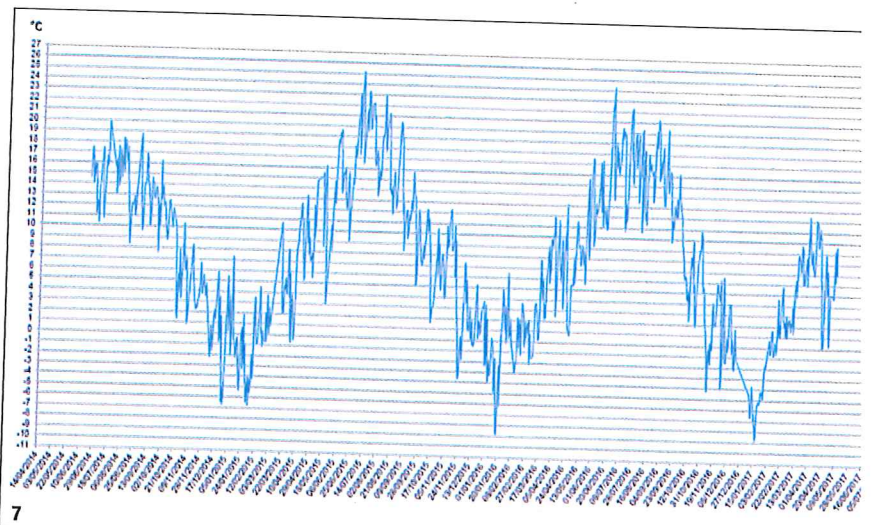
by arranging, inside the caissons, of additional longitudinal pre-stressing tendons and metal crosspieces to achieve torsional rigidity. Recalibrated and replaceable tendons were used, made of dyform sheathed and lubricated stranded wires with TTM certified heads. The additional tendons, 12 per caisson, are formed by 15 and 19 165 mm² section stranded wires and ultimate breakdown voltage equal to 1820 N/mm². The choice of placing the new pre-stressing tendons inside the caissons stems from a range of advantages and benefits. These include an improved protection of the system against chemical and atmospheric agents and the



6. Disposizione sensori a fibra ottica e termocoppie

7. Temperature media giornaliere dal 20/06/2014 al 08/05/2017

vate sulle pile 7 e 8, suddivise in 10 sezioni, né vengono installate 16 in corrispondenza delle sezioni C5 e C7 e 6 nelle rimanenti sezioni. La disposizione viene ripetuta in maniera analoga anche per l'impalcato tra le pile 9 e 10. La criticità del contesto ambientale in cui sorge il viadotto ha portato alla scelta di ogni componente affinché sia in grado di operare all'interno di un ampio range di temperatura, compreso tra -20 e $+30^{\circ}\text{C}$. Le 16 celle di carico sono posizionate sulle testate dei cavi di precompressione in corrispondenza delle pile laterali 7 e 10 di entrambe le carreggiate. La presollecitazione totale, in esercizio, rimane confinata tra la forza di trazione teorica valutata a tempo zero (24852 kN) e a tempo infinito (23712 kN). Le unità di acquisizione dati (Master Unit) installate all'interno dei cassoni, trasmettono le informazioni a un Database, attraverso 4 Switch Ethernet dotati di protocollo TCP/IP (Transfer Control Protocol). Le misurazioni sono inviate in tempo reale ad un server remoto al quale posso-



7



possibility of easily inspecting and replacing the tendons while keeping the viaduct in operation, with considerable cost savings. The reinforcement has enabled an increase in the safety factor to the ultimate limit state from 1.19 to 1.30.

Permanent Monitoring System

The monitoring system of the Colle Isaroo viaduct is made up of three different technologies. The first, installed in 2014 for continuous displacement measurement, provides for the use of two LEICA TM50 total stations and LEICA GPR112 high resolution circular optical prisms positioned in the measuring points and in the 12 basic elements on the ground, ensuring a measurement uncertainty lower than 5 mm (Kirkup & Frenkel 2010). The second, installed in 2016, is made of fiber optic sensors (FOS) and type T thermocouples (PT100). Lastly, in support of this system, load cells have been installed on each head of the additional ten-

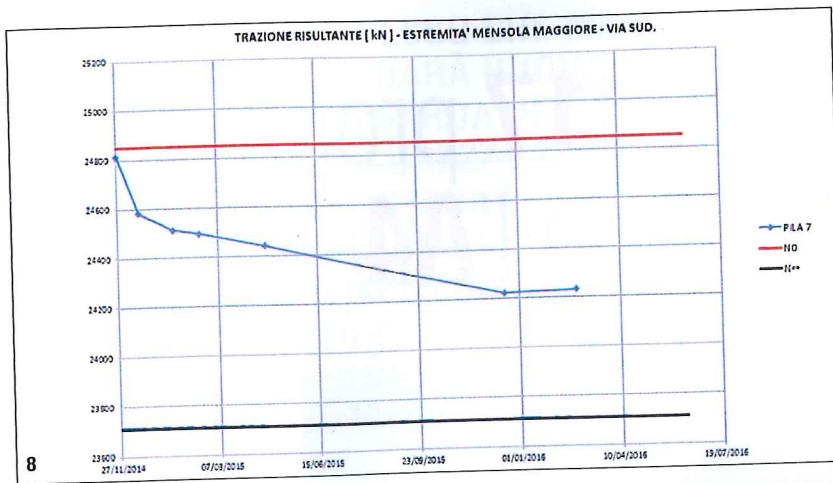
dons for the continuous measurement of the voltage applied. The total stations have been installed inside a low-iron siliceous glass protection able to minimise instrumental error due to refraction.

The topographical system has been designed to monitor the behaviour of the deck during the structural reinforcement intervention and in the subsequent stage of operation. The external prestressing has resulted in the registration by the 8N1S (1F) and 8N1N (4F) prisms of the Gerber saddles North and South of the 59 m projection (sections E-F), of a recovery in the decreasing trend by over 70 mm.

The arrangement of FBG (Fiber Bragg Grating) fibers optic extensometers on the upper and lower base of the girders has been provided for the continuous monitoring of instant and deferred deformations deriving from the reinforcement system installed. Out of the 56 FBG sensors provided for, 48 are 2 metres long whereas the remaining 8 are only 1 metre in length. The deck between piles

6. Arrangement of fiber optic sensors and thermocouples

7. Average daily temperatures from 20/06/2014 to 08/05/2017



8

8. Letture alle celle di carico in Via Sud a partire dal 27/11/2014

9. Software di post-processing delle misurazioni

FRECCHE D'INFLESSIONE

1) Scegliere i punti aiutandosi con le "caselle combinate" qui sotto predisposte

Punti da usare nei calcoli	Freccia	Supporto	Punto singolo o media di due punti	Allineamenti trasversali di punti
Punto 1: 8N1S - 8N2S	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8N1S 8N2S	
Punto 2: 1NP1S	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1NP1S	
Punto 3: 5NP1S - 6SP1S	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5NP1S 6SP1S	
Punto 4:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Nota: per il calcolo sono obbligatori 2 punti di supporto.

2) Grafico temperature

- Tutte
- Concomitanti con le frecce
- Stampa temperature

3) Scelta del tipo di freccia

- Freccie verticali
- Freccie orizzontali trasversali
- Stampa frecce

4) Scelta del tipo di grafico

- Freccie
- Freccie e movimenti dei punti
- Freccie e movimenti dei punti di supporto

4) Esegui calcolo delle frecce

9

8. Readings of the South load cells as from 27/11/2014

9. Measurement post-processing software

7 and 10 has been broken down into 14 significant sections, each presenting 4 sensors. The 80 thermocouples drowned in the concrete casting provide a thermal mapping of the entire viaduct. For girders on piles 7 and 8, broken down into 10 sections, 16 are installed at the level of sections C5 and C7 and 6 are installed in the remaining sections. The arrangement is repeated similarly also for the deck between piles 9 and 10.

The criticality of the environmental context in which the viaduct rises has resulted in the selection of each component so that it may be able to operate within a broad temperature range, between -20 and $+30^{\circ}\text{C}$. The 16 load cells are positioned on the prestressing tendon heads at the level of lateral piles 7 and 10 of both carriageways. The total pre-stressing, in operation, remains between the theoretical traction force evaluated at zero-time (24852 kN) and at infinite time (23712 kN). The data acquisition units (Master Units) installed inside the caissons, transmit the information to

no accedere gli uffici della Direzione Tecnica Generale di Autostrada del Brennero e l'Università degli studi di Trento. Software di elaborazione consentono il controllo completo delle misurazioni.

Considerazioni conclusive

I dati finora raccolti dal sistema di monitoraggio sono confortanti e l'errore sulle misurazioni è inferiore a quanto previsto in fase di progetto. In conclusione si può certo affermare che tale intervento si pone all'avanguardia sia per la metodologia d'indagine condotta sia per le tecniche di rinforzo strutturali previste, nonché per le tecniche di monitoraggio poste in essere per garantire un continuo e completo controllo dello stato tenso-deformativo della struttura. ■■

a Database, via 4 Ethernet Switches equipped with TCP/IP protocol (Transfer Control Protocol). The measurements are transmitted in real time to a remote server which may be accessed by the departments of the General Technical Management of Autostrada del Brennero and the University of Trento. Measurement processing software allows for complete control.

Final Considerations

The data collected by the monitoring system so far are encouraging and the measurement error is lower than expected at the design stage. In conclusion, it may be stated that this intervention is state-of-the-art both in terms of the survey methodology employed and of the structural reinforcement techniques provided for, as well as with respect to the monitoring techniques implemented in order to ensure the constant and full control of the stress-strain state of the structure. ■■



Nuove Opere

A35 Brebemi, nel 2017 pronto il link strategico con l'A4

Ufficio Comunicazione
Brebemi SpA



A Strategic Link between Motorways A35 Brebemi and A4

THIS NEW INTERCONNECTION, THAT REPRESENTED A MISSING PIECE TO COMPLETE THE ROAD NETWORK, WILL GIVE FURTHER LYMPH TO THE LOMBARDY MOBILITY SYSTEM, IMPROVING TRAFFIC FLUIDITY AND ROAD SAFETY. WE ARE TALKING OF THE 5.6 KILOMETERS THAT WILL SOON LINK A35 BREBEMI WITH A4 IN THE AREA OF BRESCIA. A CRUCIAL WORK THAT WAS MADE EASIER BY THE VISION OF THE YOUNGEST AMONGST THE TOLL MOTORWAY OPERATORS. THE BRESCIA ACTUAL ROAD INFRASTRUCTURE IS READY TO WELCOME THE NEW CONNECTION IN ORDER TO ENLARGE THE ROUTE.

One of the peculiarities of the A35 is certainly the high level of integration with the territory crossed. In its 62.1km of overall development (including the connecting sections to the two terminals), there are 15 junctions (with 6 toll stations) linking the ordinary road system. In order to ensure greater efficiency for this integration, several important measures have been taken to enhance the provincial roads, most

of which to improve the fluidity of the incoming and outgoing traffic from Brescia and Milan. Amongst the main ones, it is to mention the upgrading of the SP 14 Rivoltana from Lisiate to Segrate (Idroscalo) and the SP 103 Cassanese from Melzo to Pioltello, transformed into two-lane urban highways, with sloping planes and sideways to service the urban areas. Moreover, it is worth underlying the three-lane extension in the two di-



- 1. Barriera di esazione dell'A35 Brebemi
- 2. L'attuale viabilità di accesso all'A35 da Brescia e da A21 e A4 attraverso il raccordo autostradale A21/A4
- 3. Posizione dell'Interconnessione nel quadro infrastrutturale bresciano

UN NESSO CHE MANCAVA, UN'INTERCONNESSIONE CHE DARÀ NUOVA LINFA ALL'INTERO SISTEMA DELLA MOBILITÀ LOMBARDA IN TERMINI DI FLUIDITÀ DEL TRAFFICO E SICUREZZA STRADALE. STIAMO PARLANDO DEI 5,6 KM CHE STANNO PER COLLEGARE, IN PROSSIMITÀ DELL'AREA BRESCIANA, L'A4 CON L' A35 BREBEMI, UN'OPERA CRUCIALE SEMPLIFICATA DALLA LUNGIMIRANZA DELLA CONCESSIONARIA PIÙ GIOVANE: IL SEGMENTO BRESCIANO SU CUI SI ANDRÀ A INNESTARE È GIÀ PREDIPOSTO PER L'ALLARGAMENTO.

Una delle peculiarità dell'A35 è certamente l'elevata integrazione con il territorio attraversato. Nei suoi 62,1 km di sviluppo complessivo (comprendendo i tratti di raccordo ai due terminali) si contano ben 15 svincoli (con 6 caselli) per il collegamento alla viabilità ordinaria. Per garantire maggiore efficienza a questa integrazione, sono stati realizzati numerosi e importanti interventi di potenziamento delle viabilità provinciali, buona parte dei quali per migliorare le condizioni di fluidità del traffico in entrata e uscita da Brescia e Milano. Tra i principali, si possono citare la riqualificazione della SP 14 Rivoltana da Liscate a Segra-

te (Idroscalo) e della SP 103 Cassanese da Melzo a Pioletto, trasformate in autostrade urbane a due corsie per senso di marcia con svincoli a piani sfalsati e strade laterali al servizio delle aree urbanizzate, l'ampliamento a tre corsie per senso di marcia di due tratti della Tangenziale Sud di Brescia (ex SS 11) con il rifacimento, in particolare, dello svincolo in corrispondenza al casello di Brescia Ovest dell'A4. Nella parte bresciana, contrariamente alle previsioni progettuali, il mancato completamento del raccordo autostradale Ospitaletto-Montichiari (la cosiddetta "Corda Molle"), a carico di altro concessionario autostradale, ha affidato alla sola viabilità ordinaria la relazione tra l'A35 e le altre due autostrade presenti (A4 e A21), non risultando infatti interconnessioni dirette con queste autostrade (fig. 2).

Per porre rimedio a questa situazione, che rende oggettivamente difficoltoso raggiungere la A35 per chi sta percorrendo l'A4 in direzione Milano provenendo da Est, è in corso di realizzazione l'Interconnessione tra A35 e A4 in corrispondenza al punto di intersezione tra il tratto di raccordo della A35 con la Tangenziale Sud di Brescia e la stessa A4 (fig. 3). Il progetto, approvato dal CIPE l'1 maggio 2016, prevede, oltre alle rampe di raccordo tra le due autostrade, una barriera di pedaggio e l'ampliamento della carreggiata del predetto raccordo, che diventerà di tipo A con due corsie per senso di marcia, come meglio eviden-



- 1. Tolling station on A35 Brebemi
- 2. The current access road to the A35 from Brescia and from A21 and A4 through the motorway A21/A4
- 3. Location of the A35-A4 interconnection in the Brescia infrastructural mobility system

reactions of the Tangenziale Sud of Brescia (the former SS 11), with the reconstruction, in particular, of the junction at A4 toll-gate of Brescia Ovest. In the Brescia area, the motorway Ospitaletto-Montichiari (the so-called "Corda Molle") has not been carried out by other motorway operators, contrary to the project forecasts. The connection between the A35 and the other two motorways (A4 and A21) is only entrusted by an ordinary route since there are no further direct interconnections with these highways (fig. 2).

In order to improve this situation, which makes it objectively difficult to reach the A35 for people travelling on the A4 in the direction of Milan and coming from the East, it is under construction the Interconnection between A35 and A4 at the intersection point between the A35 with the Tangenziale Sud of Brescia and the same A4 (fig. 3). The project, endorsed by CIPE on 1st May 2016, provides, in addition to the connection roads between the

two motorways, a toll bar and the extension of the roadway of the mentioned connection, which will become a "type A" motorway equipped with two lanes for each direction of travel, as best shown in fig. 4 (in the next page).

It should be remembered that, in the prospect of a future expansion, all works on the A35-Tangenziale Sud of Brescia Link have been realized in order to host a bidirectional highway road (including the underpass of the A4). It is now necessary to solely widen the road body.

The Route

The route involved is about 5.64km long and is comprised between the junction A35/SP 19 in the town of Travagliato and the intersection with the A4. From the beginning of the intervention, for about 2km and 800m, the track runs lower than the road level and underpass the SP 19, the new AC/AV Milan-Verona rail-

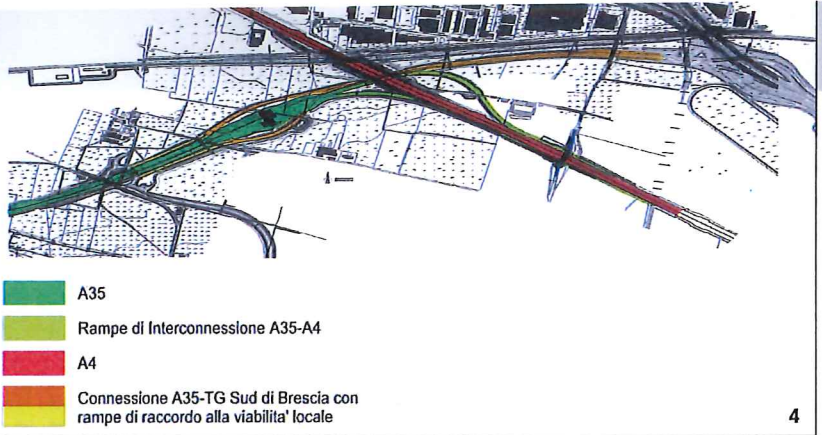


ziato in fig. 4. Giova ricordare che nella prospettiva di un futuro ampliamento tutte le opere d'arte del raccordo A35-Tangenziale Sud di Brescia sono state a suo tempo realizzate per accogliere una carreggiata autostradale (ivi compreso il sottovia dell'A4), talché ora si tratta di intervenire sostanzialmente soltanto per allargare il corpo stradale.

Il tracciato

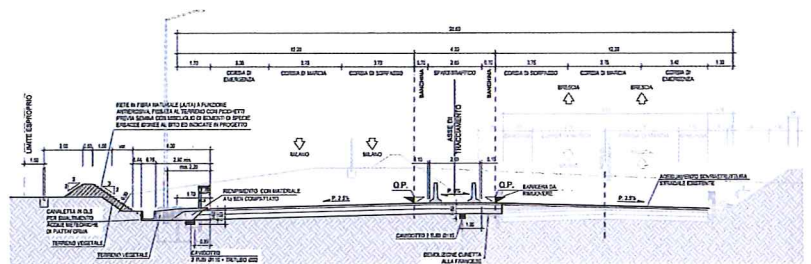
Il tracciato interessato ha una lunghezza di circa 5,64 km ed è compreso tra lo svincolo A35/SP 19 in località Travagliato e l'intersezione con l'A4. Dalla progressiva di inizio intervento, per circa 2 km e 800 m, il tracciato è posto in trincea e sottopassa la SP 19, la nuova linea ferroviaria AC/AV Milano-Verona e la strada comunale tra Ospitaletto e Travagliato. Dalla progressiva km 2+800 circa il tracciato si porta quindi in rilevato fino allo svincolo di interconnessione con l'autostrada A4. Lungo il tracciato sono presenti due svincoli con la viabilità ordinaria (Travagliato Ovest e Travagliato Est). Dopo quest'ultimo troverà sede la barriera di esazione. Percorso il tratto di raccordo dell'A35, per entrare in A4 basterà proseguire diritti in corrispondenza dello svincolo di Travagliato Est. Superata la barriera di esazione, si dovrà poi imboccare la rampa di accesso all'autostrada in direzione Venezia-Trieste. Per raggiungere invece la Tangenziale Sud di Brescia bisognerà uscire allo svincolo di Travagliato Est e imboccare la bretella che, dopo aver sottopassato il piazzale della barriera e l'A4, porterà sull'attuale raccordo che raggiunge lo svincolo dell'Ippodromo. I veicoli che, provenendo dalla Venezia-Trieste, che vorranno raggiungere la A35, dovranno imboccare la rampa d'uscita per l'A35 che, sottopassata l'A4 attraverso il fornace esistente, condurrà alla barriera di esazione. Infine, per raggiungere l'A35 dalla Tangenziale Sud si dovrà percorrere un'apposita bretella che bypasserà la barriera a Nord, dalla quale si potrà poi entrare nell'A35. La piattaforma del raccordo A35 avrà larghezza minima di 25,60 m e sarà composta da due carreggiate con le seguenti caratteristiche:

- spartitraffico di larghezza pari a 2,80 m
- margini centrali di larghezza pari a 0,70 m

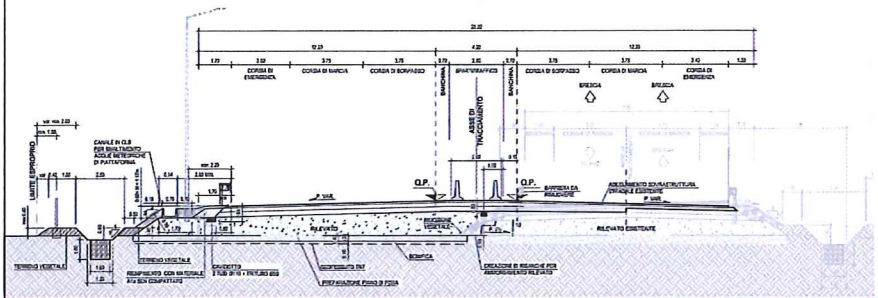


5

INTERCONNESSIONE A35/A4
CARREGGIATA 2+2 CORSIE
SEZIONE TIPO IN TRINCEA IN RETTIFILO
VALIDA DA PK 2+602.00 A PK 2+802.00
SCALA 1:100



INTERCONNESSIONE A35/A4
CARREGGIATA 2+2 CORSIE
SEZIONE TIPO IN RILEVATO IN RETTIFILO
VALIDA DA PK 2+802.00 A PK 3+942
SCALA 1:100



way and the municipal road between Ospitaletto and Travagliato. From km 2+800 onwards, the route is in tranches at the same level of the junction, reaching the interconnection with the A4 motorway. Along the route, there are two junctions with the ordinary road (Travagliato Ovest and Travagliato Est) after which, the toll station will be located. Once surpassed the linking route to A35 and in order to reach the A4, drivers will only need to continue straight ahead of Travagliato. After the exit barrier, drivers need to take the access ramp to the motorway towards Venice-Trieste. To reach the Tangenziale Sud in Brescia, users will need to get off at Travagliato Est and take the junction leading to the Ippodrome, undergoing the barrier square and A4. Vehicles coming from Venice-Trieste that need to undertake the A35, will have to get the exit ramp for the A35, underpassing the A4 through the existing underpass and getting to the present barrier. Finally, to reach

the A35 from the Tangenziale Sud, drivers will have to go through a bypass on the North barrier and, from there, enter the A35. This A35 connection shall have a minimum width of 25.60m and shall consist of two roadways with the following characteristics:

- traffic splits, 2.80m wide
- central margins, 0.70m wide
- two bidirectional driving lanes, 3.75m wide
- emergency lanes, 3.00m wide on both roads.

The Bridge on the A4

As already said, the works for the connection that needs to be expanded (tunnels, underpass, canal bridges, etc.) have already been set for this enlargement. Therefore, the main works to be carried out consist in the extensive reconstruction of the Via Cavallera overpass on the A4 and of the subway of the area of the new station boots in view of the con-

4. Schematic representation of Interconnection A35-A4

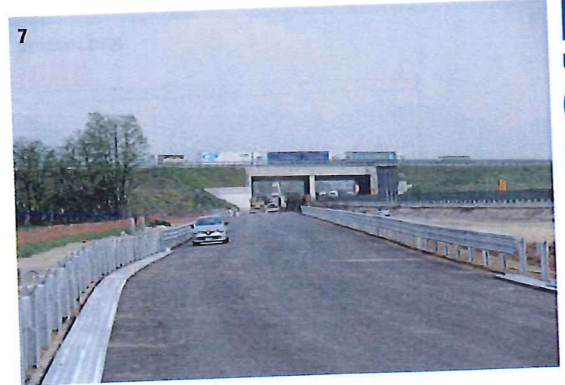
5. Sections above and below road level on the motorway connection



4. Planimetria dell'intervento "Variante Interconnessione"

5. Sezioni tipo in trincea e in rilevato del raccordo autostradale

6, 7. Il cantiere dell'Interconnessione A35-A4 dove i lavori procedono nei tempi previsti



- due corsie di marcia della larghezza ciascuna di 3,75 m per entrambe le carreggiate
- corsie di emergenza della larghezza di 3,00 m su entrambe le carreggiate.

Il ponte sull'A4

Come già detto, le opere d'arte del raccordo da ampliare (gallerie, sottovia, ponti canale, ecc.) sono già state tutte predisposte in vista di questo allargamento. Pertanto le principali opere da realizzare consistono nella ricostruzione del cavalcavia di via Cavallera sulla A4 e del sottovia dei piazzali della nuova stazione di esazione per la bretella di collegamento alla Tangenziale Sud di Brescia. Le rampe di ingresso e di uscita dall'A4 (predisposte in vista della costruzione della quarta corsia dell'A4) interferiscono con la strada comunale via Cavallera, che supera la medesima A4 con un cavalcavia. Di conseguenza, si rende necessaria la demolizione e la ricostruzione dell'attuale cavalcavia. Per la ricostruzione dell'opera è stato scelto un impalcato a via di corsa inferiore con spessore molto ridotto per la parte sottostante la sede stradale evitando l'innalzamento della quota della strada comunale e quindi mantenendo con poche modifiche le rampe del cavalcavia esistenti. L'andamento planimetrico dell'opera è rettilineo. La sezione trasversale è tipo F2, con una larghezza utile del pavimentato

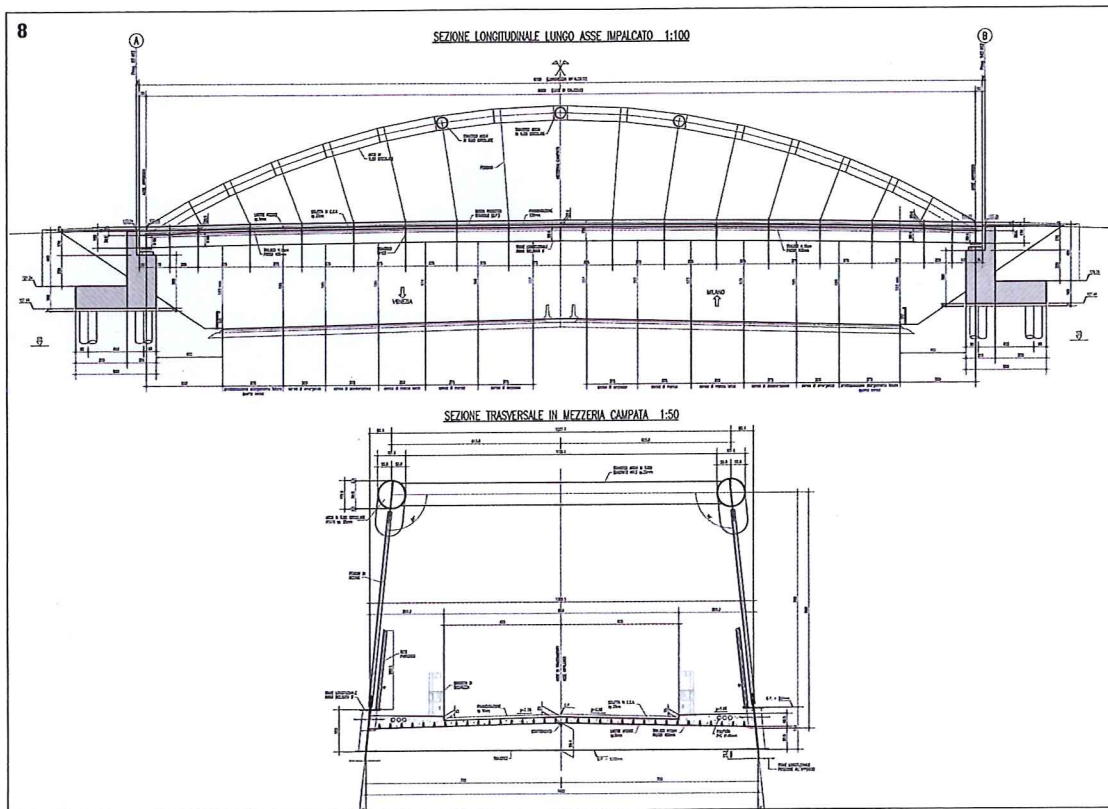
pari a 8,50 m e due marciapiedi laterali da 2,3 m, per una larghezza complessiva di 13,10 m. L'impalcato del cavalcavia sarà composto da un'unica campata in semplice appoggio di lunghezza complessiva pari a 61 m; la sua struttura sarà composta da un sistema combinato meglio noto come travata Langer, nel dettaglio:

- 2 archi a sezione circolare di 1.016 mm di diametro inclinati di 6° rispetto alla verticale, collegati tra loro mediante tre elementi tubolari sommitali di 813 mm di diametro. Gli archi presenteranno una freccia di 8,40 m e una luce di 60 m;
 - 2 travi correnti con sezione a doppio T di altezza pari a 1,50 m poste a interasse di 14,20 m fungeranno da sistema irrigidente e da catena per gli archi;
 - traversi con sezioni a doppio T di collegamento tra le travi e sostegno della soletta posti a interasse di 3.75 m;
 - elementi di sospensione formati da tiranti radiali all'arco;
 - soletta in calcestruzzo a spessore variabile collaborante con i traversi (30 cm tra il 1° e il 2° traverso; da 30 a 20 cm tra il 2° e il 3° traverso; 20 cm dal 3° traverso in poi).
- Tutti gli elementi metallici sono studiati per essere prefabbricati in officina in conci di lunghezza massima di 13 m e trasportabili. Tutte le giunzioni dell'impalcato sono previste mediante saldature. Su tutto lo sviluppo dell'impalcato i cordoli laterali presentano un sovrappessore rispetto la soletta di 15 cm a filo carreggiata e una pendenza trasversale verso strada

6, 7. The worksite of the Interconnection

nection link to the Tangenziale Sud of Brescia. The entrance and exit ramps of the A4 (prepared for the construction of the A4 fourth lane) interfere with the municipal road via Cavallera, which exceeds the same A4 with an overpass. Consequently, the demolition and reconstruction of the current overpass is necessary. For the reconstruction of the work, a lower road infrastructure running just underneath the present one was chosen, so as to avoid the uprising of the municipal road section and thus maintaining the existing overpasses with a few modifications. The planimetric trend of the work is straight. The cross section is type F2 with a useful pavement width of 8.50m and two side sidewalks of 2.3m, for a total width of 13.10m. The overpass structure shall consist of a single support with a total length of 61m. Its structure will be made of a combined system known as Langer, in detail:

- 2 circular cross-sections measuring 1,016mm of diameter inclined by 6 degrees in respect to the vertical direction, connected by means of three tubular tops of 813mm of diameter. The arches will have an arrow of 8.40m and a light of 60m;
 - 2 beams with a double height T section equal to 1.50m, spaced 14.20m, will act as a stiffing system and chain for arches;
 - cross-sections with double T connections between the beams and support of the slab placed at a distance of 3.75m;
 - suspension elements formed by radial studs at the bow;
 - variable thickness concrete slab cooperating with cross-bars (30cm between 1st and 2nd transom; 30 to 20cm between 2nd and 3rd cross).
- All metal elements are designed to be prebuilt indoor with a maximum length of 13m and transportable. All structure joints are provided with welding. All the surface of the structure is



8. Il ponte di via Cavallera sopra l'A4: sezione longitudinale e sezione trasversale

9. Pianta delle fondazioni delle pile del nuovo manufatto

10. Aumenta il traffico sull'A35

di 1,5%. La realizzazione della soletta d'impalcato è prevista con il sistema costruttivo "a prédalles" con lastre in acciaio armate con tralici elettrosaldati autoportanti nei confronti del getto in opera della soletta, disposte lungo l'asse longitudinale dell'impalcato e appoggiate sui traversi. La presenza di pioli connettori tipo Nelson sui traversi garantisce una piena collaborazione tra la soletta e la carpenteria metallica dei traversi. Per garantire la non-labilità dell'impalcato nelle fasi di montaggio della carpenteria metallica e di getto della soletta verranno disposti dei controventi di piano diagonali realizzati con profi-

li ad L. Le spalle dell'opera sono di tipo tradizionale in conglomerato cementizio armato e presentano una platea di fondazione su pali; si prevedono n° 10 pali di diametro Φ 1,20 m e lunghezza $L=22$ m per ciascuna spalla. L'altezza complessiva dei fusti e del paraghiaia è determinata dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato e risulta pari a 4 m. Il sistema di vincolamento previsto per il cavalcavia è costituito da dispositivi di appoggio e isolamento sismico in elastomero armato, posti in ugual numero e con uguali caratteristiche su entrambe le spalle.



filled in with side curbs that have an overweight of 15cm in respect to the slab on the same level of the road and a slope towards the road of approximately 1.5%. The execution of the structure slab is provided with the so-called construction system "a prédalles" that rely on reinforced steel plates with self-supporting electro welded pylons ideal for the casting of the slab concrete, organized along the longitudinal axis of the structure and supported by the crossbars. The presence of Nelson-type connector pins on the crossbars ensure a full collaboration between the slab and the metal carpentry of the crossbars.

In order to guarantee a strongest structure in the installation phases of the metal carpentry and casting of the slab, diagonal planes controversies made with L profiles shall be placed. The shoulders of the work are of traditional type, made of reinforced concrete conglomerate and have

a foundation plate on puncheons: ten puncheons of 1,20m. of diameter and 22m. of length for each shoulder. The overall height of the road driveways and the gravel shields is determined by the altitude trend of the road system and by the thickness of the structure: it is equal to 4m. The binding system consists of a reinforced elastomeric restraint and seismic isolation devices, placed in equal quantity and with the same characteristics on both shoulders. Such devices, characterized by a low value of horizontal rigidity, guarantee a decoupling of the horizontal motion of the structure in relation to the ground with consequent reduction of the seismic response of the structure itself. Furthermore, the devices have a dissipative capacity determined by the mechanical characteristics of the elastomeric compound of which they are constituted and which is useful in minimizing the displacement of the isolated structure.

8. The via Cavallera bridge over the A4

9. Bridge piles foundations plant

10. Increasing traffic on A35



I protagonisti dell'Interconnessione The Interconnection Players

Concedente/*Grantor*
 Concessionaria/*Motorway Dealer*
 Contraente Generale/*General Contractor*
 Responsabile Unico del procedimento/*Sole responsible for the proceedings (duties pursuant to art. 31 d.lgs. 50/2016)*
 Direttore Tecnico e di Esercizio della Concessionaria/*Technical and Operating Director of Motorway Dealer*
 Progettazione definitiva/*Final Design*
 Progettazione esecutiva/*Detailed Design*
 Direttore dei lavori/*Works Supervision*
 Responsabile dei lavori/*Responsible for Works (duties pursuant to art. 89 c) d.lgs. 81/2008)*
 Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE)/ *Construction Safety Coordinator(CSE) (duties pursuant to art. 89 f) d.lgs.81/2008)*
 Commissione di collaudo/*Commission of the work testing*

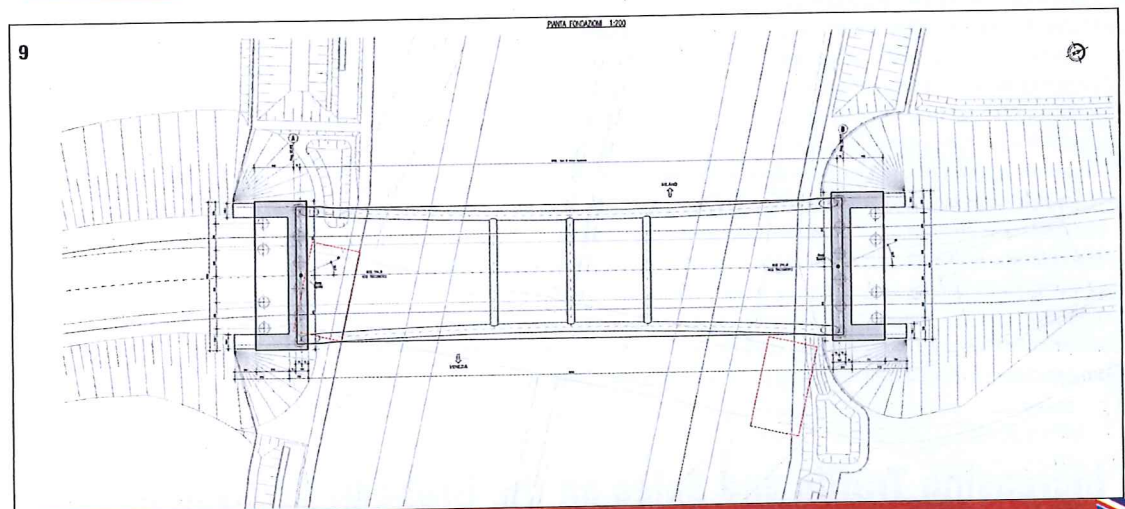
CAL SpA (Concessioni Autostradali Lombarde)
 SdP Brebemi SpA
 Interconnessione Scarl (Pizzarotti & C, Itinera)

ing. Giacomo Melis (CAL SpA)

ing. Giuseppe Mastroviti (Brebemi SpA)
 ing. Pietro Mazzoli (Pizzarotti & C)
 ing. Luca Piacentini, Bologna
 ing. Lavinio Troli
 ing. Andrea Vezzoli (Brebemi SpA)

per. ind. Matteo Parolin

arch. Franco Luccichenti,
 ing. Giancarlo Piciarelli, ing. Carlo Giacomelli



Access ramps shall not be modified and shall therefore maintain their present useful width of 6m, postponing their enlargement on occasion of a possible upgrading of the entire communal road to the F2 category.

From Works to Vehicles

The work that is currently carried out is entrusted to the Interconnessione Scarl Consortium (Pizzarotti & C and Itinera) as the general contractor. The completion of the works is scheduled for 2017. From the traffic studies realized, the opening of the interconnection between A35 and A4 shall result in a significant increase in traffic on the A35 with a VTGM (Average Daily Theoric Vehicles traffic, the total number of vehicles running every day and throughout the year along the entire motorway), of approximately 26.000 vehicles a day. ■■

Tali dispositivi, essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidità orizzontale, garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno e una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura. Inoltre i dispositivi sono dotati di capacità dissipativa determinata dalle caratteristiche meccaniche della mescola elastomerica di cui sono costituiti e che è utile a minimizzare gli spostamenti della struttura isolata. Le rampe di accesso all'opera non verranno invece modificate e manterranno pertanto la loro attuale larghezza utile di 6 m, rinviando il loro allargamento in occasione di un eventuale futuro adeguamento dell'intera strada comunale alla categoria F2.

Dalle opere ai veicoli

L'esecuzione delle opere, attualmente in corso, è affidata al consorzio Interconnessione Scarl (Pizzarotti & C e Itinera), in qualità di contraente generale. L'ultimazione dei lavori è prevista entro il corrente anno 2017. Dagli studi di traffico effettuati, l'entrata in esercizio dell'interconnessione tra A35 e A4 produrrà un incremento significativo del traffico sull'A35 con un VTGM (Veicoli Teorici Giornalieri Medi, ovvero il numero complessivo di veicoli che percorre ogni giorno e per tutto l'anno l'intera tratta autostradale) che si stima arriverà a 26mila veicoli al giorno. ■■

Traffico (e sconti) in aumento sul sistema Brebemi-TE

Un'Interconnessione che migliorerà la fluidità (nonché la sicurezza) di un traffico, i cui volumi si dimostrano, nel frattempo, in costante crescita. Anche per merito di una serie di iniziative messe a punto da Brebemi SpA, la concessionaria dell'A35. Risale al 20 gennaio scorso, per esempio, la notizia dell'ufficializzazione da parte della stessa Brebemi e di Tangenziale Esterna SpA dell'incremento dello sconto dal 15 al 20% sui pedaggi per gli automobilisti, gli autotrasportatori e i motociclisti dotati di Telepass che percorrono il sistema autostradale costituito da A35-Brebemi e da A58-TEEM, a partire dal 1° febbraio. Con lo sconto del 20% le due concessionarie hanno inteso, di fatto, neutralizzare l'effetto sull'utenza dell'aggiornamento delle tariffe in vigore dal 1° gennaio. Lo Sconto del 20% è stato riconosciuto automaticamente agli attuali 50mila utenti dotati di Telepass che hanno così aderito all'iniziativa senza alcuna ulteriore incombenza da parte loro, mentre i nuovi utenti che intendono avvalersi dello sconto possono agevolmente e velocemente iscriversi all'iniziativa. *"Abbiamo iniziato questo importante anno per Brebemi con uno sguardo positivo ai dati di traffico espressi dal 2016 - afferma Francesco Bettoni, presidente di Brebemi -. I numeri, infatti, sono in costante crescita registrando un incremento del 31,4% (+28% veicoli leggeri, +42% veicoli pesanti) rispetto ai volumi di traffico del 2015. In particolare la crescita dei veicoli leggeri è stata del 22% e quella dei mezzi pesanti del 34%, comportando un aumento dei ricavi totali da pedaggio, nel 2016, del 28%".* *"La crescita dei volumi è indice di apprezzamento da parte dell'utenza della qualità del servizio offerto in termini di tecnologia, sicurezza e tempi di percorrenza garantiti dal sistema A35-A58 - aggiunge Claudio Vezzosi, amministratore delegato di Brebemi e Tangenziale Esterna -. Grazie al collegamento diretto con l'A4 e al completamento delle due aree di servizio, a fine 2017 la Società potrà pertanto offrire all'utenza una nuova alternativa di percorso e, in generale, una migliore fruibilità dell'intero sistema autostradale lombardo".*

www.brebemi.it

Increasing Traffic and Sales on the Brebemi-TE System

An interconnection that will increase fluidity and safety of a traffic wise route whose volumes are constantly growing. This is also due to initiatives activated by Brebemi S.p.A., the operating company of A35. Last 20th January both Brebemi and Tangenziale Esterna Milano approved an increase from 15 to 20 per cent discount on passages for cars, truck drivers and motorcycles who have been using the Telepass system on the motorway system of A35-Brebemi and A58-TEEM since February 1st. With this 20 per cent discount, the two motorway operators actually meant to neutralize the effect of the tariffs update in force since January 1st. The 20 per cent discount was very much welcome by the current 50.000 highway users with Telepass. They joined this initiative that has no additional burden on their part, while new users who want to take advantage of the discount can easily and quickly join in. "We have started this important year for Brebemi with the positive trend in traffic data reached in 2016," comments Francesco Bettoni, Brebemi President. In fact, numbers are steadily increasing by 31,4% compared to 2015 traffic volumes. In particular, light vehicle growth registered + 28 per cent and heavy vehicles reached the increase of 42 per cent, resulting in a total toll revenue for 2016 of more than 26 per cent. "Volume growth is an indication of the user's appreciation for the quality of service offered in terms of technology, safety and travel times guaranteed by the A35-A58 system," adds Claudio Vezzosi, Brebemi and Tangenziale Esterna CEO. "Thanks to the direct connection with the A4 and the completion of the two service areas by the end of 2017, the Company will be able to offer users a new alternative route and, in general, a better use of the entire Lombardy highway system."

www.brebemi.it





Conglomerati Innovativi

Manutenzione straordinaria

Fabrizio Apostolo

Susanna Lambrugo
Direzione Tecnica
Milano Serravalle-Milano
Tangenziali SpA

CONIUGARE DURABILITÀ, SICUREZZA, TUTELA AMBIENTALE E QUALITÀ DI SERVIZIO. SONO GLI OBIETTIVI, CORROBORATI DALLE PROVE SPERIMENTALI, DELLA PAVIMENTAZIONE ADOTTATA PER LA RIQUALIFICA DEL RACCORDO AUTOSTRADALE PAVIA-BEREGUARDO: UN PACCHETTO DECISAMENTE INNOVATIVO, CHE TROVA ORIGINE NELL'IMPIEGO DI MATERIALI DI ULTIMA GENERAZIONE E NELLA COLLABORAZIONE ESEMPLARE TRA GLI ATTORI IN CAMPO.

© leStrade

1



Extraordinary Maintenance

COMBINING DURABILITY, SAFETY, ENVIRONMENTAL PROTECTION AND QUALITY OF SERVICE. THESE ARE THE OBJECTIVES, CORROBORATED BY THE EXPERIMENTAL TESTS, OF THE ROAD PAVEMENT ADOPTED FOR THE UPGRADING OF THE PAVIA-BEREGUARDO MOTORWAY JUNCTION: A DECIDEDLY INNOVATIVE PAVEMENT BASED ON THE USE OF THE LATEST GENERATION OF MATERIALS AND THE EXEMPLARY COLLABORATION BETWEEN THE OPERATORS IN THE FIELD.

This is the story of the innovative road pavement package developed for the Pavia-Beregardo junction, abbreviated as the A53, an infrastructure managed by the motorway concession holder, Milano Serravalle-Milano Tangenziali SpA. The outcome of the design review process involved a team of technicians focused on a dual objective: to improve the performance of the pavement superstructure with benefits in terms of traffic safety and durability and, at the same time, environment protection. In

order to tell this story properly, the Assago-based concession holder and the magazine, *leStrade*, long-time allied in disseminating good practice, organised a meeting last April in the construction site headquarters, from where the JV Itinera SpA - Caffù Srl is carrying out the works, to observe the laying of the wearing course from close up. In the meeting the technicians from Milano Serravalle responsible of project supervision, together with the technicians from Iterchimica SpA, that contributed to the devel-

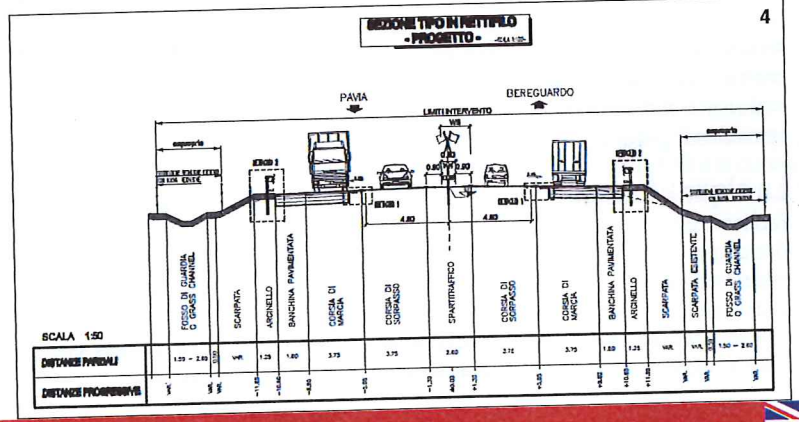
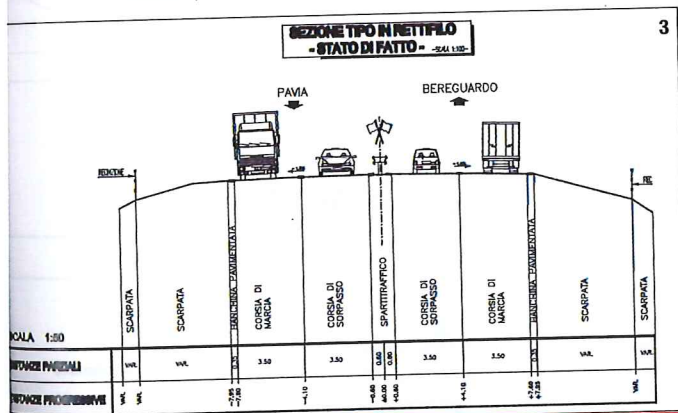
1. Stesa di usura migliorata sul raccordo di Bereguardo
1. Laying of the innovative wearing course on the Bereguardo junction



© leStrade

2

Questa è la storia del nuovo pacchetto della pavimentazione del raccordo Pavia-Beregardo, in sigla A53, segmento gestito dalla concessionaria autostradale Milano Serravalle-Milano Tangenziali SpA, risultato di un processo di revisione progettuale che ha visto impegnata una squadra di tecnici guidati da un duplice obiettivo: migliorare le performance della sovrastruttura con conseguenti benefici in termini di sicurezza e durabilità e, insieme, salvaguardare l'ambiente. Per raccontarla adeguatamente, la concessionaria con sede ad Assago e la rivista *leStrade*, storicamente alleate nella diffusione di buone pratiche, nell'aprile scorso hanno organizzato un incontro a Torre d'Isola, presso il quartier generale dell'ATI Itinera (capofila)-Caffù che sta realizzando l'intervento, e poi in cantiere, per osservare da vicino una fase di stesa del manto d'usura. Presenti, i tecnici di concessionaria e direzione lavori (Milano Serravalle Engineering), quelli dell'impresa e di Iterchimica, azienda specializzata in additivi per le pavimentazioni stradali che non solo ha fornito le soluzioni, ma ha anche contribuito alla progettazione del pacchetto collaborando con Milano-Serravalle, DL, impresa e il progettista del pacchetto in variante, il professor Maurizio Crispino (Politecnico di Milano). Tanto per anticipare i punti salienti di questa esperienza tecnica: il passaggio da una pavimentazione tradizionale a un'ulteriore versione con aumentati standard di portan-



2. L'arteria è stata sempre percorribile durante tutte le lavorazioni
2. The road remained open to traffic throughout the entire works
3. La sezione: stato di fatto
3. The section: current condition
4. Progetto di riqualifica
4. Upgrade project

opment of the new solution for the pavement package in cooperation with professor Maurizio Crispino of Politecnico di Milano gave an overview of the main points of this technical challenge: the passage from the traditional road pavement to a new one with increased load-bearing capabilities. In fact the final package actually implemented (we will analyse this in detail) produced various benefits including, on one hand, longer useful life and improved service levels of the road infrastructure and, on the other, significant reduction of the environmental impact of the works compared to the original forecasts, through the reduction of the number of layers, and, above all, the possibility to regenerate the wear asphalt on site. This was achieved by implementation of most suitable materials and technologies to meet the (ambitious) requirement.

The Upgrade

Let's take a step back, just to make clear to readers the origins and general guidelines of these works. The initial target of the project was the exigence to upgrade the guard rails in order to meet the present standard of traffic safety; the first problem to cope with was that the new guard rail presented a larger transversal section, and consequently, forced to enlarge the whole road body. Furthermore, in the design stage, it was considered appropriate to widen the carriageways sections, to create a class B main road, each carriageway furnished with two 3.75-metre lanes, a verge of 1.80 metres and a central reservation of 1.30 metres; finally was added the lighting of the junctions and a new system of wastewater management. This concerned an overall length of around 9 kilometres. What's missing? A completely new tollgate at Bereguardo.



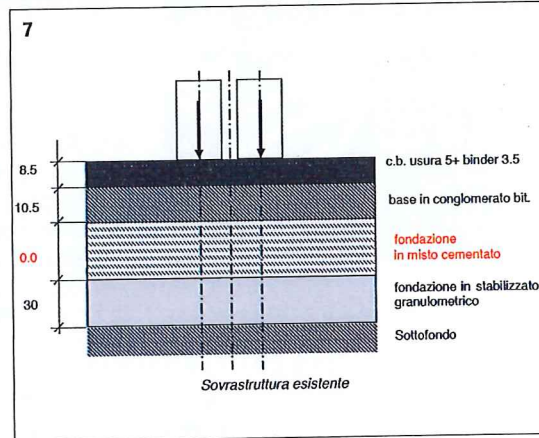
5. Aprile 2017: una delle ultime stese di conglomerato bituminoso

6. Ingegneria naturalistica: particolare del sistema di fitodepurazione adottato

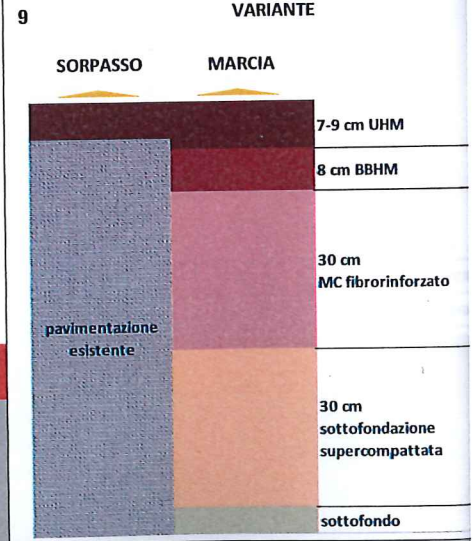
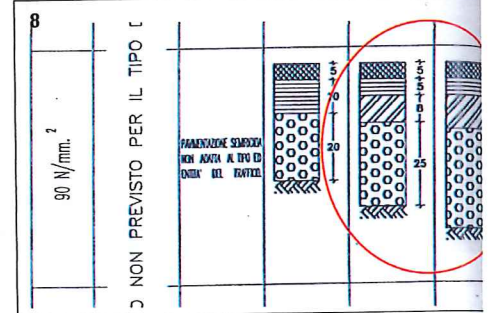
za, al pacchetto finale poi eseguito (lo analizzeremo nel dettaglio), ha avuto tra i vari benefici da un lato il fatto di garantire una maggiore vita utile e migliorati livelli di servizio all'infrastruttura viaria, dall'altro quello di aver diminuito sensibilmente l'impatto ambientale dei lavori rispetto alle previsioni originarie, grazie alla riduzione del numero degli strati, e quindi delle stese, e, soprattutto, alla scelta della rigenerazione in sito del fresato d'asfalto. Come ci si è arrivati? Attraverso il "ridimensionamento" del pacchetto e, contestualmente, alla scelta dei materiali e delle tecnologie più adatte alla (ambiziosa) bisogna.

La riqualificazione

Facciamo un passo indietro, giusto per far intendere ai lettori le origini e le linee generali di questo intervento. Il punto di partenza della riqualificazione è consistito nella necessità di adeguamento delle barriere di sicurezza, relativamente ai loro spazi di lavoro. In corso di gestazione si è quindi ritenuto opportuno prevedere un allargamento comples-



7. Le pavimentazioni: sovrastuttura esistente



8. Sovrastuttura di progetto da Catalogo delle pavimentazioni

9. La soluzione proposta in variante e adottata

do, for example, currently in the execution phase, and, of course, renovated and now almost completed road pavements, constructed from scratch - from the foundation to the wearing course - as far as the traffic lanes are concerned, or partially rebuilt (standardisation of the camber and the replacement of only the wearing course) as regards the overtaking lane.

This article concerns the road pavements, the final stratigraphy of which is shown in figure 9, made up as follows: a 30 cm super-compacted layer, an in-situ cement-bound layer, fibre reinforced and containing Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) for another 30 cm, an 8 cm high modulus base-binder, and a 9 cm macrotexture wearing course, also high modulus.

Each of these layers, it is worth emphasising, contains innovative elements, both in terms of the merits (the ad-

ditives) and the method (the design, production and execution.....). Their "cohesion" was just as highly innovative, acting together with the aim of increasing the road's quality and durability.

Stratified Innovation

"The original design," as the engineer Luca Melis, the works supervisor of Milano Serravalle, began his account to leStrade magazine, along with the director of operations, the engineer Fabio Casteletti, "envisaged a pavement package made up as follows: 20cm of stabilised mix, another 20cm of cement-bound mix, a 15cm of HMA base layer, a 6cm of HMA binder and a draining wearing course of 5cm. The alternative that was agreed with the company, at the same cost, enabled us to significantly increase the perfor-

5. April 2017: one of the last occasions bituminous mixture was laid

6. Naturalistic engineering: detail of the phytoremediation system adopted



10. Successione di lavorazioni: stabilizzazione in sito



10

sivo della sezione, avendo come obiettivo finale una strada extraurbana principale di classe B a due carreggiate dotate ciascuna di due corsie di 3,75 m, banchina di 1,80 m, margine interno di 1,30 m, barriere di sicurezza riqualficate, svincoli illuminati e nuovo sistema di gestione e smaltimento delle acque meteoriche. Il tutto per una lunghezza complessiva di circa 9 km. Cosa manca? Un casello tutto nuovo a Bereguardo, per esempio, i cui lavori sono attualmente in fase di esecuzione e, ovviamente, le rinnovate e quasi completate pavimentazioni, da rifare completamente - ossia dalla fondazione all'usura - per quanto concerne la corsia di marcia, e parzialmente (regolarizzazione delle pendenze e rifacimento della sola usura) per quanto riguarda la corsia di sorpasso.

Oggetto del presente articolo saranno proprio le pavimentazioni, la cui stratigrafia finale è quella che riportiamo in

fig. 9, ed è così composta: strato supercompattato di 30 cm, strato cementato in sito, fibrinforzato e contenente RAP di altri 30 cm, base-binder altomodulo di 8 cm e usura a macrotessitura anch'essa altomodulo di 9 cm. Ognuno di questi strati, vale la pena sottolinearlo, contiene degli elementi innovativi sia nel merito (gli additivi) sia nel metodo (la progettazione, la produzione, l'esecuzione...). Così come altamente innovativa è la loro "coesione": il lavorare insieme con l'obiettivo di aumentare la qualità e la durabilità della strada.

Innovazione stratificata

"La versione precedente del progetto - introduce il discorso per leStrade l'ing. Luca Melis, direttore lavori di Milano Serravalle Engineering, presente con il direttore operativo ing. Fabio Casteletti - prevedeva un pacchetto di pavi-

7. The existing road pavement

8. The original solution designed according to the road pavements Catalogue

9. The designed innovative solution

10. Sequence of works: in-situ stabilisation

mentance, improving that of the slow lane but also optimising the works on the overtaking lane. Thanks to the use of high modulus, high-performance HMA, it was therefore possible to reduce the number of layers and, as a consequence, the laying operations, cutting down the time required and, at the same time, increasing the performance." Innovation "permeated" the composition of the road, from the 30 cm subgrade, super-compacted up to a value of 80 MPa, compared to the 50 MPa originally envisaged.

This is the heart of the innovation: a foundation layer cemented using aggregates or RAP derived directly from the old pavement, at a percentage of up to 30%, or, where necessary, secondary raw materials. To give them new life, regenerative additives were used and, to improve the mix, polypropylene fibres were added. The results: a deformation modulus of 150 MPa and improved specifications in

terms of tensile and mechanical strength. "The final configuration of the asphalt layers was particularly innovative," continued Melis, "due also to the precise requirements for implementation: 8cm for the base-binder, made of high modulus BBHM bituminous mixture, and 9cm for the semi-draining wearing course, which also has load-bearing specifications as well as adherence and was furnished with a macrotessitura that enables the film of water to be broken up." The formulation and consequent choice of this "multitasking" wearing course enabled the specifications of the overtaking lane to be improved significantly, another benefit of this superlayer. As well as the thickness, the use of polymeric compounds also helped achieve this goal (added to the base-binder, moreover), for which further explanation is given in the separate box regarding the stratigraphy and its peculiarities.



mentazione così composto: 20 cm di misto stabilizzato, altri 20 cm di misto cementato, uno strato di base in CB di 15 cm, un binder da 6 cm e un'usura drenante di 5 cm. La variante isocosto concordata con l'impresa ci ha consentito di aumentare notevolmente le performance, migliorando quelle della marcia lenta ma ottimizzando anche le lavorazioni sulla corsia di sorpasso. Grazie all'impiego di CB altomodulo ad alte prestazioni, è stato quindi possibile diminuire il numero degli strati e, di conseguenza, le stese, riducendo le tempistiche e allo stesso tempo aumentando le performance". L'innovazione ha iniziato a "permeare" il pacchetto già dalla sottofondazione di 30 cm, supercompattata fino a raggiungere un valore di 80 MPa, contro i 50 previsti inizialmente. Quindi, entriamo nel cuore dell'innovazione: ovvero uno strato di fondazione cementato impiegando inerti o derivanti dallo stesso materiale fresato ricavato dal sedime autostradale, fino a una percentuale del 30%, o comunque materie prime-seconde. Per ridare loro nuova vita sono stati impiegati additivi rigeneranti e per migliorare il mix sono state utilizzate fibre in polipropilene. I risultati: un modulo di deformazione di 150 MPa e caratteristiche migliorative in termini di resistenza a trazione e meccanica. "Particolarmente innovativa - continua Melis - è risultata la configurazione finale degli strati in conglomerato bituminoso, determinata anche da precise esigenze di messa in opera: 8 cm per il base-binder, realizzato con conglomerato altomodulo BBHM, e 9 cm per l'usura semi-drenante, che ha anche caratteristiche portanti oltre che di aderenza ed è dotata di una macrotessitura che consente di rompere il velo d'acqua". La formulazione e conseguente scelta di questa usura "multitasking" ha consentito di migliorare sensibilmente anche le caratteristiche della corsia di sorpasso, anch'essa "beneficiata" di questo super-strato. A renderlo tale, oltre che lo spessore, anche l'utilizzo di compound polimerici (impiegati anche nel base-binder, del resto) di cui forniamo maggiori delucidazioni nel box a parte riguardante la stratigrafia e le sue peculiarità.

erato bituminoso, determinata anche da precise esigenze di messa in opera: 8 cm per il base-binder, realizzato con conglomerato altomodulo BBHM, e 9 cm per l'usura semi-drenante, che ha anche caratteristiche portanti oltre che di aderenza ed è dotata di una macrotessitura che consente di rompere il velo d'acqua". La formulazione e conseguente scelta di questa usura "multitasking" ha consentito di migliorare sensibilmente anche le caratteristiche della corsia di sorpasso, anch'essa "beneficiata" di questo super-strato. A renderlo tale, oltre che lo spessore, anche l'utilizzo di compound polimerici (impiegati anche nel base-binder, del resto) di cui forniamo maggiori delucidazioni nel box a parte riguardante la stratigrafia e le sue peculiarità.

L'esecuzione

Prima di riprendere il discorso, in un passaggio conclusivo, sulle pavimentazioni, ci sembra possa dare completezza al racconto soffermarci per un momento, a questo punto, sugli aspetti esecutivi dell'opera, affidati un primo tempo alla squadra Itinera-Caffù e Strago, quest'ultima impegnata nella bonifica degli ordigni bellici, quindi a Itinera e Caffù. Le imprese hanno lavorato con la Direzione Tecnica della concessionaria e la DL assicurando costantemente l'apertura al traffico del raccordo nei due sensi di marcia e predisponendo

11. Compattazione del misto cementato

12. Compattazione del base-binder con rulli gommati e tandem



Execution

Before resuming the discussion, in a closing passage on the road pavements, it appears sensible, for the sake of completeness, to dwell a moment at this point on the aspects of implementing the work, assigned initially to the Itinera-Caffù team and Strago, the latter engaged in clearing unexploded war ordnance, then to Itinera and Caffù. The companies worked with the Technical Direction of the concession holder and the Works Manager, keeping the junction open to traffic both ways and dividing up the work phases, first working on the carriageway in the Pavia direction and then in the direction of Bereguardo. Operationally, demolition was then carried out on the existing superstructure along with the earth moving works, as well as, more generally, all the processes involved in extending the work, carried out while still en-

suring the continuing operation of the junction and the area's water grid. "After which," explained the engineer, Luigi Bonora, Itinera's project manager, "we constructed the new road pavement, from the foundation to the superstructure, and installed a new rainwater drainage system. Finally, we achieved the initial objective of the project: installing new and effective guard rails."

The implementation phase of the foundation layer in a mix cemented directly on site was of particular interest: "Together with Iterchimica," Bonora noted, "we perfected a recycling "train" that initially involved a traditional milling stage, then the laying of the polypropylene fibres and cement, with an appropriate spreader, after which we arranged the stabilization of the milled material with appropriate regenerative additives, using purpose-built equipment connected to a tractor. Then the rolling of the layer

11. Compaction of the cemented bound layer

12. Compaction of the base-binder layer with pneumatic-tyre and steel-wheel tandem rollers



un'articolazione in fasi di lavoro che hanno comportato prima l'intervento sulla carreggiata in direzione Pavia, quindi in direzione Bereguardo. Operativamente, si è proceduto con le demolizioni della sovrastruttura esistente e con le attività di movimento terra, nonché, più in generale, con tutte le lavorazioni che hanno riguardato l'ampliamento delle opere d'arte, effettuate garantendo la continuità del raccordo stesso e del reticolo idrico dell'area. "Dopodichè - spiega l'ing. Luigi Bonora, project manager di Itinera - abbiamo provveduto alla realizzazione della nuova pavimentazione, dalla fondazione alla sovrastruttura, nonché alla realizzazione di un nuovo sistema di regimazione delle acque di piattaforma. Infine, abbiamo raggiunto l'obiettivo iniziale del progetto: installare nuove e adeguate barriere di sicurezza". Di particolare interesse è risultata la fase di realizzazione dello strato di fondazione in misto cementato direttamente in sito: "Insieme con Iterchimica - nota ancora Bonora - abbiamo messo a punto un 'treno' di riciclaggio che ha previsto inizialmente un passaggio con fresa tradizionale, quindi lo spandimento delle fibre in polipropilene e cemento, con apposito spandimento, dopodichè abbiamo provveduto alla stabilizzazione del materiale fresato, opportunamente additivato con rigeneranti, tramite un'attrezzatura ad hoc collegata a un trattore. Quindi, è stata effettuata la rullatura dello strato con un rullo a

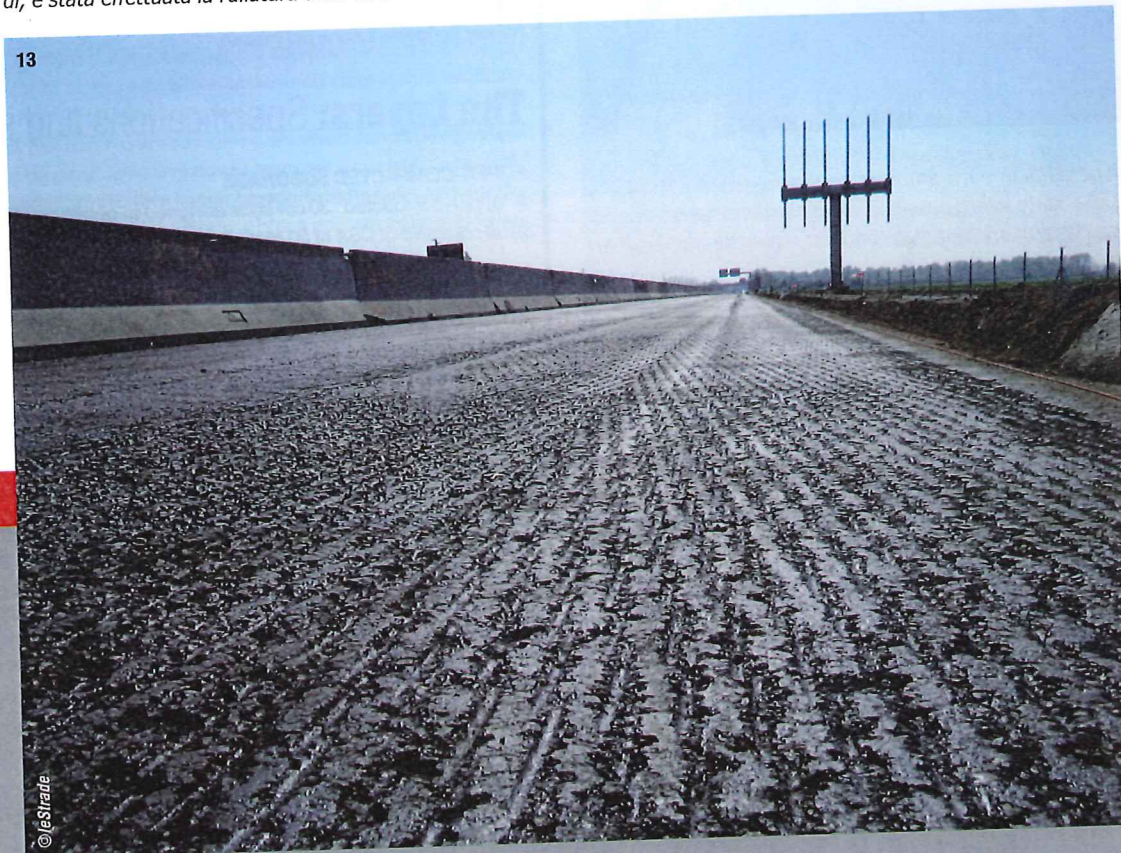
piede di montone e un altro a tamburo liscio". Infine, la stesa dei due strati di conglomerato bituminoso (base-binder e usura) e conseguente compattazione. Con l'innovazione, in questo caso, celata all'interno del mix design.

Durabilità e sostenibilità

Best practice Bereguardo, dunque. Già anticipata da uno dei due autori di questo articolo, l'ing. Susanna Lambrugo di Milano-Serravalle nel corso di un seminario organizzato nel luglio scorso dall'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano e da Iterchimica (gli atti, tra cui la presentazione Milano-Serravalle, sono scaricabili dal sito web www.iterchimica.it) e ora approfondita direttamente in cantiere. "Tutte le caratteristiche del pacchetto - nota l'ing. Loretta Venturini di Iterchimica - sono state migliorate, raggiungendo il target dell'aumento della vita utile della pavimentazione nei medesimi limiti di budget. Siamo davvero lieti che un gestore importante come Milano-Serravalle, che tra l'altro ha da poco emanato un innovativo Capitolato prestazionale proprio sulle manutenzioni stradali, abbia accolto favorevolmente l'introduzione di nuove tecnologie i cui benefici sono acclarati, ma che, a tutt'oggi, sono più diffuse all'estero rispetto all'Italia. Un altro obiettivo, raggiunto, era poi quello della riduz-

13. La superficie prima della stesa dell'usura

13. The pavement surface before the wearing course laying



was carried out with a mullion roller and a smooth drum roller." Finally, two layers of bituminous conglomerate were laid (base-binder and wearing course) with subsequent compaction. In this case, the innovation is hidden inside the design mix.

Durability and Sustainability

Bereguardo *best practice*, then. Already anticipated by one of the two authors of this article, the engineer Susanna Lambrugo of Milano-Serravalle, during a seminar organised last June by the Association of Engineers of Mi

14. Asfalto a elevate performance grazie a un sapiente mix design e all'innovazione tecnologica nel campo degli additivi



ione degli impatti ambientali. Rigenerando il fresato in sito è stato infatti possibile salvaguardare risorse vergini, sia risparmiare viaggi in cantiere". Qualche numero, tanto per rendere l'idea: rispetto al progetto iniziale, la variante ha consentito di risparmiare quasi 4mila spostamenti di mezzi d'opera (per circa 72mila litri in meno di gasolio consumato), circa 18mila m³ di conglomerato bituminoso, quasi 40mila m³ di misto stabilizzato e cementato e, soprattutto, circa 130 giornate di stesa. Un'ottimizzazione



lan Province and Iterchimica (the documents, including the Milano-Serravalle presentation, can be downloaded from the website www.iterchimica.it), this was now examined in-depth on site. "All the specifications of the package," noted the engineer Loretta Venturini of Iterchimica, "were improved, reaching the target of increasing the useful life of the road pavement within the same budget limits. We are really delighted that a major operator like Milano-Serravalle, which, among other things, recently released innovative road maintenance performance Specifications, welcomed the introduction of new technologies, the benefits of which are clear, but, so far, are more widely recognised abroad than in Italy. Another goal that was reached was the reduction of the environmental impact. By regenerating the milled material on site, it was actually possible to safeguard un-

Gli strati: caratteristiche e innovazioni

SOTTOFONDAZIONE SUPERCOMPATTATA

Strato di spessore pari a 30 cm, con "super-compattazione" finalizzata all'ottenimento di un Md pari a 80 Mpa, al posto dell'obiettivo originario di CSA di 50 Mpa.

FONDAZIONE

Strato di spessore pari a 30 cm con misto cementato in sito fibrorinforzato (fibre polipropilene nella quantità di 1 km per m³ su miscela finita, ovvero con inserimento di un compound polimerico nel fuso nella miscela, in impianto; cemento 2,5-3,5%) e RAP, ovvero fresato rigenerato con apposito additivo rigenerante (Md>150MPa a 5 gg, Rc>2,5 MPa con provini a 7 gg, Rt>0,38 MPa).

BASE-BINDER ALTOMODULO

Strato in conglomerato bituminoso altomodulo di spessore pari a 8 cm realizzato con l'additivazione di compound polimerici e fibre anche in questo caso inseriti direttamente nella miscela senza quindi prevedere la modifica del legante (bitume ordinario). Impiego di rigeneranti per la rigenerazione di materiale fresato (entro il 30%).

USURA A MICROTESSITURA ALATOMODULO

Strato in conglomerato bituminoso altomodulo semi-drenante di spessore pari a 9 cm, impiegato sia sulla corsia di marcia lenta, sia su quella di sorpasso. Anche in questo caso sono stati impiegati compound polimerici inseriti direttamente nel mescolatore e additivi specifici per la rigenerazione del fresato.

The Layers: Specifications and Innovations

SUPER-COMPACTED SUBGRADE

A "super-compacted" 30 cm layer designed to obtain an Md of 80 Mpa, in place of the original objective of CSA of 50 Mpa.

FOUNDATION

A 30 cm cement bound layer, mixed in-situ and fibre reinforced (polypropylene fibre at a quantity of 1 km per cubic metre of finished mixture, that is, with the insertion of a polymeric compound in the mixture blend; cement 2-5 - 3.5%) and added with RAP, regenerated with appropriate regenerative additive (Md>150MPa at 5 days, Rc>2,5 MPa with tests at 7 days, Rt>0,38 MPa).

HIGH MODULUS BASE-BINDER

A high modulus bituminous base-binder layer, 8 cm thick, added with polymeric compounds and fibres, in this case inserted directly in the mixture without therefore modifying the binder (ordinary bitumen). The use of regenerative additives for the regeneration of RAP (about 30%).

HIGH MODULUS MICROTEXTURE WEARING COURSE

A high modulus, semi-draining, bituminous wearing course, 9cm thick, used both on the slow lane and the overtaking lane. Polymeric compounds were also used in this case, inserted directly in the mixer, and specific additives for the regeneration of RAP.

spoiled resources and reduce the number of trips to and from the site."

A few numbers give a clearer idea: compared to the initial project, the alternative enabled almost 4,000 journeys to shift equipment to be avoided (and therefore the consumption of around 72,000 litres of diesel), as well as the saving of around 18,000 cubic metres of bituminous conglomer-

14. Final compaction of the wearing course

15. High-performance asphalt mixtures, due to a skilful design mix and technological innovation in the field of additives

TAB. 1 SCHEMA RIASSUNTIVO DEL PIANO DI INDAGINE APPROVATO

Strato pavimentazione	Prova	Prescrizioni CSA [variante]	Verifica DL [media delle misure]
Fondazione supercompattata	Modulo di deformazione [Mpa]	80	109
Misto cementato fibrinforzato	Modulo di deformazione [Mpa]	150	192
Binder base alto modulo	Contenuto di legante bituminoso sull'aggregato	4,5% - 5,5%	4,6%
	Percentuale dei vuoti [%]	3 - 6 %	4,8%
Usura alto modulo	Contenuto di legante bituminoso sull'aggregato	4,5% - 5,5%	5,5%
	Percentuale dei vuoti [%]	3 - 5%	3,8%
	Resistenza Trazione indiretta RT [N/mm ²]	0,95 - 1,70	1,31
	Coefficiente Trazione indiretta CTI [N/mm ²]	> 70	119

Verifica e performance del nuovo pacchetto

Il nuovo pacchetto di pavimentazione è stato verificato sia con riferimento al raggiungimento degli obiettivi di progetto sia rispetto al pacchetto originariamente previsto. Le analisi condotte hanno mostrato che la soluzione messa a punto - con riduzione del complessivo spessore degli strati bituminosi da 26 a 16-17 cm grazie all'impiego degli additivi descritti - consente di ottenere performance adeguate agli obiettivi progettuali, oltre che migliorative rispetto alla soluzione originaria, come per esempio l'incremento della vita utile a fatica, con riduzione del numero di Miner da 0,28, già soddisfacente, a 0,22. Le caratteristiche superficiali dello strato di usura ad alto modulo sono state inoltre verificate in via preventiva con la realizzazione di un campo prove e sono risultate pienamente aderenti agli standard autostradali. Nel corso dell'esecuzione dei lavori sono state poste in atto tutte le necessarie cautele da parte della Direzione Lavori per il controllo e la verifica sia dei materiali, che della modalità esecutive (super compattazione della sottofondazione e treno di riciclaggio), e i risultati hanno mostrato la piena aderenza alle previsioni.

Performance of the New Package and in-situ Tests

The new road pavement was analysed both with regard to the attainment of the project objectives and the package originally envisaged. The analyses conducted showed that the innovative solution - with a reduction in the overall thickness of the bituminous layers from 26 to 16-17cm thanks to the use of the additives described - enabled performances to be achieved that were suitable for the design objectives, as well as improvements compared to the original solution, such as, for example, an increase in the fatigue life, with a reduction in the Miner number from 0.28, already gratifying, to 0.22. The surface specifications of the high modulus wearing course layer were also checked in advance with the implementation of a full scale test area and the results fully complied with the motorway standards.

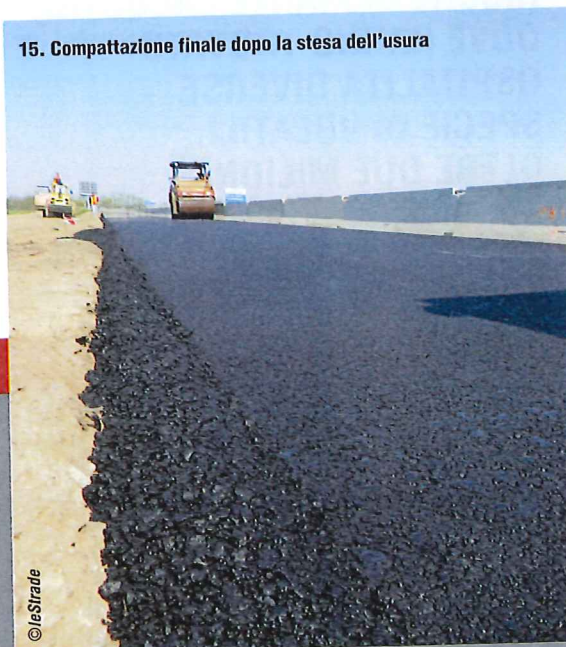
During the execution of the works, all the necessary precautions were implemented by the Works Direction for the control and verification of the materials and the implementation methods (super-compaction of the subgrade and recycling train), and the results were in full compliance with the forecasts.

ate, almost 40,000 cubic metres of stabilized and cemented mix and, above all, 130 days of laying. A very beneficial optimisation, in short, both for the environment and productivity, and, let us not forget, for the impact of the construction site on the surrounding area, a matter of great importance for the motorway providers.

As regards the environment, since the junction passes

salutare, insomma, sia per l'ambiente sia per la produttività, sia, non dimentichiamolo, per gli impatti del cantiere sul territorio, questione all'estrema attenzione dei gestori autostradali. A proposito di ambiente, passando il raccordo all'interno di un territorio particolarmente sensibile (siamo praticamente nel Parco del Ticino e in piena area agricola), un'altra attività innovativa (e meritoria), che senz'altro merita un'altra storia da raccontare, è consistita nell'impiego di particolari essenze vegetali con funzione di fitodepurazione all'interno dei fossi di guardia: si tratta della tecnologia made in USA delle cosiddette "filter strips", strisce filtranti. ■■

15. Compattazione finale dopo la stesa dell'usura



© leStrade

through a particularly sensitive area (practically inside the Parco del Ticino and right in the heart of agricultural land), another innovative (and praiseworthy) activity must be mentioned and that consisted of the use of special plant species for the phytoremediation inside the run-off ditches: these are the so-called "filter strips" of US manufacture. ■■

Conglomerati Innovativi

Raffaella Mestroni
Ufficio Stampa
Autovie Venete

Rete autostradale a misura d'ambiente

NEL PRIMO LOTTO DELLA TERZA CORSIA DELL'A4 VENEZIA-TRIESTE SONO STATE MESSE A DIMORA PIÙ DI 80MILA PIANTE E PREDISPOSTE BEN 21 AREE DI FITODEPURAZIONE, RICCHE DI PIANTE LACUSTRI, DOVE HANNO TROVATO OSPITALITÀ DIVERSE SPECIE DI VOLATILI. OLTRE DUE MILIONI DI EURO L'INVESTIMENTO COMPLESSIVO.



**Video: l'ambiente
in primo piano**
*The Priority
to Environment*



An Environmentally Friendly Highway Network

MORE THAN 80 THOUSAND PLANTS HAVE BEEN LODGED AND 21 CONSTRUCTED WETLANDS HAVE BEEN PLANNED, PLENTIFUL IN LACUSTRINE PLANTS WHERE SEVERAL SPECIES OF BIRDS HAVE FOUND THEIR HOME. THE TOTAL INVESTMENT WAS OVER TWO MILLION EUROS.

Perfectly integrated into the landscape, environmentally friendly and above all a lush green tapestry - this will be the A4 Venice-Trieste at the end of the construction of the third lane. Essential construction works to adapting the infrastructure to the significant flow of traffic that runs through it. The widening of the road envisages, in fact, a series of interventions aimed at making it more and more eco-friendly.

In the first completed section, between Quarto d'Altino in San Dona di Plave over 2 million Euros have been invest-

ed for the purchase and planting of 80,000 plants of various species. These are critical to reducing pollution and absorbing noise, thus creating a favourable environment for local wildlife as well as making the territory affected by the infrastructure more aesthetically pleasant.

In addition to the creation of green areas, 21 constructed wetlands have been planned, plentiful in lacustrine plants where several species of birds have made their home.

State-of-the-art noise-absorption barriers, a new type of draining asphalt and an innovative concrete mixture, are just

1, 2. In the first completed section of the new A4 over 2 million Euros have been invested for the purchase of 80,000 plants

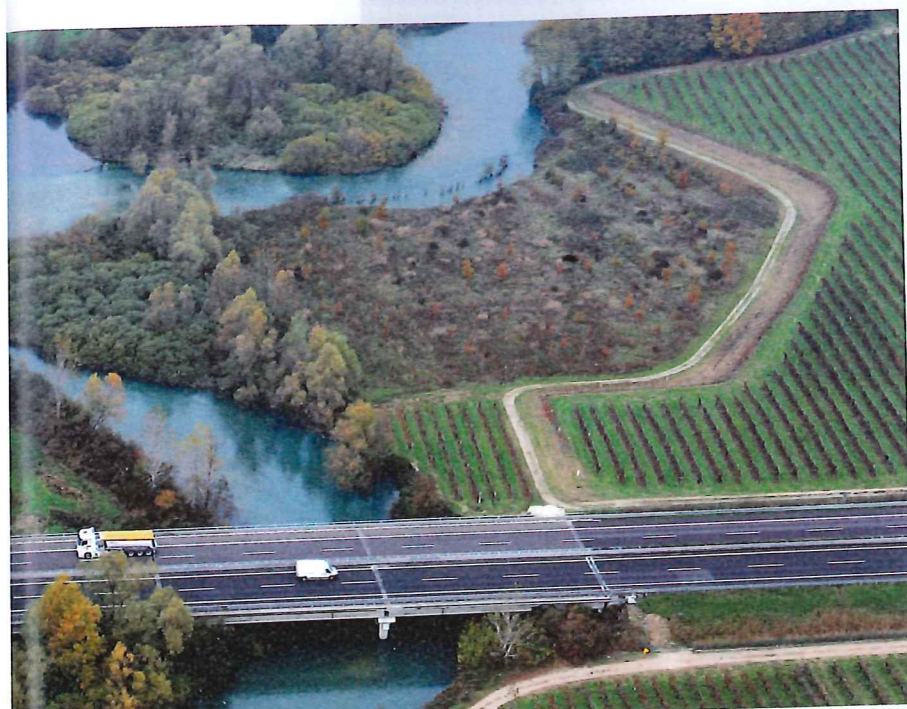


1, 2. Nel primo lotto della nuova A4 oltre 2 milioni di euro sono stati investiti per l'acquisto di 80mila piante

Perfettamente inserita nel paesaggio, rispettosa dell'ambiente e soprattutto molto, molto verde. Sarà così l'autostrada A4 Venezia-Trieste al termine dei lavori della costruzione della terza corsia, un'opera indispensabile per adeguare l'infrastruttura al notevole flusso di traffico che la attraversa. L'allargamento della sede stra-

dale prevede, infatti, una serie di interventi finalizzati a renderla sempre più eco-sostenibile. Nel primo lotto, compreso tra Quarto d'Altino a San Donà di Piave e già realizzato, oltre 2 milioni di euro sono stati investiti per l'acquisto e la messa a dimora di 80mila piante di varie specie che, oltre a rendere più gradevole dal punto di vista estetico il territorio attraversato dall'infrastruttura, sono fondamentali per la riduzione dell'inquinamento, l'assorbimento del rumore, la creazione di un ambiente favorevole alla fauna locale. Oltre agli interventi a verde, sono state anche predisposte 21 aree di fitodepurazione, ricche di piante lacustri, dove hanno trovato ospitalità diverse specie di volatili. Barriere antirumore realizzate con materiali di ultima generazione, una nuova tipologia d'asfalto drenante e, ancora, un'innovativa composizione del calcestruzzo, sono solo alcuni esempi di materiali e soluzioni costruttive utilizzate oggi nella progettazione delle grandi infrastrutture viarie che, con questi accorgimenti progettuali, possono definirsi, a tutti gli effetti, "ecosostenibili".

A ciò, si affianca un accurato monitoraggio ambientale effettuato sul territorio prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione di una nuova infrastruttura, durante la costruzione dell'opera e al termine dell'intervento, per assicurare il mantenimento costante del miglior equilibrio ambientale e, di conseguenza, di un adeguato livello di qualità della vita per chi, in quel territorio, ci vive e ci lavora. I dati raccolti rappresentano i valori base a cui fare riferimento per verificare, durante i lavori di costruzione, eventuali parametri ambientali anomali, in presenza dei quali vengono apportati i correttivi necessari. ■■



2

a few examples of materials and construction solutions used today in the design of large road infrastructures. These design features define a fully-fledged "environmentally friendly" infrastructure. A thorough environmental monitoring on the territory was carried out prior to, during and following completion of the

new infrastructure, to ensure a continual upkeep of the best environmental balance and, therefore, an adequate level of quality of life for people living and working in that area. The data collected will be used to validate any substandard environmental parameters during construction and thus to implement any needed corrective measures. ■■

Network Europei

Il traforo stradale dell'Arlberg



Dietmar Harbauer
ASFINAG Alpenstraßen GmbH

OBIETTIVO SUL PRINCIPALE TUNNEL AUSTRIACO, SOTTOPOSTO NEL TRIENNIO 2014-2017 A UNA MASSICCIA RIQUALIFICAZIONE MESSA IN CAMPO PER ADEGUARE L'INFRASTRUTTURA AI REQUISITI DELLA DIRETTIVA 2004/54/CE. TRA LE PECULIARITÀ: L'INTERCONNESSIONE CON L'ADIACENTE GALLERIA FERROVIARIA IN OTTICA DEL MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA.



The Arlberg Road Tunnel

FOCUS ON THE MAIN TUNNEL OF AUSTRIA, WHICH IN THE PERIOD 2014-2017 HAS BEEN INVOLVED IN A OVERALL REFURBISHMENT TOGETHER WITH MEASURES OF THE DIRECTIVE 2004/54/EC. ONE OF THE MOST CHARACTERISTIC SPECIFICATIONS IS THE INTERCONNECTION BETWEEN THE ROAD AND THE RAILWAY TUNNEL.

The Arlberg road tunnel is located in the western part of Austria amidst the alpine main ridge. Not only does the Arlberg Road Tunnel connect the two Austrian provinces Tirol and Vorarlberg with a safe and comfortable expressway, it also constitutes a very important part of the west-east road transport link in Europe. Due to the fact that the superior east-west transport link via the Arlberg pass (1793m) used to be broken up to 30 days during winter, in the early 1970s the government decided to launch a corporation which would be responsible for construction and operation of a road tunnel through the Arlberg massif as well as

the attached expressway S16 (62km).

The following dates describe the outstanding milestones of the Arlberg Road Tunnel project:

- July 1974: Ground breaking ceremony
- November 1977: Cut-through
- December 1st, 1978: Grand opening.

Over the years the primary operating company "ASTAG" was merged with other motorway infrastructure companies and was finally integrated with the governmental holding Asfinag.

Today the operating company of the longest road tunnel in Austria

1. East portal of the Arlberg Road Tunnel with control centre and turnpike station



1. Portale Est del traforo stradale dell'Arlberg con il centro di controllo e la stazione di pedaggio

2. Posizione geografica del traforo

3. La lunghezza della sezione scavata del tunnel è pari a 13,972 km, introdotta sul lato Est da un tunnel paravalanghe di 1,437 km

Il traforo dell'Arlberg si colloca nella parte occidentale dell'Austria, nel cuore dell'Arco Alpino. Si tratta di una galleria stradale che non solo collega le due regioni austriache del Tirolo e del Vorarlberg attraverso una superstrada sicura e confortevole, ma costituisce anche un segmento strategico per quanto riguarda il trasporto su strada lungo l'asse Est-Ovest d'Europa. In virtù del fatto che il link storico tra Est e Ovest, attraverso il Passo dell'Arlberg (1.793 m di altitudine), fosse impraticabile per 30 giorni l'anno, nella stagione invernale, nei primi anni Settanta il Governo ha deciso di costituire una società incaricata di costruire e mantenere in esercizio una galleria stradale attraverso il massiccio dell'Arlberg e la superstrada di 62 km ad essa connessa (62 km). Di seguito, sintetizziamo in alcune date significative l'evoluzione del progetto Arlberg:

- Luglio 1974: avvio degli scavi
- Novembre 1977: abbattimento del diaframma
- 1° Dicembre 1978: apertura.

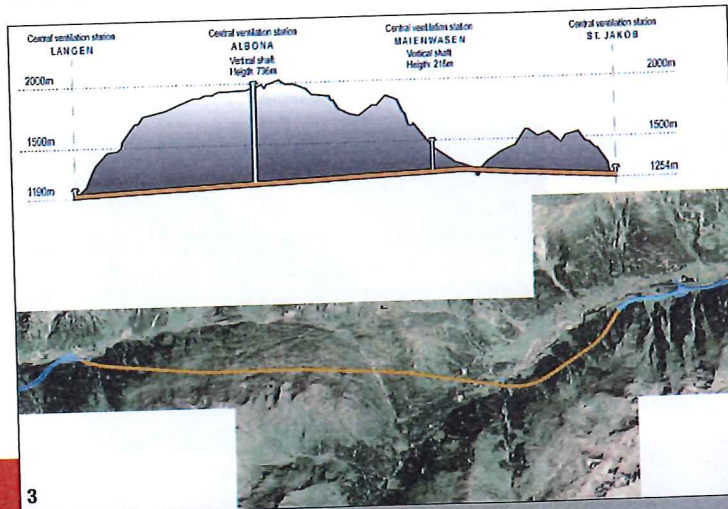
Nel corso degli anni la società di gestione ASTAG è stata fusa con le altre compagnie autostradali per essere infine integrata nel gruppo governativa Asfinag. Attualmente la società che gestisce il tunnel stradale più lungo dell'Austria si chiama Asfinag Alpenstraßen GmbH ed è una controllata del gruppo Asfinag. Oltre alla galleria stradale dell'Arlberg,

Asfinag Alpenstraßen GmbH gestisce 19 altre gallerie e circa 315 km tra autostrade e superstrade. Il traforo dell'Arlberg in anni recenti è stato oggetto di un'importante riqualificazione resa necessaria per adeguare l'infrastruttura alle nuove norme in materia di sicurezza e dotazioni tecniche. Le attività principali sono consistite in:

- 2002 Integrazione del sistema di ventilazione
- 2006 Attivazione del nuovo centro di controllo
- 2007 Completamento di tutte le 8 interconnessioni con il tunnel ferroviario adiacente
- Settembre 2014-Ottobre 2017: ristrutturazione generale del tunnel per rispondere alle misure della Direttiva 2004/54/CE, "Requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea".

Le peculiarità dell'Arlberg

Il traforo dell'Arlberg è stato costruito come una galleria a fornace unico, anche se il progetto originario ne prevedeva due. La lunghezza della sezione scavata del tunnel è pari a 13,972 km, introdotta sul lato Est da un tunnel paravalanghe di 1,437 km. La ventilazione trasversale del traforo è divisa in sei sezioni ed è azionata da 12 motori assiali che raggiungono, complessivamente, una potenza di 11,2MW. Un dato interessante è anche rappresentato dall'altezza sul livello del mare, dato che il portale occidentale si erge a 1.190 slm e quello orientale arriva a 1.255 m slm. Nella fase di progettazione la capacità massima dei veicoli è stata dimensionata a circa 1.800 veicoli/h, mentre il volume di traffico attuale tocca picchi di 10.000 veicoli al giorno, corrispondenti a 416 veicoli/h. Una delle peculiarità del traforo dell'Arlberg, che in Austria rappresenta un *unicum*, è senz'altro l'interconnessione tra la strada e la galleria ferroviaria. Un progetto decisamente ambizioso che ha trovato impulso nella



is the "Asfinag Alpenstraßen GmbH" - a subsidiary of the Asfinag holding. In addition to the Arlberg road tunnel the Asfinag Alpenstraßen GmbH operates 19 other tunnels and approximately 315 km of motorways and expressways. In order to meet the changing safety-rules and laws the technical equipment of the Arlberg tunnel was rebuilt successively. The primary activities are listed as follows:

- 2002: Integration of smoke venting system
- 2006: Initial startup of the new control centre
- 2007: Completion of all 8 interconnections to adjacent railway tunnel
- Sept. 2014-Oct. 2017: Overall refurbishment of the tunnel together with measures of the Directive 2004/54/EC "Minimum safety requirements for tunnels in the trans-European road network".

Details of the Arlberg Road Tunnel

The Arlberg road tunnel was built with a single tube - the original

plan considered two of them. The length of the mining section of the tunnel is 13,972km and an avalanche-gallery with the length of 1,437km is attached in the east. The cross-ventilation of the tunnel is divided in six sections and is driven by 12 axial motors - together they have a power of 11,2MW.

Furthermore the height above sea level is also very interesting, since the western portal is 1190m high and the level of the eastern portal comes up to 1255m. In the planning phase the maximum capacity of vehicles was dimensioned with 1800 vehicles/h - today we have a traffic volume of maximum 10000 vehicles per day, which is 416 vehicles/h. One of the most characteristic specifications of the Arlberg Road Tunnel is the interconnection between the road and the railway tunnel. At least in Austria this is a unique configuration. The safety of the road users and the passengers of the old railway tunnel (built in 1884) was an incitement to plan and construct such an ambitious project.

2. Geographical position of the Tunnel

3. The length of the mining section of the tunnel is 13,972km and an avalanche-gallery with the length of 1,437km is attached in the east



4. "Densità" di gallerie intorno al traforo stradale dell'Arlberg

5a, 5b. Interno ed esterno del centro di controllo

volontà di aumentare gli standard di sicurezza sia per gli utenti della strada, sia per i passeggeri in transito lungo l'antica galleria ferroviaria, realizzata nel 1884.

Esercizio e gestione del traffico

L'esercizio e la manutenzione di questa galleria autostradale collocata nel cuore della regione alpina pongono di fronte a diverse sfide, che possono essere così riepilogate:

1. "Densità" delle gallerie. Lungo la superstrada S16 dell'Arlberg si susseguono ben 12 tunnel in un arco di 50 km. In alcuni casi la distanza tra due gallerie adiacenti è inferiore a poche centinaia di metri.
2. Traffico turistico nei fine settimana invernali. Nella regione intorno l'Arlberg vi sono molti centri sciistici, generalmente sovraffollati. Nei weekend gli sciatori si immettono in automobile quasi nei medesimi orari, la mattina, sulla S16 ragion per cui gli ingorghi sono all'ordine del giorno. La riduzione della velocità e i blocchi delle spedizioni possono essere misure adeguate per evitare gli ingorghi che si estendono in tunnel.
2. Raggiungibilità delle gallerie per vigili del fuoco e mezzi di soccorso. A causa delle problematiche sopra elencate le organizzazioni preposte al soccorso avrebbero potuto riscontrare enormi difficoltà nel raggiungere le gallerie in caso

di incidenti. Le criticità sono state risolte mettendo a punto strade speciali di accesso.

3. *Tempistica di circolazione per lo sgombero della neve.* Le condizioni geografiche determinano inverni rigidi, ragion per cui anche la rimozione della neve sulla S16 è un tema prioritario (per esempio, il tempo di reazione è ridotto grazie a un servizio cosiddetto di "standby", ovvero di mezzi collocati in prossimità dell'infrastruttura).

Contestualmente alla realizzazione del traforo stradale dell'Arlberg, accanto al portale Est è stato costruito un centro operativo e di controllo. Il progetto originale nel 1970 prevedeva soltanto il controllo delle attrezzature tecniche e del traffico delle gallerie della superstrada S16 Arlberg.



Operation and Traffic Management

The operation and maintenance of the express- or motorway tunnel in the alpine region raises several challenges to deal with.

1. *Density of tunnels.* At the S16 Arlberg expressway there are 12 tunnels along a distance of 50km. Sometimes the distance between two neighbouring tunnels is less than a few hundred meters.
2. *Tourist traffic on winter weekends.* In the region around Arlberg there are many ski centres which are generally overcrowded. Weekend-skiers arrive by car almost at the same time in the morning taking the S16 and thus traffic jams are preassigned. Reduction of speed and bloc dispatches are adequate measures in order to avoid traffic jams which extend into tunnels.
3. *Reachability of tunnels for fire brigade and rescue.* Due to the problems illustrated above the rescue organisations could get massive problems reaching tunnels in case of incidents. Rem-

edies have been found with special access roads.

4. *Time of circulation for snow clearance.* Geographical conditions cause strong winters and therefore the snow clearance on the S16 is also a very important topic. (E.g. reaction time is reduced by a standby service...).

Together with the Arlberg Road Tunnel an operation and control centre was built next to the eastern portal. The original plan in the 1970s only included the control of the technical equipment and the traffic of the tunnels of the S16 Arlberg expressway. 2003 the operation company "Alpenstraßen AG" decided to establish a control centre where all tunnels of the serviced road network can be monitored. The operation in the "control centre St. Jakob" is realized 24/7 with three operators based on a three shift model. The following activities are carried out from an operator.

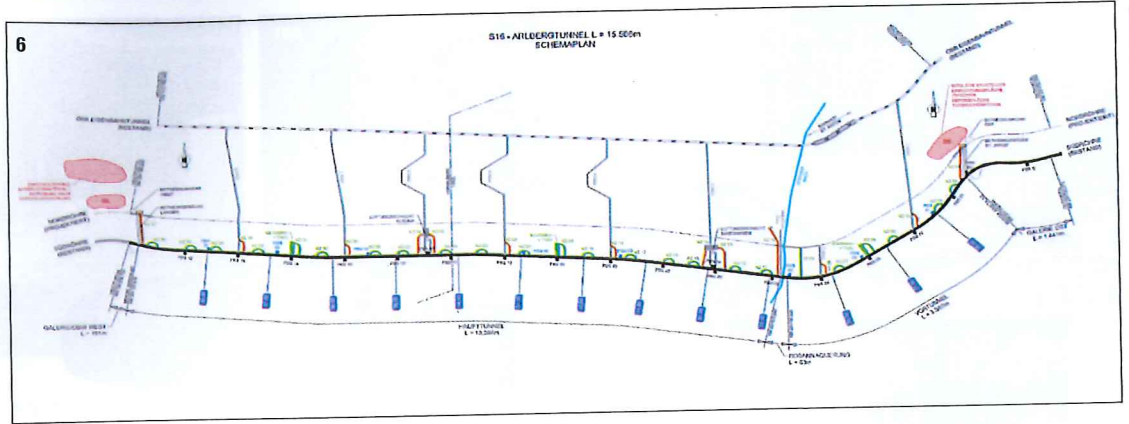
Asfinag operates a fiber optic network along the motorways and expressways in Austria. Amongst others this network is used for

4. Density of tunnels around Arlberg Road Tunnel

5a, 5b. Internal and external view of the control centre



6. Schema della galleria stradale e ferroviaria con interconnessioni e vie di fuga



Nel 2003 il gestore Alpenstraßen AG ha deciso di allestire un centro di controllo in cui tutte le gallerie della rete stradale potessero essere monitorate. Nel "centro di controllo St. Jakob" l'operatività è garantita 7 giorni su 7, 24 ore su 24, con tre operatori organizzati sulla base di un protocollo a tre turni.

Asfinag gestisce una rete in fibra ottica lungo le autostrade e superstrade in Austria. Questa rete, tra l'altro, viene utilizzata per la trasmissione di immagini video dei tunnel e disposizioni riguardanti il controllo delle gallerie. Tale "spina dorsale" facilita la connessione tra tunnel e centro di controllo. Inutile dire che la tecnologia di controllo di tale centro deve essere impostata in base alla domanda. Per l'ammmodernamento e l'ampliamento del centro di controllo di St. Jakob Asfinag ha investito circa 6,2 milioni di euro in nuove tecnologie di controllo e architettura del server (progetto 2015/2016). Gli operatori del centro di controllo St. Jakob monitorano attualmente 18 tunnel e 14 gallerie. Il sistema SCADA del centro di controllo è preposto alla gestione di 400.000 cosiddetti punti-dati (segnali, valori di misura di attrezzature tecniche impiegate in autostrade e superstrade). La gestione delle emergenze al traforo stradale dell'Arlberg si basa su tre capisaldi: l'attrezzatura tecnica del tunnel in combinazione con misure organizzative, l'"auto-salvatag-

gio" degli utenti della strada e la cooperazione con le organizzazioni di soccorso. L'interazione delle tre aree provoca un tasso massimo di sicurezza a beneficio di tutti gli utenti della strada.

Come effetto dell'adiacenze della galleria ferroviaria al tunnel stradale, entrambe le società di gestione (Asfinag e ÖBB) hanno deciso di dare vita a una joint venture. L'obiettivo era quello di migliorare il livello di sicurezza in caso di incidenti nel tunnel stradale o nella galleria ferroviaria. La sfida del progetto presupponeva, sostanzialmente, le seguenti condizioni:

- Superamento del dislivello di entrambi i tunnel, tenendo conto del movimento vincolato dei portatori di handicap;
- Gestione del gradiente di pressione che si verifica comunemente tra la stazione e la galleria stradale;
- Esame dei diversi scenari di fuga tra la stazione (centinaia di persone) e la galleria stradale (poche persone);
- Miglioramenti nell'ambito della gestione del traffico (in caso di operazioni di brillamento entrambe le gallerie, naturalmente, sono state chiuse!).

Le dotazioni tecniche di sicurezza all'interno dei cunicoli trasversali sono di ultima generazione. In caso incidente sulla strada o nel tunnel ferroviario il tempo di reazione può essere fondamentale per salvare vite umane o minimizzare i danni

6. Scheme of road and railway tunnel with interconnections and escape routes

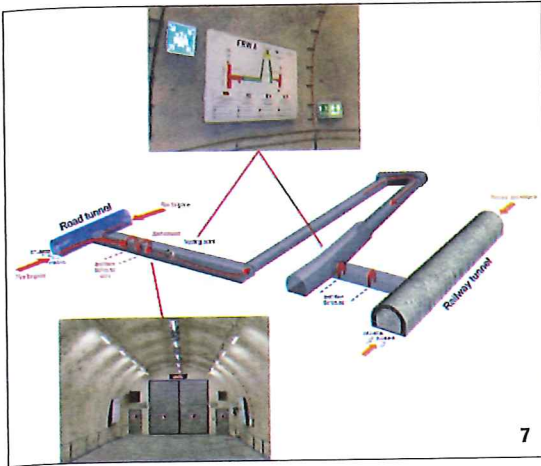
transmission of tunnel videos and control commands for tunnels. Such a "backbone" facilitates the connection of tunnels to a control centre. Needless to say that control technology of such a control centre has to be set up according to the demand. For modernization and extension of the control centre St. Jakob Asfinag invested approximately 6.2 million Euros in new control technology and server architecture (project 2015/2016). The operators in the control centre St. Jakob control and monitor 18 tunnels and 14 galleries. The Scada system of the control centre has to handle 400.000 so called data points (signals, measurement values of technical equipment related to motorways and expressways).

The Emergency management at the Arlberg Road Tunnel is based on three domains: The technical equipment of the tunnel in combination with organisational measures, self-rescue of road users and cooperation with rescue organisations. The interaction of the three areas causes a maximum rate of security for all road users.

As a result of the adjacency of the railway tunnel with the road tunnel both operation companies (Asfinag, ÖBB) decided to start a joint venture. The goal was to improve the safety level in case of incidents or accidents in the road tunnel on the one hand and the railway tunnel on the other hand. The challenge of this project was to consider the following conditions:

- To overcome the difference in height of both tunnels taking account of the constrained movement of handicapped people;
- To handle the commonly occurring pressure gradient between railway and road tunnel;
- To consider the different escape scenarios between railway (hundreds of people) and road tunnel (few people);
- To construct progress under traffic. (For blasting operations both tunnels were, of course, closed!).

The technical safety equipment within the cross-cuts covers the latest tunnel safety technology available.



7



8

7. I portali sono monitorati e controllati dal centro di St. Jakob

8. Schema delle nuove vie di fuga

9a, 9b, 9c. Costruzione di una via di fuga

secondari. Una procedura ben definita nel gestire la cooperazione tra vigili del fuoco, squadre di soccorso, forze di polizia e la società di gestione è, tuttavia, altrettanto essenziale. Per questi motivi è stato istituito un "piano coordinato di allarme e soccorso del traforo stradale dell'Arlberg". In caso di grave incidente all'interno del traforo dell'Arlberg, il piano prevede l'insediamento del comando delle organizzazioni di soccorso esterne all'interno del centro di controllo di St. Jakob, in ragione del fatto che la struttura è dotata di video-wall e coperta da radiofrequenza, fattori che contribuiscono efficacemente a prendere decisioni coordinate e rapide. A causa della lunghezza del traforo dell'Arlberg, l'amministrazione locale fin dal 1978 ha optato per collocare una squadra di vigili del fuoco in servizio H24 7 giorni su 7 presso ciascuno dei due portali. Da allora il servizio è stato fornito dalla società di gestione, che ha provveduto a istituire ulteriori misure per la minimizzazione dei rischi quali la notifica obbligatoria delle merci pericolose e veicoli di scorta per trasporti di merci altamente pericolose. Come anticipato, l'intero corpus dei dispositivi tecnici di sicurezza nel traforo dell'Arlberg è stato rinnovato successivamente. Con la ricostruzione generale del periodo 2014-2017 sono state quindi soddisfatte tut-

te le specifiche richieste dalla direttiva 2004/54/CE. Dopo 36 anni di funzionamento, tutte le installazioni elettriche, come la videosorveglianza, la chiamata di emergenza, le apparecchiature wireless, gli allarmi antincendio nonché i sistemi di drenaggio della strada e linee d'acqua per l'estinzione degli incendi saranno di ultima generazione. Un sistema di nebulizzazione ad alta pressione sarà inoltre installato nella zona di transito del tunnel in modo da fornire un percorso di evacuazione sicuro in caso di incidente. L'intervento di riqualificazione ha incluso una serie di dispositivi, quali per esempio:



9a

9b

In case of an incident or accident in the road or the railway tunnel the reaction time can be essential for saving the casualties lives or minimize secondary damage. A well-defined procedure in handling the cooperation of fire brigade, rescue, police and the operation company is essential, though. For these purposes a coordinated "Alarm and rescue plan Arlberg Road Tunnel" was established. In case of a heavy accident within the Arlberg tunnel the Alarm and rescue plan aims to install the incident command of the external rescue organisations inside the control centre St. Jakob because of the provided infrastructure like video wall and radio frequency working places. This infrastructure helps all parties to come to coordinated and quick decisions.

Due to the length of the Arlberg tunnel the local government decreed a 24/7 fire brigade standby service at both portals in 1978. Since then this service has been provided by the oper-

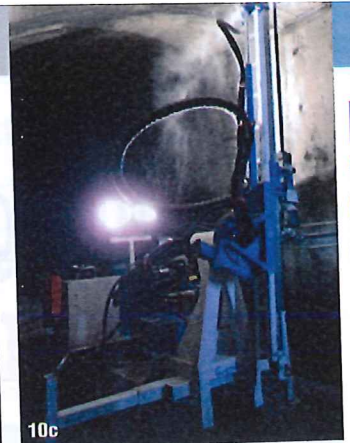
ating company. Obligatory notification of dangerous goods and escort vehicles for transports of highly dangerous goods are additional measures to minimize the risk. As mentioned before the standard of the technical safety equipment in the Arlberg tunnel was rebuilt successively. With the overall reconstruction 2014-2017 all specifications of the EU Directive 2004/54/EG have been met. After 36 years in operation, all electrical installations such as video surveillance, emergency call and wireless equipment, fire alarms as well as the road drainage systems and extinguishing water lines will be made state-of-the-art. A high-pressure misting system will be installed in the vehicular area of the tunnel in order to provide a safe evacuation route in the event of an incident. The refurbishment project includes the technical standard equipment such as:

- Ventilation system, video monitoring system with automatic detection, etc.

7. The cross-cuts are observed and controlled by the control centre at St. Jakob

8. Scheme of new evacuation routes

9a, 9b, 9c. Construction of evacuation route



10a, 10b, 10c. Ulteriori lavorazioni di riqualifica

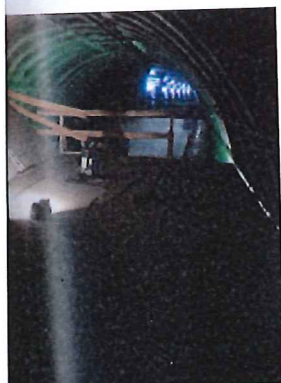
- Sistema di ventilazione, monitoraggio video con rilevazione automatica, ecc.
- Thermo-scanner (rilevamento di veicoli surriscaldati) davanti a entrambi i portali;
- Impianto anticendio fisso (ad alta pressione, con sistema water mist);
- Monitoraggio acustico del traforo;
- Percorso di evacuazione di sicurezza sul soffitto;
- Rifornimento energetico da due diversi operatori;
- Interconnessione tra tunnel stradale e ferroviario.

Il traforo stradale dell'Arlberg è un collegamento strategico, in special modo nella stagione invernale. Per questo, l'intervento di riqualificazione è stato diviso in più fasi, per ri-

- durre al minimo l'impatto sul traffico. Nel dettaglio:
- Autunno 2014-primavera 2015 (stop periodici del traffico notturni di fronte ai portali);
- Stagione estiva 2015 (chiusura totale per 6,5 mesi);
- Stagione invernale 2015-2016 (stop periodici del traffico notturni di fronte ai portali);
- Stagione estiva 2016 (stop periodici notturni del traffico davanti ai portali);
- Stagione invernale 2016-2017 (stop periodici notturni del traffico davanti ai portali);
- Stagione estiva 2017 (chiusura totale durante 5,5 mesi).

Conclusioni

Il ruolo dei principali collegamenti di trasporto all'interno della rete TERN (Trans European Network Road) si sta rivelando sempre più strategico. Nel caso del traforo dell'Arlberg ne abbiamo avuto riscontro diretto, per esempio, nel corso del Campionati europei di calcio UEFA "Euro08", essendo l'infrastruttura collocata lungo il principale corridoio di trasporto tra i due Paesi organizzatori, Svizzera e Austria. Più in generale, l'infrastruttura stradale rappresenta un fattore economico-sociale molto importante per l'intero sistema dei trasporti e proprio in virtù di questa rilevanza la sicurezza degli utenti stradali deve essere messa al centro delle scelte delle società di gestione, impegnate costantemente per migliorarne gli standard. ■■



10a, 10b, 10. More works of refurbishment

- But some units are particular worth mentioning:
- Thermo scanners in front of both portals (detection of overheated vehicles)
 - Fixed fire fighting system (high pressure water mist system)
 - Acoustic tunnel monitoring
 - Safe evacuation route over the inserted ceiling
 - Energy feed-in from two different electric power companies
 - Interconnection between road- and railway tunnel.

The Arlberg Road Tunnel represents a critical traffic link, especially in winter. Therefore the refurbishment project was divided into several phases to minimize the influence on traffic:

- Autumn 2014-spring 2015 (periodic stops of the traffic in front of the portals during the night);
- Summer season 2015 (total closure during 6,5 months);
- Winter season 2015-2016 (periodic stops of the traffic in front of the portals during the night);

- Summer season 2016 (periodic stops of the traffic in front of the portals during the night)
- Winter season 2016-2017 (periodic stops of the traffic in front of the portals during the night);
- Summer season 2017 (total closure during 5,5 months).

Conclusion

The importance of the main transport links within TERN (Trans European Road Network) is increasing. The example UEFA "Euro08" - where the Arlberg Road Tunnel was located on the main transport passage between the two organisational countries Switzerland and Austria - shows how significant transport links are.

The road infrastructure for individual traffic represents a very crucial economic factor. Therefore the safety of road users should never be neglected. ■■



Engineering Autostradale

Le sfide globali del Made in Italy

Antonino Galatà
Amministratore Delegato
Spea Engineering SpA



1. Il cantiere del ponte Komoro (Madagascar)
1. Komoro bridge worksite (Madagascar)



The "Made in Italy" Global Challenges

FROM THE ITALIAN EXPERIENCE TO THE INTERNATIONAL MARKETS. SPOTLIGHT ON THE ENGINEERING COMPANIES OF THE ATLANTIA GROUP AND ITS SHOP WINDOW OF RECENT SUCCESSES IN EUROPE, ASIA, AFRICA, AND AMERICA. ALL THANKS TO THE ITALIAN SCHOOL OF ENGINEERING AND A SKILFUL STRATEGY OF LOCAL COLLABORATIONS.

In addition to the results obtained from the construction of large-scale infrastructure in Italy, such as the design and direction of works for upgrading the toll highway network and in the airports sector (in this regard we would also recall the 2015 merger with ADR Engineering), in recent years Spea Engineering has also brought the value of the engineering of the Atlantia Group to the foreign markets, winning the support and trust of local institutions and funding bodies. After five years of intense work, Spea Engineering not only became established in more than 20 countries, activating 8 branches and a subsidiary in Brazil, but also brought itself to the attention of the markets as an over-

seas ambassador of Italian engineering, developing new sectors in addition to road/highway transport and promoting criteria for sustainable technical, economic, and environmental design.

Projects in Africa

In Africa, to be precise in Madagascar, Spea Engineering is working on the upgrade of the Kamoro bridge, a cable-stayed steel bridge 307.5m long that will enable five regions to be connected. In Kigali, the capital of Rwanda, during 2015 Spea developed a project to resolve flooding problems caused by



DALLE ESPERIENZE ITALIANE AI MERCATI INTERNAZIONALI. RIFLETTORI SULLA SOCIETÀ DI INGEGNERIA DEL GRUPPO ATLANTIA E ALLA SUA BACHECA DI RECENTI SUCCESSI, IN EUROPA, ASIA, AFRICA E AMERICA. MERITO DELLA SCUOLA ITALIANA DELL'ENGINEERING E DI UNA SAPIENTE STRATEGIA DI COLLABORAZIONI LOCALI.

2. Planimetria e rendering dell'intervento di Kigali (Rwanda)

2. Plan and render of the Kigali project (Rwanda)

Negli ultimi anni, oltre ai risultati ottenuti realizzando grandi infrastrutture in Italia, per esempio attraverso le progettazioni e le direzioni lavori per il potenziamento della rete autostradale e del settore aeroportuale (ricordiamo, a questo proposito, anche la fusione con ADR Engineering del 2015), Spea Engineering ha portato il valore dell'ingegneria del Gruppo Atlantia anche sui mercati esteri, riscuotendo consenso e fiducia da parte delle istituzioni locali, nonché degli enti finanziatori. Dopo cinque anni di intenso lavoro, Spea Engineering non solo si è affermata in oltre 20 Paesi, attivando 8 filiali e una società controllata in Brasile, ma si è imposta all'attenzione dei mercati come ambasciatore dell'ingegneria italiana all'estero sviluppando nuovi settori, oltre a quello dei trasporti stradali/autostradali, e promuovendo criteri di progettazione sostenibili dal punto di vista tecnico, economico e ambientale.

Progetti in Africa

Ma facciamo qualche esempio concreto. In Africa, per la precisione in Madagascar, Spea Engineering si sta occupando della riqualificazione del ponte Kamoro, un ponte strallato in acciaio lungo 307,5 m che permetterà di collegare cinque regioni. A Kigali, capitale del Rwanda, nel corso del 2015 Spea ha sviluppato un progetto per la risoluzione dei problemi di esondazione dovuta alla confluenza di due fiumi (Nyabugogo e Mpazi) in un quartiere cittadino urbanisticamente e infrastrutturalmente molto complesso. In Egitto, invece, nell'ambito di un accordo quadro con la BEI, Spea si è aggiudicata lo studio trasportistico del collegamento multimodale (strada e ferrovia)

di passeggeri e merci tra la zona economica del Canale di Suez e la grande regione del Cairo.

Dall'Europa all'Asia

Limitandoci in questa sede alle sole infrastrutture stradali, in Montenegro Spea ha ricevuto l'incarico di sviluppare due progetti: lo studio di fattibilità per la ricostruzione di strade locali e lo sviluppo di una strategia per la pianificazione della manutenzione e della sicurezza stradale. Se il Montenegro è una nuova frontiera, l'Albania rappresenta un mercato già consolidato, in ragione dei numerosi progetti già sviluppati negli ultimi anni da Spea: dalla consulenza per la pianificazione della manutenzione stradale basata sui livelli di servizio, con particolare attenzione al tema della sicurezza, al progetto di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada Tirana-Durazzo, dallo studio di fattibilità e progetto esecutivo del collegamento Thumanë-Vorë-Kashar allo sviluppo di un masterplan trasporti orientato all'eco-sostenibilità. In Macedonia Spea ha quindi supportato l'IFC (International Financial Corporation) con una consulenza tecnica per il Corridoio Paneuropeo 8. Sempre collaborando con l'IFC, Spea è arrivata fino in Ucraina e Kazakistan. Nel primo caso supportando il Governo nel determinare condizioni e rischi a cui potrebbe essere soggetta l'implementazione della tangenziale di Kiev, secondo un programma di PPP. Nel secondo, per offrire consulenza tecnica nell'ambito del progetto Bakad, attraverso cui il Ministero per gli Investimenti e lo Sviluppo ha programmato la revisione e la finalizzazione dei documenti di progetto per costruzione, finanziamento, gestione e manutenzione per ventennale dei nuovi 66 km della circonvallazione a 4/6 corsie

the confluence of two rivers (the Nyabugogo and the Mpazi) in an area of the city that is very complex from an urban planning and infrastructure viewpoint. In Egypt, within the framework agreement with BEI, Spea won the commission for the transport study relating to the multimodal (road and rail) passenger and goods connection between the Suez Canal Economic Zone and the greater Cairo region.

From Europe to Asia

Restricting ourselves to road infrastructure, Spea received the engagement to develop two projects in Montenegro: a feasibility study for the reconstruction of local roads and the development of a road maintenance and safety planning strategy. Whilst Montenegro is a new frontier, Albania is an already consolidated market, thanks to the many projects already developed there by Spea in recent years: from a consultancy for road maintenance planning based on levels of service, with particular attention to safety, the project for widening the Tirana-Durrës highway by adding a third lane, the feasibility study and execu-

tive project for the Thumanë-Vorë-Kashar connection, and the development of a transport master plan based on criteria of sustainability. Also in Macedonia, Spea supported the IFC (International Financial Corporation) with a technical consultancy for Pan-European Corridor VIII. Again in its collaboration with the IFC, Spea arrived as far as Ukraine and Kazakhstan: in the case of Ukraine, supporting the government to determine the possible conditions and risks associated with constructing the Kiev ring road on the basis of a PPP programme; in Kazakhstan, the provision of technical consultancy as part of the Bakad project, based on which the Ministry for Investment and Development programmed the revision and finalisation of the project documents for the construction, financing, management and 20-year maintenance of the new 66km of the 4/6 lane Almaty ring road, the first toll highway concession in Kazakhstan, for which investments of approximately 800 million dollars are expected to come from the private sector. Finally in Georgia, the executive project has been under preparation since the beginning of 2017 for 42km of highways in a mountainous zone (40 tunnels and 77 viaducts).





di Almaty, la prima concessione autostradale a pedaggio in Kazakistan, per la quale si prevede un investimento di circa 800 milioni di dollari da parte del settore privato. In Georgia, infine, da inizio 2017 è in corso la progettazione esecutiva di 42 km di autostrada in una zona di montagna particolarmente complessa dal punto di vista geologico e geotecnico (40 tunnel e 77 viadotti).

America Latina

In questo giro del mondo dell'engineering Made in Italy non poteva mancare il continente americano. Dal 2012, per esempio, sono operative in Brasile Spea do Brasil Projetos e Infra Estrutura Ltda, fondate con il duplice obiettivo di supportare le iniziative del Gruppo Atlantia nel Paese e di portare il know-how aziendale nel mercato locale e, in prospettiva, nell'intero Sud America. Per quanto riguarda il primo aspetto, Spea do Brasil fornisce servizi di ingegneria ad AB Concessões di San Paolo, a supporto dei piani di investimento delle concessionarie controllate. In particolare, sono stati recentemente sviluppati per la concessionaria Rodovia MG 050 SA-Nascentes das Gerais i progetti funzionali ed esecutivi relativi all'ampliamento dell'autostrada MG050. Contemporaneamente, attraverso la partecipazione a gare internazionali finanziate da banche multilaterali nel Paese, Spea si è aggiudicata in consorzio con società di ingegneria brasiliane, due importanti contratti: il primo nello Stato di San Paolo riguardante la DL per l'ammodernamento e il raddoppio delle opere del Programma Investimenti stradali di San Paolo, inserito nella Divisione regionale di Cubatão-DR.5; il secondo nello Stato di Bahia, per lo sviluppo del progetto definitivo e della DL di recupero e di manutenzione di un primo gruppo (IV) di Rodovie statali nell'ambito del programma di sviluppo Premar 2.

Qualità Made in Italy

Spea Engineering è dunque ritornata sui mercati esteri forte di esperienze e referenze Made in Italy di assoluto valore quali la Variante di Valico, l'ampliamento di diversi tratti autostradali, la Gronda di Genova, l'ammodernamento



dell'aeroporto di Fiumicino, i lavori per la costruzione del Molo C, sempre nello scalo romano. Accanto al consolidamento del know-how tecnico, è stato cruciale il processo di accreditamento presso diverse banche di investimento e altri organismi e istituzioni internazionali, nonché la definizione di importanti partnership con società locali. Un motivo di particolare soddisfazione: nei Paesi in cui si è trovata a operare, la società è stata richiamata per svolgere ulteriori attività. Su temi quali la consulenza sulle scelte di Partenariato Pubblico Privato o sulla definizione dei piani di *asset management*, Spea è inoltre considerata "partner preferenziale" per colossi di finanziamento multilaterale quali la Banca Mondiale o l'IFC. ■■

3. Grandi lavori autostradali in Brasile

3. Construction of a new motorway in Brasil



Latin America

Spea do Brasil Projetos and Infra-Estrutura Ltda have been operating in Brazil since 2012, having been founded for the twin purposes of supporting the initiatives of the Atlantia Group in Brazil and bringing its corporate know-how to the local market and, looking forward, to South America as a whole. In relation to the first of these two purposes, Spea do Brasil provides engineering services to AB Concessões of São Paulo as support for the investment plans of its controlled subsidiaries. In particular, the functional and executive projects for widening the MG050 highway were recently developed for the licensee Rodovia MG 050 SA-Nascentes das Gerais. At the same time by participating in international tender bidding contests funded by multilateral Brazilian banks, Spea won two important contracts in consortium agreements with Brazilian companies, of which the first is in the State of São Paulo for the site supervision to modernise and double the works of the São Paulo road investment programme in the Cubatão-DR-5 Regional Division, and of which the second is in the State of Bahia for developing the definitive pro-

ject and supervising the recovery and maintenance works for a first group (IV) of Rodovie highways.

"Made in Italy" Trademark

Spea thus returns to the foreign markets strengthened by experiences and references of absolute value that bear the "Made in Italy" trademark, such as the Variante di Valico deviation of the Italian A1 toll motorway, the Gronda system in Genoa, the modernisation of Rome Fiumicino airport, and the construction of Pier C. As well as consolidating the company's technical know-how, the accreditation process with various investment banks and other international bodies and institutions was crucial, as was the definition of important partnerships with local companies. One reason for particular satisfaction: the countries in which the company operates have called it back to carry out further activities. On topics such as consultancy on Public Private Partnership decisions or defining asset management plans, Spea is also considered a "preferred partner" for multilateral financing giants like the World Bank or the IFC. ■■



Contratti Design&Built

La riqualificazione della Interstate 405

Mario Mancini
Responsabile Comunicazione
Tecnica di Progetto
Astaldi SpA

ASTALDI SI AGGIUDICA IL CONTRATTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA I-405, UNA DELLE AUTOSTRADE PIÙ CONGESTIONATE DELLA CALIFORNIA (USA). IL PROGETTO PREVEDE L'AUMENTO DELLE CORSIE, IL MIGLIORAMENTO DI 12 SVINCOLI, L'ALLARGAMENTO DI TUTTI I 35 PONTI E LA COSTRUZIONE DI UN NUOVO CASELLO.



The Improvement of the Interstate 405

ASTALDI HAS BEEN AWARDED THE IMPROVEMENT OF I-405, ONE OF THE MOST HEAVILY TRAVELLED INTERSTATES IN CALIFORNIA, USA. THE SCOPE OF WORK INCLUDES ADDING NEW LANES, IMPROVING 12 INTERCHANGES, WIDENING OF ALL 35 EXISTING BRIDGE AND CONSTRUCTING A ADDITIONAL TOLL STATION.

Astaldi Construction Corporation (ACC), a company fully owned by Astaldi SpA, was recently awarded, in a Joint Venture with OHL, the Design and Build contract worth \$1,217k for the improvement of the I-405 in the Orange County, California. ACC participating interest in the Joint Venture (the OC 405 Partners) is 40%. The Orange County Transportation Authority (OCTA) in cooperation with the California Department of Transportation (Caltrans) is widening the San Diego Freeway, between State Route 73 (SR-73) and Interstate 605 (I-605). The I-405 is a high trafficked freeway carrying more than 300k

vehicles trips in some sections each day. A 2013 report prepared by FHWA states that near the border of Orange and Los Angeles Counties, the I-405 had the highest average annual daily traffic of any freeway in the nation. Therefore the purpose of the improvement project is to address the current deficiencies on the I-405 corridor. The overall length of the I-405 equals 72 miles, 24 miles being located in the Orange County and the remaining 48 miles in the Los Angeles County. The Project will improve 16 miles of the I-405 between the SR-73 freeway in Costa Mesa and the I-605 freeway near the Los Angeles County line and it includes adding

1. Traffic on the existing I-405
2. The US Interstate enlarged (rendering)



- 1. Traffico sulla I-405 esistente
- 2. L'Intestatale USA ampliata (rendering)
- 3. Tracciato del tratto sottoposto a intervento
- 4. Schemi di riqualificazione

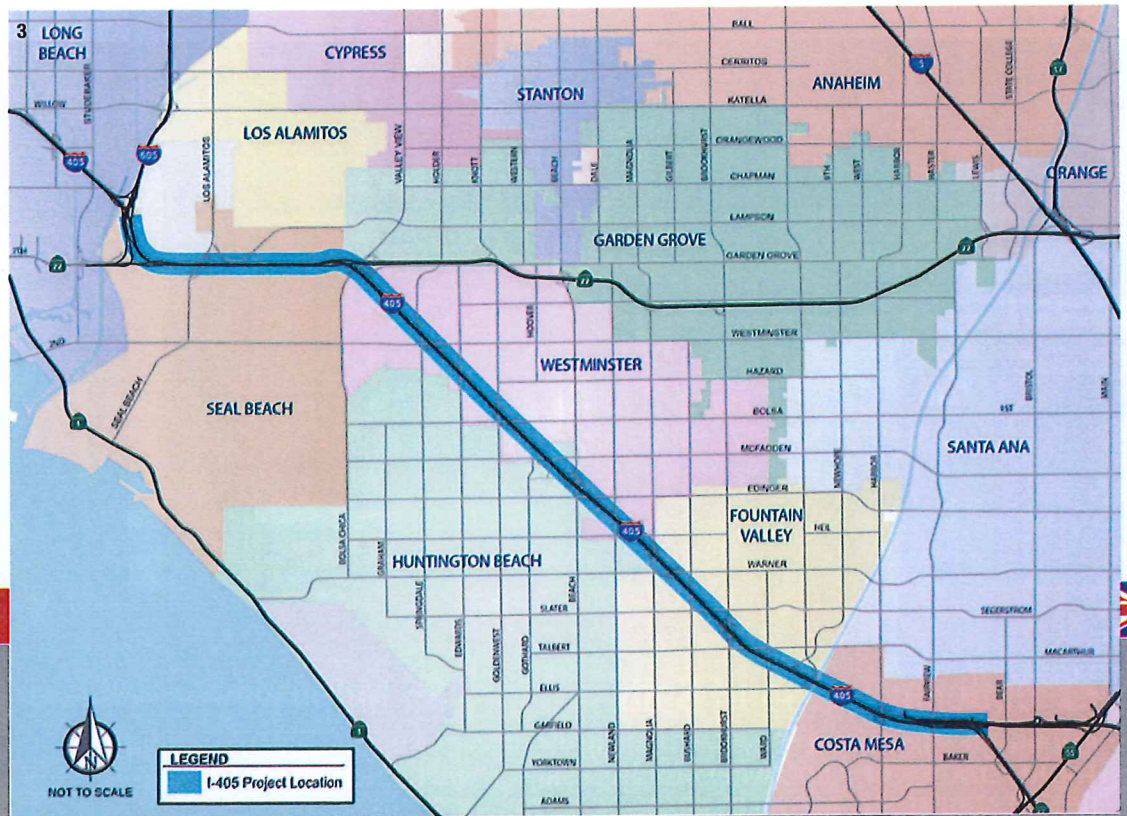
Il Gruppo Astaldi, per il tramite della sua partecipata al 100% Astaldi Construction Corporation (ACC), si è aggiudicato il contratto da eseguire con formula Design & Build da 1,2 miliardi di dollari della I-405, un progetto di riqualificazione autostradale di una delle autostrade più congestionate della Orange County in California. La Transportation Authority di Orange County (OCTA) e il Dipartimento dei Trasporti della California (CALTRANS) stanno ampliando la San Diego Freeway (I-405) tra State Route 73 (SR-73) e Interstate 605 (I-605). La I-405 ha 24 miglia nell'Orange County e 48 miglia nel Los Angeles County. È in pratica considerato un percorso di bypass tra la Santa Ana e la Golden State Freeway (I-5). La I-405 serve le comunità della zona settentrionale dell'Orange County, comprendenti le città di Costa Mesa, Fountain Valley, Huntington Beach, Westminster, Garden Grove, e Seal Beach.

Anche la comunità di Rossmoor, al di fuori dell'Orange County e la famosa base navale Navy's Seal della Mari-

na degli Stati Uniti sono ugualmente servite dalla I-405. Il progetto si prefigge di migliorare 16 miglia (circa 26 km) di interstatale I-405, molto trafficata con 300mila veicoli al giorno. Lo scopo del lavoro includerà l'aggiunta di una regolare corsia in ogni direzione da Euclid Street alla I-605 e miglioramenti per gli accessi autostradali e le uscite per un totale di 12 caselli e l'allargamento di tutti i 35 ponti esistenti. Inoltre, il progetto comprenderà la costruzione di un casello aggiuntivo espresso nelle due direzioni tra la SR-73 e la SR-22 che fornirà un'alternativa veloce e affidabile per gli automobilisti.

I lavori, commissionati da OCTA, saranno finanziati con leggi locali, statali e fondi federali. Le opere avranno una durata di 6 anni con consegna a gennaio 2023 e una garanzia di 12 mesi sull'opera, saranno eseguite in Joint Venture con il gruppo spagnolo OHL USA che detiene una quota del 60% della JV. È previsto l'impiego per diversi anni fino a un massimo di 370 persone tra tecnici e manodopera. ■■

L'ESCLUSIVO

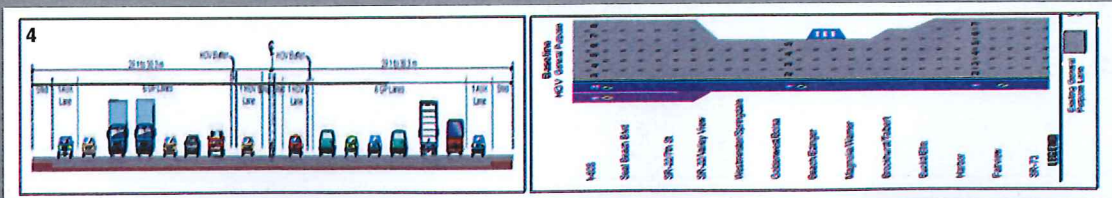


one regular lane in each direction from Euclid Street to I-605 and making improvements to freeway entrances, exits and bridges. The project will also include the construction of two toll lanes in each direction between SR-73 and I-605, which will be combined with the existing high-occupancy vehicle lanes to create dual express lanes in each direction for this stretch of I-405. The cities of Costa Mesa, Fountain Valley, Huntington Beach, Westminster, Garden Grove, Seal

Beach and the community of Rossmoor are within the area where the work will be carried out. The Project is funded by a combination of local, state and federal funds. The Project will be completed within 6 years with a warranty of one year after the project completion. The works are expected to be substantially completed by early 2023. Construction works will commence in early 2018 with a peak of workforce directly employed by the JV of approximately 370 unit. ■■

3. Road segment object of the works

4. Improvement projects



Nuove Tecnologie

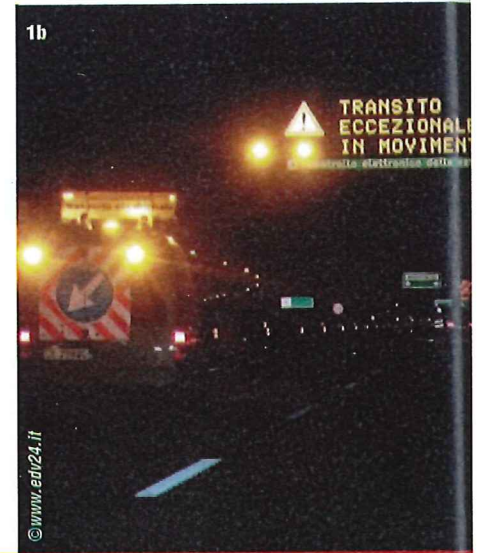
SW trasporti eccezionali per l'autostrada A35

A cura di Sineco SpA

TRA LE INNOVAZIONI PIÙ SIGNIFICATIVE SVILUPPATE DA SINECO VA MENZIONATA LA REALIZZAZIONE DI UNO SPECIFICO APPLICATIVO PER LA VERIFICA DELLA TRANSITABILITÀ SULLA PIATTAFORMA AUTOSTRADALE DI CARICHI DI DIMENSIONI E MASSA ECCEZIONALI. IL PRODOTTO È STATO PERSONALIZZATO PER LA BREBEMI.



1a



1b



Exceptional Transport Software for A35 Motorway

AMONG THE MOST NOTABLE INNOVATIONS DEVELOPED BY SINECO WE CAN MENTION THE REALIZATION OF A SOFTWARE FOR THE VERIFICATION OF TRANSITABILITY OF EXCEPTIONAL SIZE AND MASS LOADS ON MOTORWAYS. THE SOFTWARE WAS CUSTOMIZED FOR BREBEMI MOTORWAY.

Among the most notable innovations developed by Sineco's engineering we find the realization of a software for the verification of transitability of exceptional size and mass loads on motorways. The software - called ETS (Software Transports) - was customized and implemented for the new "direct" Brescia-Bergamo-Milan motorway. The submitted solution is a web-application, available for common web-browsers (Internet Explorer, Chrome, etc.) and structured in the following integrated modules:

- registry of civil works and construction sites;
- registry of exceptional transport (company, weights, geometry, number of axis, etc.);
- verification of geometric exceptional transits compared to track shape limits (free-board overpasses, platform width, etc...);
- verification for structural works affected by exceptional transport; processing is done by a Finite Element Method diagram (FEM);

1. Exceptional Transport (and related infrastructures) controlled thanks to this technology
2. The solution is an online application
3. Thanks to these initiatives as well, BreBeMi is a motorway with high innovation levels
4. A module of the application



1. Transiti eccezionali (e sottostanti infrastrutture) sotto controllo grazie alla tecnologia

2. La soluzione è un applicativo utilizzabile via web

3. A35 Brebemi, anche grazie a queste iniziative, si colloca come un'autostrada ad alto tasso di innovazione

4. Un modulo dell'applicativo

5. Il software è gestito da un server e controllato in remoto

2 **Brebemi**
Trasporti Eccezionali

HOME INSERIMENTO DATI ELABORAZIONI GESTIONE UTENTI LINK ESTERNI

Dettagli Trasporto

Anagrafica regione/Locato: ...
 descrizione: ...
 #ATATrasporto: ...

Mapa Costruzioni S.p.A.
 Trasporto di STATORE
 30/01/2014 00:00:00

Casello: ...
 Castello1

INIZIO Brebemi
 Casello/Trasporto Oper

Dimensioni
 peso50KN: ...
 peso: 64.35 ton
 larghezza: 2.60
 altezza: 4.50
 lunghezzaTot: 16.37
 numeroAssi: 6

ibridaAnteriore: 2.00
 ibridaPosteriore: 2.00
 larghezzaPonte: 0.36
 altezzaPonte: 0.25
 interassePonteTrav: 2.00

Dati di Carico

Idistanza	Pos	Peso
0.00 m	1	6.27 ton (60.958 kN)
0.36 m	2	12.46 ton (122.01 kN)
0.72 m	3	11.63 ton (111.918 kN)
1.08 m	4	11.63 ton (111.918 kN)
1.44 m	5	11.63 ton (111.918 kN)
1.80 m	6	11.63 ton (111.918 kN)
12.60 m		64.35

Modifica Anagrafica del Trasporto | Modifica Carico del Trasporto | Torna All'elenco

Tra le innovazioni più significative sviluppate dall'area ingegneria di Sineco rientra la realizzazione di uno specifico applicativo software per la verifica della transitabilità sulla piattaforma autostradale di carichi di dimensioni e massa eccezionali. Il prodotto - denominato STE (Software Trasporti Eccezionali) - è stato personalizzato e implementato per la nuova "direttissima" autostradale Brescia-Milano. La soluzione proposta è una web-application, accessibile con un comune web-browser (Internet Explorer, Chrome, ecc.), strutturata nei seguenti moduli tra loro integrati:

- modulo anagrafica opere civili e cantieri;
- modulo anagrafica del trasporto eccezionale (azienda, pesi, geometria, numero di assi, ecc.);
- modulo di verifica geometrica dei transiti eccezionali rispetto alle sagome limiti presenti sul tracciato (franchi-cavalcavia, larghezze di piattaforma, ecc.);
- modulo di verifica strutturale delle opere d'arte interessate dal trasporto eccezionale; l'elaborazione avviene mediante una schematizzazione della struttura agli elementi finiti (FEM);
- modulo di verifica al transito, nell'ipotesi di imporre una velocità ridotta di percorrenza;
- modulo di gestione degli utenti e delle autorizzazioni.

Le eventuali criticità riscontrate vengono dettagliate sia su un report finale, in formato pdf, sia visualizzate su una mappa Google con possibilità di filtrare la visualizzazione in base alla tipologia di opera (di default sono attivi gli Svincoli/Caselli) e all'esito della verifica, oltre alla possibilità di mostrare o meno il percorso.



3

4 **Brebemi**
Trasporti Eccezionali

HOME INSERIMENTO DATI ELABORAZIONI GESTIONE UTENTI LINK ESTERNI

Elenco Opere

Visualizzazione: Mappa Satellite

Tabella delle Opere

id	descrizione	progressiva	latitudine	longitudine	tipo	modalità	commenti	Modifica
BR000	INIZIO Brebemi	-1	45.51	10.00	CASALELLO			Modifica
GA001	Galleria artificiale Svincolo SP 19 (Opera di competenza BSA)	0	45.51	10.00	GALLERIA	GA_01		Modifica
SV001	Galleria Artificiale L'CDIR - su Svincolo SP 19	0	45.51	10.00	GALLERIA	GA_02	sottopila a vista come doc. annesso	Modifica
SO001	Sottopila Rampa doppia senso SV SP 19 - (CAVALCAVIA)	1	45.51	0.89	SOTTOPIVA	SV_01		Modifica
TO001	Tombino Area Principale 2.50x3.50 prop. 0+500	405	45.51	9.99	TOMBINO			Modifica
GA001	Galleria artificiale SP 19 alla pk. 0+480.00 dell'Asso TRASSI	400	45.51	9.98	GALLERIA	GA_03	NON CONSIDERARE?	Modifica
SO003	Tombino Area Principale 1.50x1.50 prop. 0+480 (Opera Integrata di competenza BSA)	617	45.51	9.98	TOMBINO	TO_04		Modifica
SO005	Sottopila 8.20x12.20 S.C. CAZZANO S. MARTELLIO prop. 0+780 (Opera Integrata di competenza BSA)	605	45.51	9.97	SOTTOPIVA	SV_02		Modifica

5. The software is managed via server and remotely controlled

- verification on transit, assuming the imposition of a reduced cruising speed;
 - managing users and permissions.
- Any encountered problems are detailed on either a final re-

5 **Brebemi**
Trasporti Eccezionali

HOME INSERIMENTO DATI ELABORAZIONI GESTIONE UTENTI LINK ESTERNI

Importa Opere tramite CSV

Seleziona il file CSV

Studia OK

Torna All'elenco

Seleziona il file da cercare

Desktop

Organizza Nuova cartella

Predefinito Desktop Cartella di sistema

Download Download Cartella di sistema

Risorse recenti Risorse recenti

Raccolte Raccolte Cartella di sistema

Gruppo home Gruppo home Cartella di sistema

Icone Predefinite Icone Predefinite Cartella di sistema

Computer Computer Cartella di sistema

Gruppo home Gruppo home

Foto Foto Cartella di sistema

Computer Computer

Disco locale (C:) Disco locale (C:)

Assistenza on-line Assistenza on-line Collegamento Internet 333 Byte

Home file Tutti i file (*)

Apri Annulla

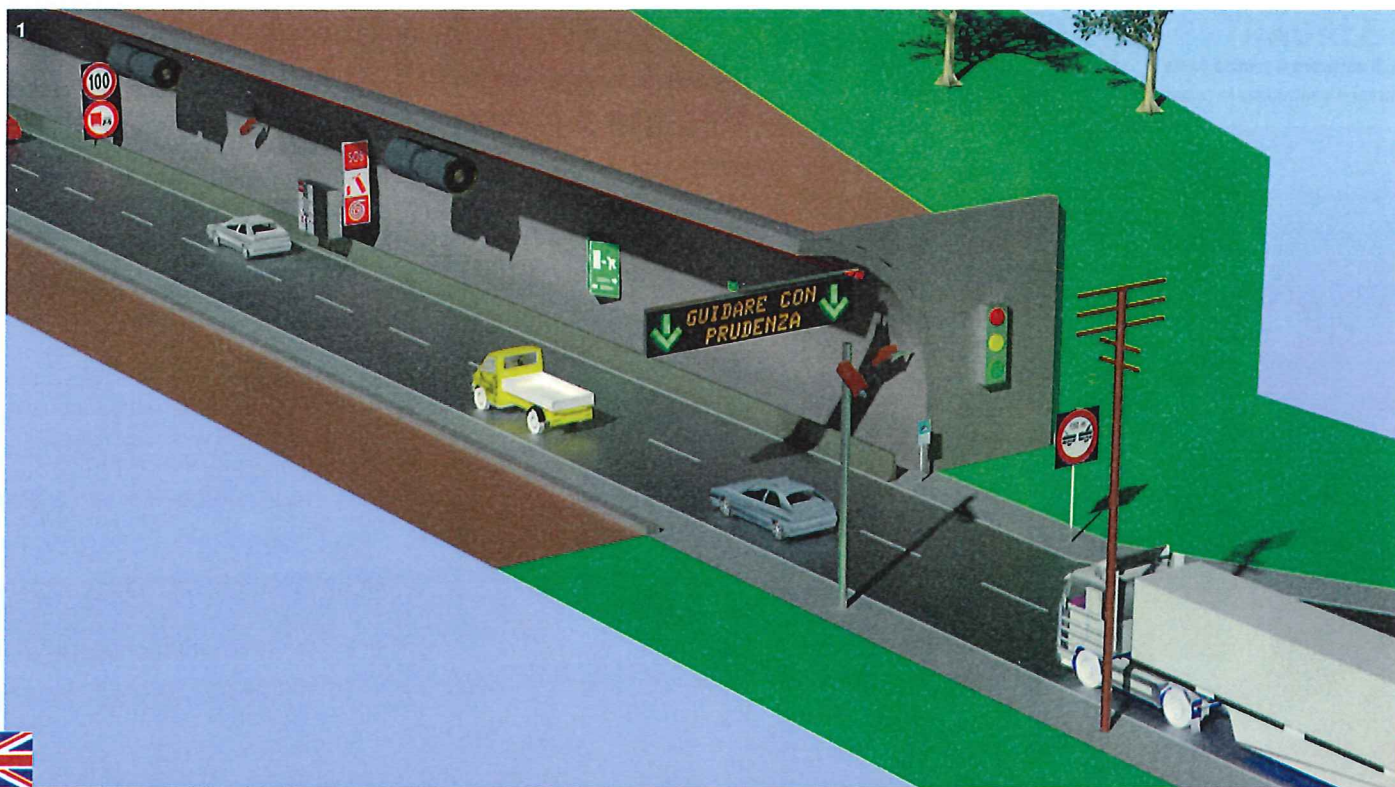
port, (in .pdf format), or displayed on a Google map with the possibility to set the view according to the type of work (Highways/toll are active by default) and to the result of the assessment. It also gives the possibility to show or not show the path.



Road Safety

Lo Smart Tunnel nel progetto della sicurezza

Alessandro Focaracci
Prometeoengineering.it



The Smart Tunnel in the Safety Project

FOCUS ON THE OPERATIONAL MEASURES IN THE SMART TUNNEL TO SECURE THE TUNNELS AND ACCORDING TO THE EUROPEAN DIRECTIVE 54/2004/CE REDUCING COSTS AND GRANTING THE SAFETY LEVEL REQUESTED.

Regarding the European Directive 2004/54/CE about safety measures in the tunnels of the Trans European Road Network (TERN), the clarifications between the European Commission and the Italian Ministry of Infrastructure and Transport have allowed to specify the application criteria of the "operational measures" as an alternative to the "structural solutions" where there are proven economic, transport, social or environmental issues. The possibilities of derogation from the minimum requirements established by the Directive

are specified at the articles 3.2, 14 and at the paragraph 1.2.1 of the Annex 1:

- If it is impossible to adopt a structural solution or it can be realized only with a disproportionate cost, the Administrative Authority may accept alternative risk-reduction measures that result in equivalent or improved protection but only if their efficiency is proved by a specific risk analysis;
- The Administrative Authority may authorize the use of innovative techniques that result in equivalent or improved

1. Smart Tunnel



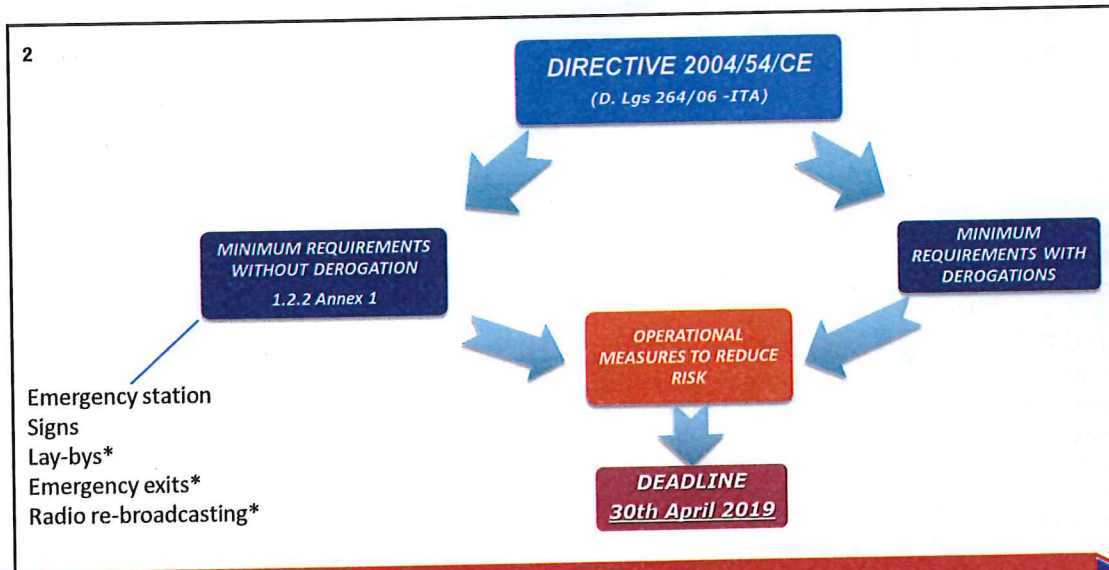
RIFLETTORI SULLE MISURE GESTIONALI DA ADOTTARE ALL'INTERNO DEGLI "SMART TUNNEL" DEFINITE CON L'OBIETTIVO DI METTERE IN SICUREZZA LE GALLERIE STRADALI AI SENSI DELLA DIRETTIVA 54/2004/CE, CONTENENDO I COSTI E GARANTENDO IL LIVELLO DI SICUREZZA PREVISTO.

Con riferimento alla Direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete TERN, i chiarimenti tra la Commissione Europea e il Ministero Italiano delle Infrastrutture e dei Trasporti hanno permesso di precisare i criteri di applicazione delle misure operative o gestionali, come alternativa alla realizzazione di "misure strutturali", laddove sussistano "motivate problematiche di ordine economico, trasportistico, sociale ed ambientale". Le possibilità di deroga dai requisiti minimi della Direttiva sono contenute all'articolo 3.2, all'art. 14 e al punto 1.2.1 dell'Allegato 1:

- qualora gli interventi strutturali non possano essere realizzati o lo siano solo a un costo sproporzionato l'Autorità Amministrativa può accettare misure alternative di riduzione del rischio che forniscano un livello di sicurezza accresciuto o equivalente e la cui efficienza sia dimostrata attraverso un'opportuna analisi di rischio;
- l'uso di innovazioni tecnologiche che forniscano un livello equivalente o maggiore di protezione rispetto alle attuali tecnologie deve essere autorizzato dall'Autorità Amministrativa;
- può essere consentito discostarsi in misura limitata dai re-

1. Smart Tunnel

2. Quadro normativo



2. Regulatory Framework

protection respect to the current technologies;

- Limited derogation from the minimum requirements may be allowed if there are imperative reasons and the alternative measures can ensure at least an equivalent risk of safety proved by a specific risk analysis.

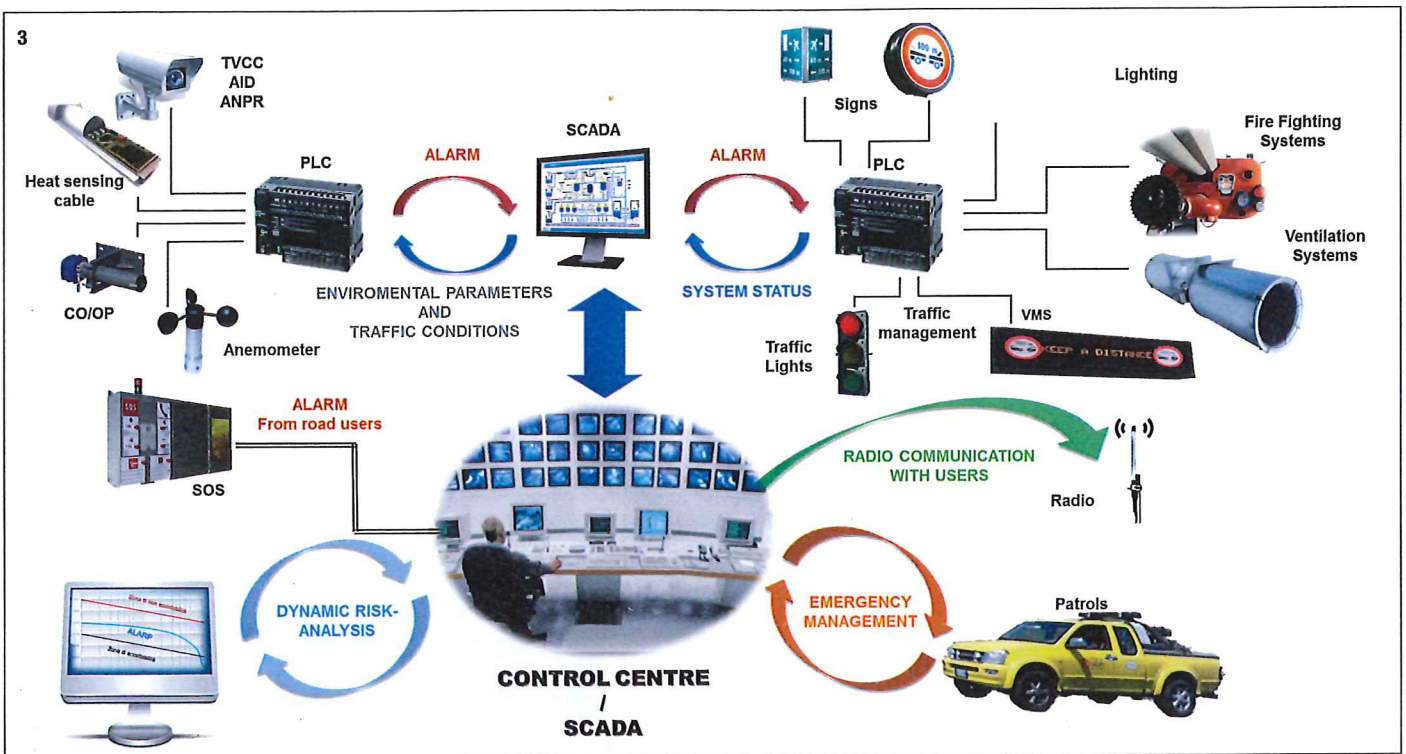
Structural Difficulties

The operational measures are particularly needed in the Italian context, in which the works aimed at ensuring the minimum structural requirements may have considerable difficulties of realization, also due to the unfavorable orographic situation of the Italian motorway network, with many tunnels in sequence that, without alternative routes, if simultaneously submitted to the upgrading works would cause a paralysis of the traffic with following economic and social costs on the territory.

The Smart Tunnel

The Smart Tunnel allows the realization of many operational measures through the installations of advanced systems and sensors like traffic lights, lane control signal light, variable message sign (VMS), temperature sensors, smoke detectors, SOS emergency station and radio system, linked to a control centre. In case of an emergency, for example, all vehicles in the tunnel can be detected through the CCTV system (AID and ANPRI), linked to the control centre, and it is possible to provide immediately the needed information for a timely and effective intervention.

The signals from the sensors and the systems are sent to a SCADA for the control, the monitoring and the acquisition of data and from it the signals are then sent to the control centre or to another SCADA in a completely automatic management. Thanks to the Smart Tunnel the presence of



requisiti minimi, qualora ci siano ragioni imperative e le misure alternative siano tali da garantire un livello di sicurezza almeno equivalente e ciò sia dimostrato attraverso un'opportuna analisi di rischio.

Le difficoltà negli interventi strutturali

Le misure operative sono particolarmente necessarie nel contesto italiano in cui gli interventi volti a garantire i requisiti minimi strutturali possono incontrare notevoli difficoltà di realizzazione dovute anche ad una situazione orografica spesso sfavorevole della rete autostradale italiana, con numerose gallerie in sequenza che, in man-

canza di itinerari alternativi, se sottoposte contemporaneamente ai lavori di adeguamento provocherebbero una paralisi del traffico con conseguenti costi economici e sociali sul territorio.

Lo Smart Tunnel

Lo Smart Tunnel consente la realizzazione di numerose misure gestionali attraverso l'installazione di impiantistica e sensoristica avanzata come semafori, indicatori di corsia, pannelli a messaggio variabile, sensori di temperatura, sensori di opacità dell'aria, stazioni di emergenza SOS e sistemi per la ritrasmissione radio, connessi con il centro di controllo. At-

3. Procedure "Smart Tunnel"



patrols and fire fire-fighting points can be even more effective because any emergency situation can be quickly detected and the needed measures can be promptly adopted in order to close the tunnel, stop the traffic, ease the evacuation of the users and intervening on the fire as soon as possible reducing considerably the proportion of the emergency.

According to the expected level of risk, preventive measures like speed limits, minimum distance among vehicles and prohibition of overtaking for heavy vehicles can be planned, but above all protective measures such as firefighting points, patrols and the presence of a control centre (particularly useful when it is not required by law) need to be implemented in order to minimize the consequences of an event. The principal tasks of the firemen that operate in the firefighting point or through the pa-

trols are the fast intervention in case of emergency and the collaboration with the control centre to ease the emergency vehicles and help to tunnel evacuation.

Moreover in a Smart Tunnel the lack of the drainage system for hazardous liquids can be compensated by detecting the transit of the heavy goods vehicles through the ANPR CCTV (Automatic Number Plate Recognition) and alerting the patrols through the control centre, in order to accompany the transit of the dangerous goods. At the same time, the road users are alerted through the VMS about the transit of the dangerous goods vehicle in order to pay more attention and respect speed limits and minimum distance. Therefore the technological innovation of a Smart Tunnel allows to reach high levels of safety through low costs and to know, in real time, what happens inside the tunnel (environmental conditions, traffic data and systems status)

3. Smart Tunnel Processes

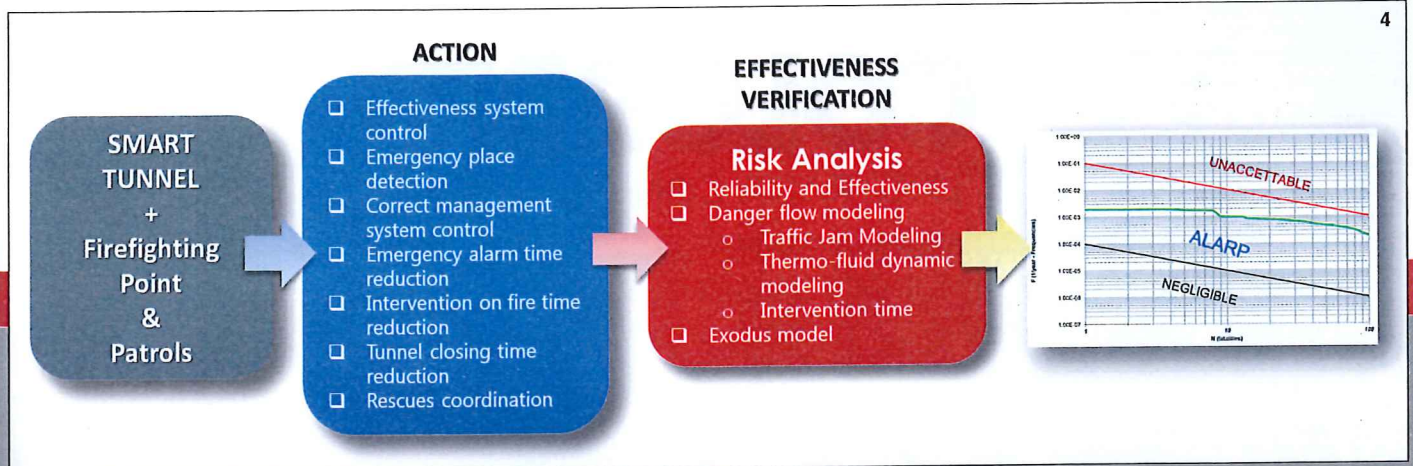
traverso le telecamere a circuito chiuso (TVCC AID e TVCC ANPR), collegate con il centro di controllo, è possibile individuare tutti i veicoli all'interno della galleria e in caso di emergenza, fornire immediatamente le informazioni necessarie per un intervento tempestivo ed efficace. I segnali della sensoristica e sullo stato degli impianti sono inviati a uno SCADA per il controllo degli impianti, la supervisione e l'acquisizione dati che li trasmette al centro di controllo operativo, o ad un altro SCADA per una gestione totalmente automatica. Grazie allo Smart Tunnel, è ancora più efficace la presenza di pattugliamenti e/o presidi antincendio poiché ogni situazione di emergenza può essere rilevata in tempi rapidissimi e si possono adottare tempestivamente i provvedimenti per chiudere la galleria, bloccare il traffico, facilitare l'evacuazione degli utenti e intervenire rapidamente sull'incendio riducendo notevolmente le proporzioni dell'emergenza. In funzione del livello di rischio atteso, si prevedono misure preventive come i limiti di velocità, la distanza di sicurezza e il divieto di sorpasso per i mezzi pesanti, ma soprattutto misure di protezione delle conseguenze come il presidio antincendio, il servizio di pattugliamento e il centro di controllo che può essere una misura integrativa di efficacia notevole specie se utilizzato nei casi in cui non è previsto per obbligo di legge. Le mansioni principali delle squadre antincendio operanti nei presidi o nel servizio di pattugliamento sono quelle di primo intervento in caso di emergenza, e di collaborazione con il centro di controllo per facilitare l'intervento dei mezzi di soccorso e ausilio all'evacuazione della galleria. Nello Smart Tunnel, è possibile, ad esempio, compensare l'assenza del drenaggio dei liquidi infiammabili rilevando il transi-

to delle merci pericolose attraverso la lettura delle targhe ADR ed allertando, attraverso il centro, il pattugliamento perché scorti il transito della merce pericolosa. Contestualmente, gli utenti saranno avvisati del transito delle merci attraverso i Pannelli a Messaggio Variabile (PMV), per una maggior cautela e ricordando il rispetto dei limiti di velocità e delle distanze di sicurezza. Lo Smart Tunnel, grazie all'innovazione tecnologica, consente di raggiungere livelli di sicurezza elevati attraverso costi contenuti e di conoscere in tempo reale ciò che avviene all'interno della galleria (condizioni ambientali, dati di traffico e stato degli impianti) per valutare - attraverso un'analisi di rischio dinamica - il livello di rischio in galleria e applicare le misure operative necessarie a garantire la sicurezza in esercizio anche in condizioni di funzionamento degradato degli impianti.

Analisi di rischio e misure operative

In quest'ottica, è fondamentale redigere un'analisi di rischio attraverso un metodo adeguato che consideri e analizzi le misure gestionali integrative. Il metodo IRAM, conforme alla Normativa italiana (D.Lgs. 264/2006), attraverso l'analisi dell'incidentalità, l'albero degli eventi, le simulazioni termofluidodinamiche e gli scenari di esodo su numerosi scenari consente di considerare l'impatto delle misure gestionali nella valutazione del rischio come confermato dal PIARC nel report del 2012, in cui è riportato che il metodo IRAM "consente la selezione delle misure di sicurezza alternative da adottare quando non è possibile implementare tutti i requisiti minimi relativi al tunnel esaminato, [...] è conforme alle prescrizioni ADR e permette la valutazione del rischio sociale". ■■

4. Analisi di rischio e misure operative



4. Risk Analysis and operational measures

to evaluate - through a dynamic risk-analysis - the level of risk of the tunnel and apply the operational measures in order to ensure the safety even in case of degraded condition of the systems.

Risk Analysis and Operational Measures

In this context, it is critical to develop a risk analysis through an appropriate method that considers and analyzes the additional operational measures. The IRAM (Italian Risk Analysis Method) method, compliant with the Ital-

ian legislation (D. Lgs. 264/2006) through the accident rate analysis, the event tree analysis, the thermo-fluid dynamic simulations, and the exodus scenarios for many different scenarios allows to consider the impact of operational measures in risk assessment as confirmed by PIARC in the report of 2012, in which it is stated that the IRAM method "allows the selection of the proper additional safety measures to adopt when it is not possible to implement all the minimal requirements related to the examined tunnel, [...], it is compliant with the ADR prescriptions and allows the evaluation of the social risk". ■■