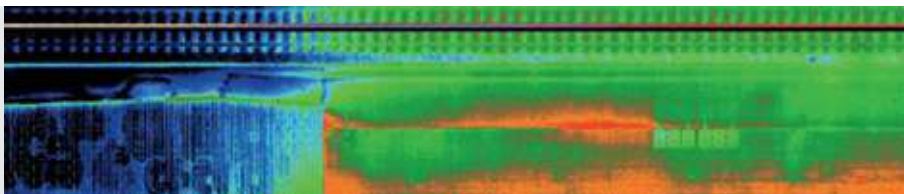




**STRADE E AUTOSTRADE  
ROADS AND MOTORWAYS**



**AEROPORTI  
AIRPORTS**



**FERROVIE  
RAILWAYS**



**BENI ARCHITETTONICI MONUMENTALI  
ARCHITECTURAL AND HISTORIC MONUMENTS**



**ALTRI SETTORI  
OTHER SECTORS**

# CASE HISTORY

 Casa Editrice *la fiaccola* srl  
20123 Milano - Via Conca del Naviglio, 37  
Tel. 02 89421350 - Fax 02 89421484  
www.fiaccola.com - e-mail: direzione@fiaccola.it

A cura di / *Edited by*  
Fabrizio Apostolo

Progetto editoriale / *Publishing project*  
Lucia Saronni

Coordinamento editoriale / *Editorial coordination*  
Sergio Rossi, Giacomo Pellicano, Marco Pagani

Segreteria di redazione / *Editorial secretary*  
Ornella Oldani

Traduzioni / *Translation*  
Elisa Achiluzzi

Progetto grafico e impaginazione / *Design project and paging*  
Vincenzo De Rosa

Stampa / *Print*  
Colorshade - Peschiera Borromeo (MI)



**Sede Legale**  
Viale Isonzo, 14/1 - 20135 Milano  
sina@sina.co.it

**Laboratorio prove di Tortona**  
Strada Comunale Savonesa, 9 - 15050 Rivalta Scrivia (AL)  
tel. 0131.86.02.16 - fax 0131.86.02.26  
tortona@sina.co.it

www.sinaing.it

Finito di stampare settembre 2015 / *Printed in September 2015*

STRADE E AUTOSTRADE  
ROADS AND MOTORWAYS

14

AEROPORTI  
AIRPORTS

120

FERROVIE  
RAILWAYS

160

BENI ARCHITETTONICI MONUMENTALI  
ARCHITECTURAL AND HISTORIC MONUMENTS

178

ALTRI SETTORI  
OTHER SECTORS

192

## Engineering, la rete high-tech che fa rivivere tutte le reti

Una rete sotto le reti. Quelle che compongono le infrastrutture stradali, ferroviarie e aeroportuali. Una rete fatta di uomini e di tecnologie, due "fattori" che non possiamo pensare di considerare separatamente e la cui azione combinata e avveduta si trasforma in un moltiplicatore di valore, così ci insegna la storia della scienza e della tecnica. Una rete che ha le sue radici in Italia – patria della prima autostrada del mondo, Paese europeo con il maggior numero di gallerie, nonché nazione con più siti patrimonio dall'Unesco worldwide – ma che ha già avuto modo di mostrare il suo potenziale in ogni angolo del pianeta, dalla Vecchia Europa al Medio Oriente, alle Americhe. Mi sto riferendo al network delle attività svolte da Sineco, società di engineering del Gruppo ASTM che mi onoro di amministrare, che negli ultimi anni ha saputo premere come pochi, a detta di molti addetti ai lavori, l'acceleratore della qualità e soprattutto dell'efficacia dei propri interventi operativi, ascrivibili, ricordiamolo, al campo dell'ingegneria del controllo delle opere d'arte infrastrutturali. Soltanto qualche esempio: Sineco, che fa parte di un primario gruppo industriale attivo nella costruzione e gestione di autostrade in concessione, è stata tra i protagonisti del recente potenziamento autostradale della Lombardia, concretizzato in nuove opere viarie quali la BreBeMi (le sue cave sono state monitorate impiegando le tecnologie laser di Sineco) o la Pedemontana (di cui abbiamo curato il piano di monitoraggio ambientale), ma anche in manutenzioni straordinarie come quella che ha riguardato l'aeroporto internazionale di Bergamo Orio al Serio (qui Sineco ha effettuato un costante monitoraggio prestazionale sulle nuove pavimentazioni "airside"). La Società, inoltre, ha avuto modo di mettere alla prova i propri sistemi di rilievo ad alto rendimento anche nell'ambito di importanti interventi ben al di là dei confini italiani, monitorando, per esempio, le autostrade del Brasile o le pavimentazioni dell'aeroporto di Doha, in Qatar. Ed entrando così a buon diritto nel novero delle aziende del Made in Italy che sanno far parlare, e decisamente bene, di sé.



Da Milano al mondo, dunque, per un viaggio che ha come "piloti" figure professionali ad alta specializzazione e come "mezzi di trasporto" gli strumenti più avanzati in questo specifico ambito, esito di ricerca, sviluppo e di un'attenzione manageriale che spinge Sineco da un lato a progettare soluzioni in house e, dall'altro, a stringere partnership con le realtà più innovative del mercato. È nata da questo approccio – che mette in rete uomini e tecnologie, ma anche innovazione e gestione – l'avventura high-tech del Laser Mobile Mapper, il rilievo dinamico con laser scanner che ci ha permesso di andare "oltre" le infrastrutture di trasporto per esplorare, in velocità e qualità, interi territori a tre dimensioni: siti industriali, centri storici, beni architettonici e monumentali. La tecnologia laser, inoltre, abbinata alle molteplici ulteriori tecnologie che l'azienda impiega tradizionalmente (penso per esempio al settore delle gallerie stradali e ferroviarie), si sta rivelando determinante anche nell'ambito di progetti di monitoraggio propedeutici a manutenzioni o ripristini, altro campo in cui l'esperienza di Sineco può rivelarsi preziosa in un contesto – Paese che fa quotidianamente i conti con i rischi idrogeologici e che non può fare altro che rimboccarsi le maniche e prendersi cura nel migliore dei modi del territorio e delle sue reti.

Sineco nasce nel 1987: da allora ha "accompagnato" sempre le infrastrutture con l'obiettivo di renderle più sicure, confortevoli e anche ecosostenibili. Un esito tangibile della sua storia quasi trentennale sono proprio le singole storie, tecnicamente esemplari, che il lettore potrà consultare nelle pagine – nelle Case History – di questo volume. Un bilancio tecnico non più rinviabile, anche per rendere merito agli specialisti che hanno vissuto e "scritto" queste storie, ai nostri partner tecnologici e soprattutto agli enti gestori che hanno creduto e credono nell'engineering avanzato. Non si tratta, però, di un punto di arrivo, ma di una tappa che già fa intravedere una nuova partenza. Perché l'innovazione è sempre in viaggio, lungo quelle stesse infrastrutture a cui, se ben pilotata, può donare nuova vita.

**Agostino Spoglianti**  
Amministratore Unico – Sineco SpA

# Engineering, the high-tech network revitalizing all networks

A network supporting the networks. Networks that make up the road, rail and airport infrastructure. A network bringing man and technology together, the two “factors” that we cannot even begin to consider separately, and whose actions are made stronger when intelligently combined, as we have seen from the history of science and technology. A network that has its roots in Italy –home of the first motorway in the world, the European country with the largest number of road tunnels, as well as the nation with the greatest number of UNESCO World Heritage Sites worldwide –yet has already had the opportunity of demonstrating its potential in every corner of the planet, from Old Europe to the Middle East, and the Americas.

I am referring to the network of activities carried out by Sineco, an engineering company of the ASTM Group which I am honoured to administer, and which in recent years has been able to greatly increase, in the opinion of many experts, the quality, and above all, the operational effectiveness of its interventions, particularly, I would point out, in the field of control engineering of infrastructural civil engineering works. Here are a few examples:

Sineco, which is part of a major industrial group active in the construction and operation of motorways under concession, was involved in the recent upgrading of motorways in Lombardy, which saw the realization of new road works such as the BreBeMi (its excavations were monitored using Sineco technology) or the Pedemontana (where we managed the environmental monitoring plan), but also in the extraordinary maintenance intervention works such as those at Bergamo Orio al Serio International Airport (where Sineco carried out the constant performance monitoring on the new “airside” paved road surfaces).

The company has even been able to test its own high-yield survey systems in major interventions far beyond the confines of Italy, by monitoring, for example, the motorways of Brazil or the paved road surfaces of the airport of Doha, in Qatar.

In this way Sineco has rightfully joined the group of companies synonymous with “Made in Italy”, making a reputation for itself and earning praise.

First stop Milan, then the rest of the world, on a journey that places highly specialized professionals “at the helm” and only the most technologically advanced tools in this specific field as its “means of transport”, the result of research, development and managerial attention that drives Sineco to design in-house solutions on one hand, and on the other, to enter into partnerships with the most innovative players in the market.

It was this approach – the networking of people and technologies, but also innovation and management – that initiated our high-tech adventure with the Laser Mobile Mapper, the survey dynamics laser scanner that has allowed us to go “beyond” the transport infrastructure to explore, quickly and precisely, entire areas in three dimensions: industrial sites, historical centres, architectural and monumental heritage sites. Laser technology is also combined with the many other technologies that the company traditionally employs (for example, in the road and railway tunnels sector), and is proving to be a determining factor in the context of monitoring projects in preparation for maintenance or repairs, another field in which the experience of Sineco may prove valuable in a country which deals daily with hydrogeological risks and needs to get down to work and start thinking about its infrastructures and territory. Sineco was founded in 1987 and since then has “accompanied” infrastructures with the aim of making them more secure, comfortable and also environmentally friendly.

The tangible outcome of our nearly thirty-year history is best illustrated in the individual and technically exemplary stories found in the Case History section of this volume.

It is a balance sheet that can no longer be postponed, which also pays tribute to the specialists who have lived and “written” these stories, to our technological partners, and above all, to the management agencies who put their faith in advanced engineering, and continue to do so.

It is not, however, a point of arrival, but simply the beginning of the next stage, the start of a new journey. Because innovation is constantly moving forward, along those very same infrastructures which, if properly managed, can create new opportunities.

**Agostino Spoglianti**  
CEO –Sineco SpA

## La tradizione dell'innovazione tecnologica al servizio delle infrastrutture (e non solo)

Monitorare, controllare e contribuire alla manutenzione-rigenerazione delle opere – infrastrutturali ma non solo – potendo contare su un know-how specialistico consolidato e attraverso l'impiego degli strumenti tecnologici più avanzati. È questo, in sintesi, uno degli obiettivi prioritari perseguiti da Sineco, Società costituita nel 1987 e parte del gruppo ASTM, a cui tra l'altro fa capo la gestione (nonché il monitoraggio, il controllo e naturalmente la manutenzione ordinaria e straordinaria) di circa 1.300 chilometri di rete autostradale. Come lascia intuire proprio quest'ultimo dato, l'imprescindibile punto di partenza sono le infrastrutture di trasporto, la loro "forma" (non tanto nel senso estetico-architettonico del termine quanto in quello della loro funzionalità) e insieme la loro "sostanza". L'attenzione capillare a entrambi questi aspetti, che ci rivelano "come stanno in salute" le opere infrastrutturali, nasce dalla ricerca, prosegue nell'attività di ispezione, rilievo o monitoraggio (per esempio ambientale), e sfocia

da un lato in una specifica progettualità manutentiva e dall'altro in un "corpus" di informazioni sempre meglio fruibili e utili ai gestori di autostrade, strade, ferrovie e aeroporti.

Vista nel suo complesso, l'attività di Sineco, dunque, si identifica innanzitutto come un processo che va dalla ricerca ai controlli post-operam, passando, a seguito di una precisa identificazione del problema, per la progettazione e attuazione (attraverso il ruolo di direzione lavori o di coordinamento della sicurezza in fase esecutiva) della sua soluzione. Tutto questo, con riferimento a uno spazio ampio ma ben definito, quello delle infrastrutture di trasporto nella loro totalità. E naturalmente con attenzione aumentata nei confronti dei loro "corpi" infrastrutturali più complessi e probanti, quali per esempio i viadotti, le gallerie o le piste aeroportuali. Se poi dalla dimensione spaziale passiamo a quella temporale, possiamo cogliere un ulteriore aspetto che caratterizza l'attività di Sineco: quello dell'impiego delle sue tecnologie per lo studio e la valorizzazione dei beni architettonici e monumentali. Un esempio emblematico, a questo riguardo, è senz'altro il rilievo effettuato con tecnologia laser scanner dinamico della Via Appia Antica, a Roma. Sempre una strada in fondo, ma dalla storia millenaria che gli strumenti tecnologici contemporanei hanno saputo "fotografare" con un'accuratezza impensabile soltanto qualche anno fa.

### Combinare quantità e qualità

Engineering avanzato, dunque, con l'obiettivo di effettuare il migliore dei "check up" possibili, nonché per formulare diagnosi e, se necessario, prescrivere cure, a infrastrutture complesse che innervano lo spazio o il tempo, attraverso l'impiego delle tecnologie più avanzate.

Ecco un'ulteriore sintesi di un'attività, quella di Sineco, che trova due fattori cruciali di coesione nelle dimensioni della "quantità" e della "qualità". Quantità delle case history documentabili, innanzitutto, che abbracciano, per esempio, ambiti quali l'ingegneria, la sorveglianza di grandi infrastrutture, le tecnologie non distruttive, i rilevamenti laser, le prove di laboratorio, l'asset management, l'ambiente e la sicurezza. E poi qualità del lavoro specialistico, eseguito da una struttura votata all'aggiorn-



1

1 – Il gruppo ASTM, di cui fa parte Sineco, gestisce circa 1.300 km di autostrade

2 – Rappresentazione in nuvola di punti 3D di un tratto della Via Appia Antica

1 – ASTM Group, of which Sineco is a member, manages about 1.300 km of motorways

2 – Point Clouds Representation of a "Via Appia Antica" section

# The tradition of technological innovation in the service of infrastructures (and more)

Monitoring, control and contributing to maintenance–upgrading works – of infrastructure networks and more –relying on the consolidated and specialized know–howthrough the use of the most advanced technological tools.

This is, in short, one of the priorities pursued by Sineco, a company established in 1987 and part of the ASTM Group, which among other ventures manages (as well as monitoring, controlling, and of course, carrying out ordinary and extraordinary maintenance) about 1,300 kilometres of motorways.

As this last statistic suggests, the unavoidable starting point is the transport infrastructure, its “form”(not so much in the aesthetic–architecturalsense, but in its functionality) together with its “substance”.

The detailed attention to both these aspects, which reveal to us “the state of health” of infrastructural works, starts with research, continues through inspection, surveying or monitoring (for example, environmental), and results in either a specific maintenance project, or is added to the ever more accessible information resource, to assist the managers of motorways, roads, railways and airports.

Viewed as a whole, the work of Sineco can be primarily identified as a process that ranges from research to post–construction controls: first precisely identifying the problem, then moving onto the design and implementation (through the role of construction supervision and security coordination in the execution phase) of the solution.

All this, with reference to a large yet well–definedspace, that of the transport infrastructure in its entirety.

And of course, with increased attention towards the more complex and imposing infrastructural “bodies”, such as bridges and viaducts, tunnels or airport runways.

And if we move from the space to the temporal dimension, we should highlight another aspect that characterizes the work of Sineco: that of the use of its technologies for the study and evaluation of architectural and monumental heritage sites.

A prime example in this regard is certainly the first survey in the world carried out by Sineco using dynamic laser scanning technology on the Old Appian Way, in Rome.

It is a road after all, but with an ancient history that today’s technological instruments were able to “photograph” with an accuracy unthinkable only a few years ago.



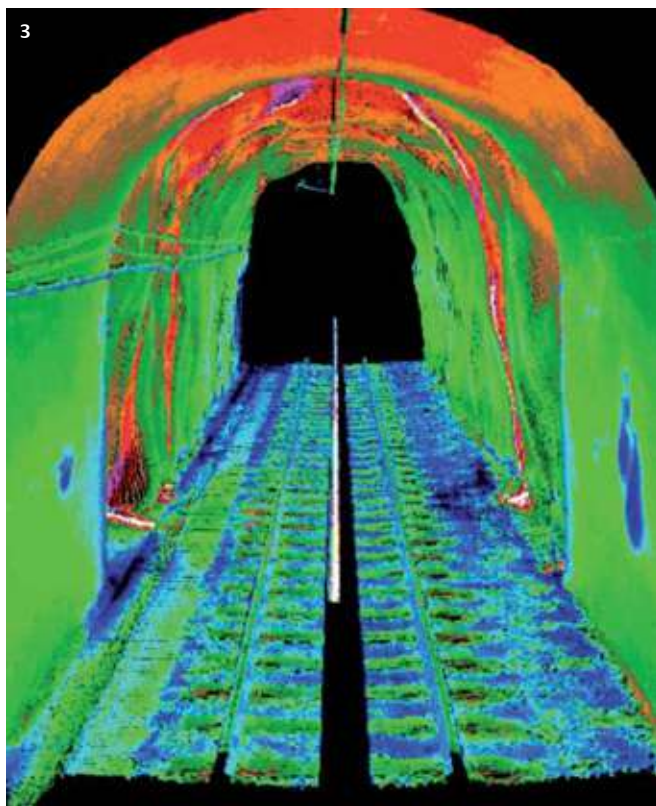
## Combining quantity and quality

Advanced engineering, therefore, with the aim of performing the best “check–up” possible, making a diagnosis and, if necessary, prescribing the correct treatment for complex infrastructures that underlie space or time, through the use of the most advanced technologies.

Sineco’s work has, at its core, the cohesion of two crucial factors “quantity” and “quality”.

Quantity documented through the case histories, first and foremost, including for example, areas such as engineering, supervision of major infrastructures, non–destructive technologies, laser surveys, laboratory tests, asset management, environment and safety. And then quality, seen in the specialized work carried out by an organization committed to continual innovation, and through the equipment deployed.

It was the combination of these factors, after all, that provided the idea for this book, which brings together dozens of application stories, the tangible sign of a long history of innovation that is



namento continuo, e delle strumentazioni messe in campo. È dall'incontro di questi fattori, in fondo, che è nata l'idea di questo volume che raccoglie decine di storie applicative, segno tangibile di una tradizione nell'innovazione che è il più prezioso dei patrimoni aziendali, suddividendole in diverse sezioni (Strade e Autostrade, Aeroporti, Ferrovie, Beni monumentali, Altri Settori), collocandole in dettagliati contesti infrastrutturali, caratterizzandole proprio attraverso il know-how e gli strumenti tecnologici messi in campo e, infine, rappresentandole soprattutto visivamente, ovvero mettendo davanti agli occhi del lettore alcuni esempi di risultati ottenibili e utilizzabili dalle committenze.

- 3 - Rilievo termografico 3D di un tunnel ferroviario effettuato con Tunnel Scanner System  
 4 - Attività di ispezione visiva di un viadotto autostradale

### Opere d'arte sotto controllo e ingegneria della manutenzione

Volendo iniziare questa introduzione dal fattore del know-how, mi sembra opportuno spendere qualche parola su un servizio ricorrente e ormai di lunga tradizione: quello delle ispezioni, funzionali a verificare la salute strutturale così come il livello di protezione sismica delle opere d'arte, per esempio ponti e viadotti, in modo tale da fornire le informazioni più adeguate alla predisposizione di piani programmatici di manutenzione, oppure alla redazione di specifici progetti di adeguamento che vedono l'area ingegneria di Sineco impegnata in prima persona, non solo nella progettazione ma anche nella Direzione Lavori e Coordinamento della Sicurezza, sia in fase di progettazione che di esecuzione.

Verifiche strutturali e sismiche sui manufatti in elevazione e, insieme, interventi analoghi nel campo delle infrastrutture sotterranee ci consentono di sintetizzare queste specifiche attività nella formula di "Bridge and Tunnel Management System", che racchiude ed esemplifica quella combinazione ad alto valore aggiunto dei fattori "know-how e tecnologia" di cui è stato detto.

Nel primo caso, fa fede il lavoro minuzioso degli specialisti di Sineco che hanno "messo sotto la lente" centinaia, se non migliaia di opere d'arte della Penisola andandole fisicamente a toccare con mano.

Nel secondo, possiamo citare, oltre ai molteplici impieghi di strumenti quali gli ultrasuoni o i radar, le numerose referenze di indagini in galleria effettuate con il sistema laser TSS (Tunnel Scanner System), che consente di acquisire simultaneamente immagini fotografiche, profilometriche e termografiche di una galleria stradale o ferroviaria, nonché, in ambito ponti e viadotti, l'implementazione del software SIOS (Sistema Ispezioni Opere Sineco), disponibile anche in versione web, attraverso il quale le società di gestione autostradali possono usufruire in tempo reale di tutte le informazioni e osservazioni ispettive acquisite ed elaborate dai nostri specialisti impegnati sul campo.

- 3 - 3D thermographic survey of a railway tunnel conducted with the Tunnel Scanner System  
 4 - Visual inspection of a motorway viaduct



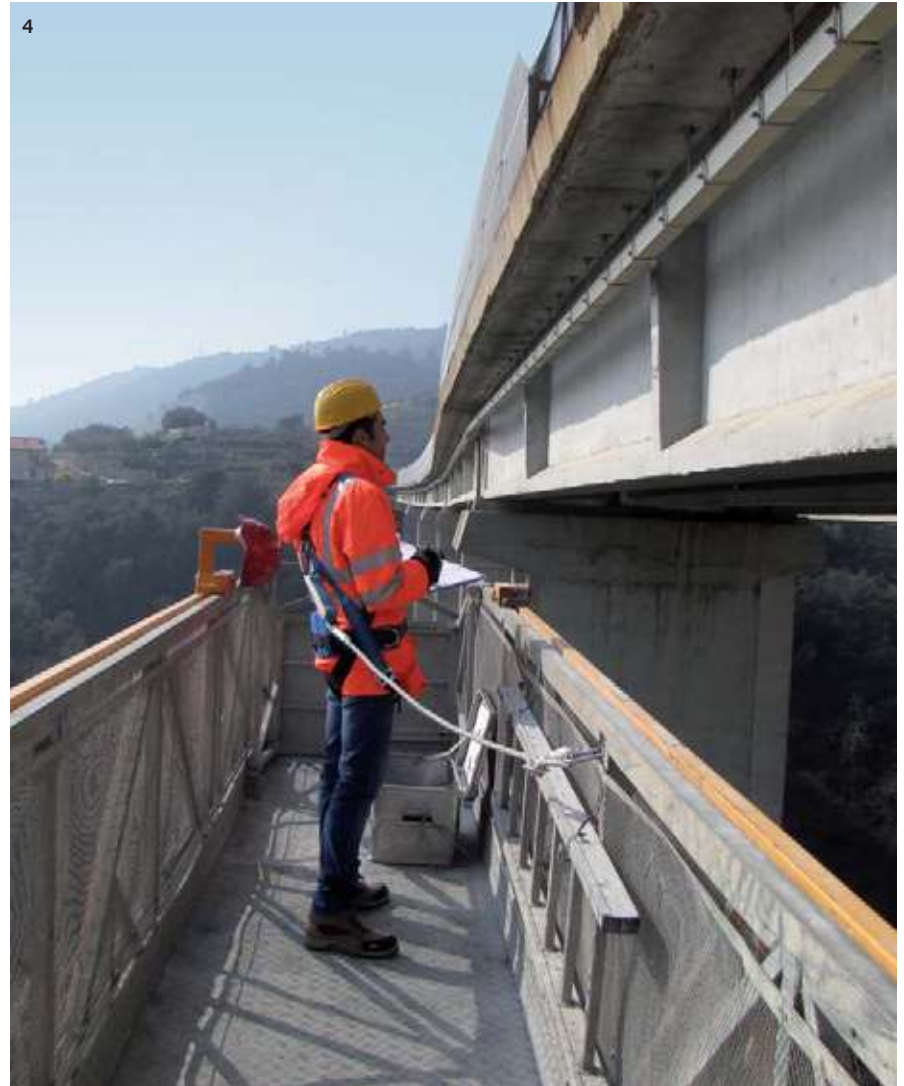
the most valuable of corporate assets. These are arranged into different sections (Roads and Motorways, Railways, Airports, Heritage Sites), examined in their detailed infrastructural contexts and characterized by the know-how and the technological tools used. Most importantly, they are presented visually to the reader in order to illustrate some concrete examples of what can be achieved for our clients.

### **Surveillance of civil engineering structures and maintenance engineering**

Given that we begin this introduction by looking at the know-how factor, it seems appropriate to say a few words on a recurring service that has by now become a long tradition: that of structural verification monitoring such as checking levels of seismic protection of civil engineering structures, for example, bridges and viaducts, in order to provide better information for the preparation of planned maintenance programs, or for the preparation of specific upgrading projects, where the engineering sector of Sineco is involved first hand, not only in the planning, but also in the Works Management and Safety Coordination, from the planning stage through to execution.

Structural and seismic tests on artefacts in elevation, together with similar interventions in the field of underground infrastructures, form the basis of the “Bridge and Tunnel Management System”, which encompasses and exemplifies that combination of previously mentioned high added-value factors “know-how and technology”.

The first case is attested by the painstaking work of Sineco specialists who put hundreds, if not thousands of civil engineering structures “under the microscope” by visiting sites up and down the peninsula and experiencing them first hand. As for the second, in addition to the many uses of instruments such as ultrasound or radar, we might mention the numerous surveys carried out in tunnels with the TSS laser system (Tunnel Scanner System), which allows for the simultaneous acquisition of photographic, profilometric and thermographic images of road or rail tunnels, as well as, for bridges and viaducts, the use of the SIOS software (Sistema Ispezioni Opere Sineco), also available online, which gives motorway management companies real time access to all the information and inspection observations acquired and processed by our specialists working in the field.



### **Diagnostics for paved road surfaces**

With this final aspect, we get to the heart of the matter as regards technology. As many pages of this book testify, technology finds considerable application in services related to so-called high-yield diagnostic surveys.

The starting point, in this case, is that of road surfaces, the “infrastructural object” studied thoroughly in our Materials Testing Laboratory in Tortona (accredited, with annual checks, with standard



### Diagnostica per le pavimentazioni

Con questa citazione, entriamo nel vivo della questione tecnologica che, come testimoniano molte pagine di questo volume, trova un suo significativo campo di applicazione nei servizi riguardanti i cosiddetti rilievi diagnostici ad alto rendimento. Il punto di partenza, in questo caso, sono le pavimentazioni, “oggetto infrastrutturale” studiato accuratamente nel nostro Laboratorio Prove Materiali di Tortona (accreditato, con verifiche annuali, alla norma UNI EN ISO/IEC 17025) e direttamente sul campo, sia che Sineco si trovi coinvolta in progetti di manutenzione e adeguamento, sia che il rilievo venga effettuato nell’ambito di campagne per la determinazione degli indicatori di qualità autostradale. Il laboratorio, in particolare, è altamente specializzato oltre che nel settore dei conglomerati bituminosi, anche in quelli della geotecnica stradale, dei calcestruzzi e degli acciai, ed è dotato delle migliori attrezzature disponibili sul mercato. Tra le prove “classiche” che appartengono ai servizi diagnostici di ingegneria,

ecco quindi quelle effettuate con apparecchiature che consentono di eseguire controlli strutturali e funzionali senza soluzione di continuità, a velocità continua e dunque in tempi esecutivi molto ristretti: dalle campagne georadar GPR ai rilievi deflettometrici dinamici condotti con strumentazioni F-HWD (Falling-Heavy Weight Deflectometer), dai test di aderenza e tessitura effettuati con SCRIM (Sideway Coefficient Road Investigation Machine) a quelli di regolarità longitudinale finalizzati per esempio alla determinazione dell’IRI (International Roughness Index) effettuati con profilometri laser installati nel veicolo ARAN (Automatic Road Analyzer), nonché, contestualmente, ai test sugli ammaloramenti delle pavimentazioni effettuati con strumentazione LRIS (Laser Road Imaging System) che, grazie a sensori laser a infrarosso, permette di acquisire, in ogni condizione di luce e in movimento, immagini della superficie stradale, da cui poter censire e misurare le degradazioni superficiali del manto stradale e definire, di conseguenza, le azioni manutentive più appropriate.

5 - Sede Sineco a Tortona (Alessandria)

6 - Attività di laboratorio

7 - Veicolo ARAN (Automatic Road Analyzer)

5 - Sineco headquarter in Tortona (Alessandria)

6 - Laboratorial activity

7 - The ARAN (Automatic Road Analyzer) Vehicle



UNI EN ISO / IEC 17025), and directly on site, both when Sineco is involved in maintenance and upgrading projects, and when the survey is carried out in the context of motorway quality indicator identification.

The laboratory, in particular, is highly specialized, not only in the field of bituminous conglomerates, but also in that of road geotechnics, of concrete and steel, and is equipped with the best equipment available on the market.

Among the “classic” tests that are performed as part of diagnostic engineering services, there are those using equipment that allow for the seamless performance of structural and functional tests, at a sustained speed, and consequently with rapid results: from the use of georadar / GPR to dynamic deflectometric surveys conducted with F-HWD (Falling-Heavy Weight Deflectometer) instruments, from adhesion and texture tests carried out with SCRIM (Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine) to those testing longitudinal regularity aimed at calculating the IRI (International Roughness Index) and carried out with laser profilers installed in ARAN (Automatic Road Analyzer) vehicles; not to mention, simultaneously, tests analysing the deterioration of paved road surfaces using the LRIS (Laser Road Imaging System) instrument, which thanks to infrared laser sensors, can capture images of the



road surface in every condition of light and in movement, from which the degradation of the road surface can be assessed and measured, and consequently, the most appropriate maintenance intervention may be planned.

#### Laser scans of infrastructures

A qualitative leap (and as we shall see, also in terms of “quantity”) in the field of high-yield surveys occurred with the introduction of dynamic laser scanning technology, exemplified at Sineco by the Lynx Mobile Mapper. As is well-known, this is a technological instrument that allows for the collection, with extreme rapidity and with topographic precision, of geo-referenced measurements at a frequency of over 400,000 points per second to obtain 3D point clouds that reconstruct not only the road or rail network, but also the environment in which it is deployed.

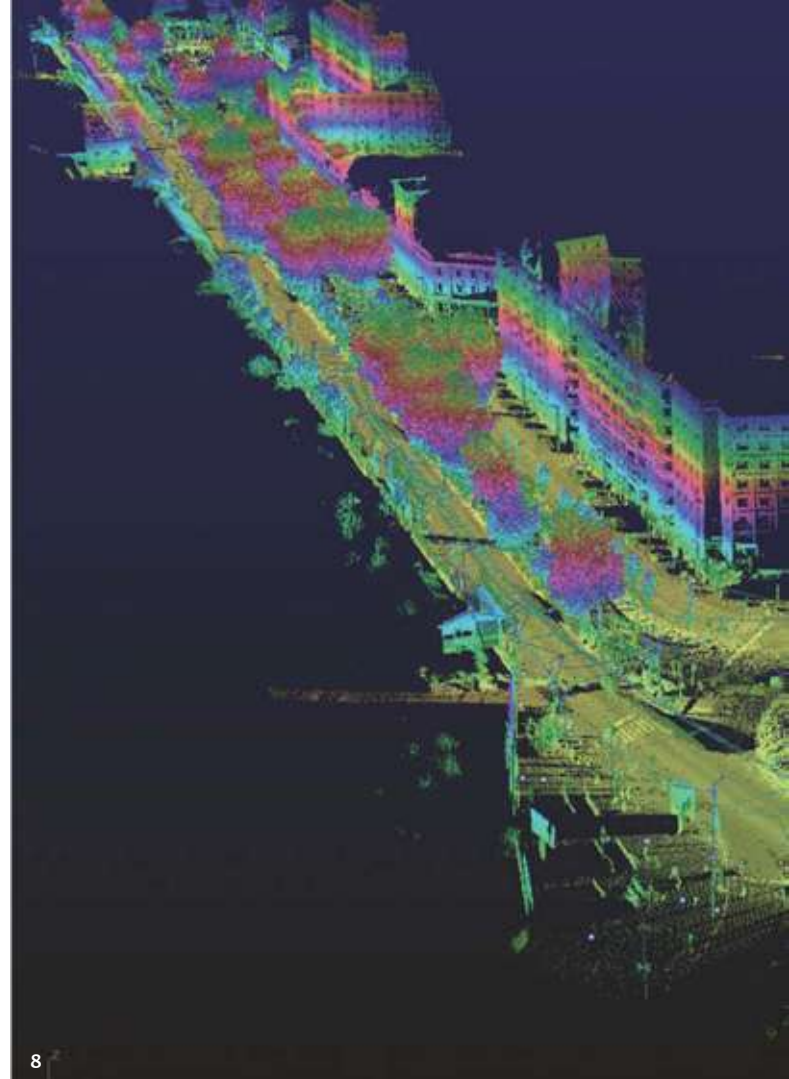
In this case, therefore, more so than ever, the “quality” of the survey is combined with the “quantity” of the data detected, thus allowing planners and managers to go beyond even the infrastructure itself. This has opened the way, for example, for surveys aimed at the study and conservation of archaeological or architectural heritage sites, assisted today, it seems to me, by a new kind of “time machine”.

### Scansioni laser delle infrastrutture

Un decisivo salto di qualità (ma, come vedremo, anche in questo caso di “quantità”) nel campo dei rilievi ad alto rendimento è quindi avvenuto con l'introduzione della tecnologia del laser scanner dinamico esemplificata, in casa Sineco, dalla strumentazione LynxMobile Mapper. Si tratta di una tecnologia che consente di effettuare, con estrema rapidità e con precisione paragonabile a quella topografica, misure georiferite a una frequenza di oltre 400.000 punti al secondo ottenendo nuvole di punti 3D descrittive non soltanto della rete stradale o ferroviaria, ma anche dell'ambiente in cui essa è inserita. In questo caso più che mai, dunque, la “qualità” del rilievo si combina con la “quantità” del dato rilevato, consentendo così a progettisti e gestori di andare addirittura oltre l'infrastruttura in sé. Si è aperta così anche la strada, per esempio, a indagini utili allo studio e alla conservazione dei beni archeologici o architettonici, oggi supportati, mi si passi la suggestione, da una sorta di nuova “macchina del tempo”.

La storia del “Lynx” in Italia, ma anche nel mondo, è iniziata grazie a Sineco soltanto nel 2008 ma ha già bruciato, per così dire, le tappe grazie a risultati soddisfacenti e per certi versi sorprendenti, nonché al lavoro comune di ricercatori, rilevatori e gestori di infrastrutture. Ecco allora i rilievi laser dinamici al servizio della progettazione di adeguamenti autostradali, gli innumerevoli esempi di interventi in campo aeroportuale e ferroviario, con il fine di fornire informazioni più che utili ai progettisti delle manutenzioni, per proseguire con case history internazionali che trovano un esempio emblematico (anche qui per qualità e quantità) nella campagna di indagine svolta sulla rete autostradale Ecorodovias in Brasile, e concludere con il già corposo numero di storie applicative riguardanti centri urbani, cave e cantieri o strutture idrauliche quali argini e canali. Una conferma di questa grande potenzialità, oltre che da quanto esposto, arriverà soprattutto dalle pagine che faranno seguito a questa introduzione.

Un ultimo cenno, che merita di essere sottolineato e che avrà un suo spazio significativo nel volume è, in conclusione, il fattore tecnologico che oltre ad essere al servizio dell'ingegneria



della manutenzione, del ripristino e dunque della sicurezza, si rivela sempre più utile ai servizi di ingegneria ambientale. Lo provano le diffuse case history riguardanti la redazione di PMA, Piani di Monitoraggio Ambientale, strumenti dal peso sempre più rilevante nella progettazione e realizzazione di infrastrutture. Sineco, anche da questo punto di vista, vanta già un'esperienza consolidata e supportata da know-how tecnologie ad hoc per il monitoraggio acustico, della qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo, ovvero della vivibilità del muoversi e, al tempo stesso, dell'abitare.

**Marco Garozzo**

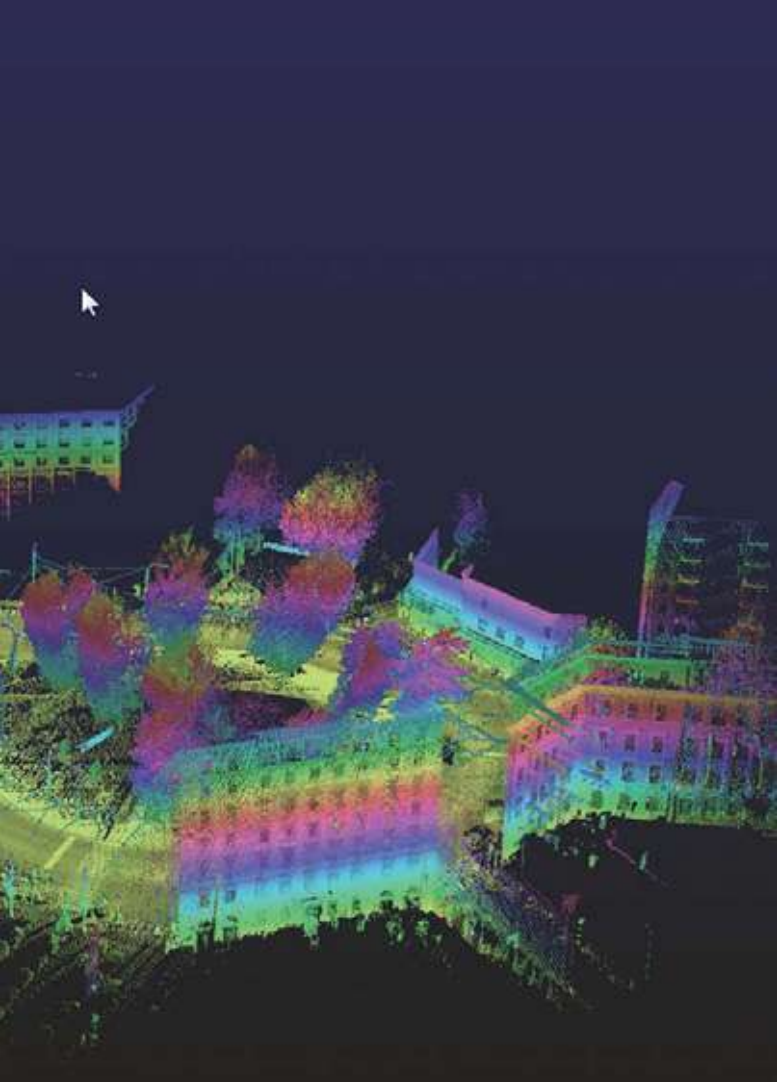
Direttore Centrale Produzione – Sineco SpA

8 – Applicazioni LMM “oltre” le infrastrutture: esempio di city modeling

9– Veicolo LynxMobile Mapper

8 – Uses of the LMM “beyond” infrastructures: example of city modeling

9– The LynxMobile Mapper Vehicle



The story of the “Lynx” in Italy, but also in the world, began only in 2008 thanks to Sineco, but has already passed several milestones thanks to the satisfactory, and even somewhat surprising, results, as well as the shared work of researchers, surveyors and infrastructure managers.

Hence, we now have dynamic laser surveys used in the planning of motorway upgrades, innumerable examples of airport and railway interventions, with the aim of providing invaluable information for maintenance engineers, not to mention international case histories with a prime example (again, in quality and quantity) being the series of surveys carried out on the Ecorodovias motorway network in Brazil. Finally, there are already a substantial number of application stories from urban centres, quarries and construction sites, as well as hydraulic structures such as dams and canals. Further confirmation of this enormous potential, in addition to the above, will be outlined in the pages following this introduction.

I should mention in conclusion, a final point that deserves to be emphasized and to which significant space is dedicated in the book: technology, as well as being at the service of maintenance, upgrading and security engineering, is becoming increasingly more useful to the environmental engineering sector.

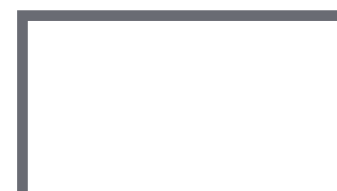
This is demonstrated by the increasingly large number of case histories regarding the preparation of PMA, Piani di Monitoraggio Ambientale (environmental monitoring projects), which are becoming ever more important in the planning and construction of infrastructures. Sineco, also from this standpoint, already has considerable experience, backed by know-how and ad hoc technologies for monitoring noise, as well as air, water and soil quality, in other words, enhancing mobility and, at the same time, our quality of life.

**Marco Garozzo**  
Central Production Manager – Sineco SpA

	16 / 17	GALLERIA BORDIGONA, AUTOSTRADA A12
	18 / 21	VIADOTTO DARDANELLI, AUTOSTRADA A5
	22 / 23	VIADOTTI, AUTOSTRADA A10
	24 / 27	VIADOTTO TORRE DEL LAGO, AUTOSTRADA A12
	28 / 29	GALLERIE, STRADE PROVINCIALI DI BRESCIA
	30 / 33	VIADOTTO GOZZO, AUTOSTRADA A10
	34 / 37	SVINCOLO DI SPOTORNO, AUTOSTRADA A10
	38 / 41	AMMODERNAMENTO TO-MI, AUTOSTRADA A4
	42 / 45	TRATTAPIACENZA SUD-MODENA NORD, AUTOSTRADA A1
	46 / 47	TRATTAROSIGNANO-CIVITAVECCHIA, AUTOSTRADA A12
	48 / 51	CANTIERI, AUTOSTRADA A33
	52 / 53	VIADOTTO CARRODANO, AUTOSTRADA A12
	54 / 57	VIADOTTO ASTI, AUTOSTRADA A21
	58 / 59	VIADOTTO RIO QUARTO INFERIORE, AUTOSTRADA A21
	60 / 63	PEDEMONTANA LOMBARDA
	64 / 67	AUTOSTRADA BRONI-MORTARA
	68 / 71	TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS
	72 / 73	VIADOTTO BOSELLA, AUTOSTRADA A21
	74 / 77	GALLERIA GORLERI, AUTOSTRADA A10
	78 / 79	PAVIMENTAZIONI, AUTOSTRADA A15
	80 / 81	PONTE SUL FIUME TANARO, STRADA PROVINCIALE N°3
	82 / 85	RETE AUTOVIE VENETE, AUTOSTRADA A4-A23-A28-A57-A34
	86 / 89	GALLERIE DOM E AGNESE, STRADA PROVINCIALE SS240
	90 / 91	PAVIMENTAZIONI, AUTOSTRADA A35
	92 / 95	S.I.O.S. E BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM
	96 / 97	OPERE D'ARTE, AUTOSTRADA A6
	98 / 101	MILANO TANGENZIALE EST A51 E NORD A52
	102 / 105	RETE AUTOSTRADALE BRASILIANA
	106 / 107	RETE AUTOSTRADALE BULGARA
	108 / 111	OPERE D'ARTE, RETE ANAS BASILICATA E LOMBARDIA
	112 / 113	PAVIMENTAZIONI, AUTOSTRADA A24-A25
	114 / 117	VIADOTTI, AUTOSTRADA A6
	118 / 119	SW "TRANSITI ECCEZIONALI", AUTOSTRADA A35

# STRADE E AUTOSTRADE ROADS AND MOTORWAYS

■	16 / 17	BORDIGONA TUNNEL -A12 MOTORWAY
■ ■	18 / 21	DARDANELLI VIADUCT -A5 MOTORWAY
■	22 / 23	VIADUCTS -A10 MOTORWAY
■ ■	24 / 27	TORRE DEL LAGO VIADUCT -A12 MOTORWAY
■	28 / 29	TUNNELS -PROVINCIAL ROADS IN THE PROVINCE OF BRESCIA
■ ■	30 / 33	GOZZO VIADUCT -A10 MOTORWAY
■ ■	34 / 37	JUNCTION OF SPOTORNO -A10 MOTORWAY
■ ■	38 / 41	UPGRADING OF THE TORINO-MILANO -A4 MOTORWAY
■ ■	42 / 45	PIACENZA SUD -MODENA NORD STRETCH OF THE A1 MOTORWAY
■	46 / 47	ROSIGNANO-CIVITAVECCHIA, STRETCH OF THE A12 MOTORWAY
■ ■	48 / 51	CONSTRUCTION SITES -A33 MOTORWAY
■	52 / 53	CARRODANO VIADUCT -A12 MOTORWAY
■ ■	54 / 57	VIADUCT OF ASTI -A21 MOTORWAY
■	58 / 59	RIO QUARTO INFERIORE VIADUCT -A21 MOTORWAY
■ ■	60 / 63	PEDEMONTANA LOMBARDA
■ ■	64 / 67	BRONI-MORTARA MOTORWAY
■ ■	68 / 71	MOTORWAY TUNNEL OF FREJUS
■	72 / 73	BOSELLA VIADUCT -A21 MOTORWAY
■ ■	74 / 77	GORLERI TUNNEL -A10 MOTORWAY
■	78 / 79	PAVEMENT -A15 MOTORWAY
■	80 / 81	BRIDGE ON TANARORIVER -PROVINCIAL ROAD No. 3
■ ■	82 / 85	AUTOVIE VENETE NETWORK -A4, A23, A28, A57, A34 MOTORWAYS
■ ■	86 / 89	DOM AND AGNESE TUNNELS -PROVINCIAL ROAD SS240
■	90 / 91	PAVEMENT -A35 MOTORWAY
■ ■	92 / 95	S.I.O.S. & BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM
■	96 / 97	WORKS OF ART -A6 MOTORWAY
■ ■	98 / 101	TANGENZIALE EST A51 AND NORD A52 OF MILANO
■ ■	102 / 105	BRAZILIAN MOTORWAY NETWORK
■	106 / 107	BULGARIAN MOTORWAY NETWORK
■ ■	108 / 111	WORKS OF ART, ANAS NETWORK IN BASILICATA AND LOMBARDY REGIONS
■	112 / 113	PAVEMENT -A24-A25 MOTORWAYS
■ ■	114 / 117	VIADUCTS -A6 MOTORWAY
■	118 / 119	"EXCEPTIONAL TRANSPORT" SOFTWARE -A35 MOTORWAY



## Settori / Sectors

- n Ingegneria  
Engineering
- n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections
- n Lab. prove materiali  
Material test laboratory
- n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys
- n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys
- n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring
- n Monitoraggio ambientale  
Environmental monitoring

## GALLERIA BORDIGONA, AUTOSTRADA A12

### BORDIGONA TUNNEL –A12 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Progetto di adeguamento strutturale

**Settori:** n n n

**Committente:** SALTSpA

**Opera:** Galleria Bordigona Autostrada A12 Genova–Livorno

**Anno:** 2005

#### Descrizione

Sineco, su incarico di SALT SpA (Società Autostrada Ligure Toscana) ha svolto nel 2005 una serie di indagini sullo stato delle opere d'arte del tratto della A12 tra Sestri Levante e Livorno, nell'ambito delle quali è rientrato il monitoraggio della galleria Bordigona, in carreggiata Sud (Carrodano, La Spezia), infrastruttura già oggetto di una campagna di indagini effettuate dalla società alcuni anni prima.

Gli accertamenti diagnostici sono stati condotti sia tramite l'esame visivo diretto e ravvicinato delle strutture, sia per mezzo di metodi strumentali (per esempio il rilievo georadar). Posto che i risultati non avevano evidenziato situazioni di degrado che comportassero pericoli immediati, l'analisi metteva comunque in luce livelli di ammaloramento da risolvere attraverso interventi manutentivi di consolidamento: dagli intasamenti dei vuoti a tergo del rivestimento con iniezioni alle tirature, a iniezioni con microcementi e resine epossidiche, a rimozioni del calcestruzzo ammalorato con conseguente ricostruzione degli spessori, attività rese necessarie dall'accertamento di livelli di carbonatazione crescenti. Tra gli ulteriori interventi prospettati: impermeabilizzazioni, sostituzione di armature ossidate e applicazione di trattamenti protettivi, ripristino in spessore mediante apporto di calcestruzzo spruzzato previa posa di rete metallica in corrispondenza della calotta e delle serraglie, ripristino in spessore sui piedritti mediante malte tixotropiche, drenaggi e captazione delle principali venute d'acqua residue.

**Service:** Engineering –Structural Adjustment Project

**Sectors:** n n n

**Client:** SALTSpA

**Infrastructure:** Bordigona Tunnel–A12 Motorway –“Genova –Livorno”

**Year:** 2005

#### Description

In 2005 Sineco, carried out a series of surveys for SALT SpA (Società Autostrada Ligure Toscana) on the status of works on the A12 stretch between Sestri Levante and Livorno. The survey included the monitoring of the Gallery of Bordigona, in the southbound carriageway (Carrodano, La Spezia), infrastructure already subject of a survey campaign conducted by the company some years before.

Diagnostic tests were conducted using both direct and close visual examinations of the structures, and by instrumental methods (for example, the GPR survey). Given that the results didn't show a status degraded enough to pose immediate dangers, the analysis did highlight levels of deterioration that needed to be fixed through consolidation maintenance work. From tunnel obstruction to covering overleaf with injections and tie-beams; from microconcrete injections and epoxy resins to the removal of deteriorated concrete and the consequent thicknesses reconstruction –activities required following the assessment of rising carbonation levels.

Among the additional steps proposed: waterproofing; replacement of oxidized reinforcements and provision of protective treatments; thickness recovery through the use of shotcrete after the installation of steel mesh at the crown and keystones, thickness recovery of piers using thixotropic mortars, drainages and captation of the main residual water flowing.

#### Settori / Sectors

n Ingegneria  
Engineering

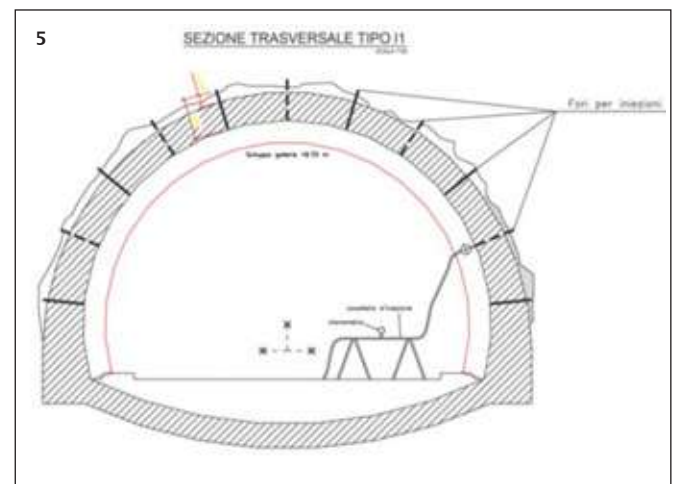
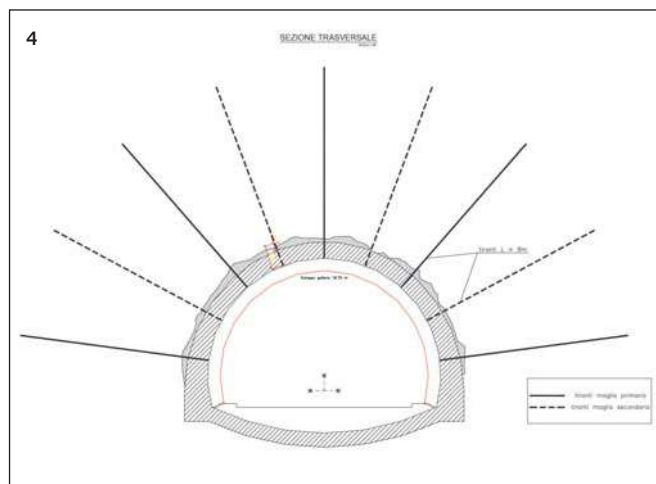
n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

- 1 – Rilievi fotografici con individuazione degli aspetti di degrado
- 2 – Vista frontale dell'imbocco lato Sestri Levante con muro d'ala
- 3 – Estradosso della galleria artificiale lato Livorno
- 4 – Il progetto manutentivo: schema geometrico dei fori di iniezione
- 5 – Schema di realizzazione dei tiranti
- 6 – Laterale dell'imbocco lato Viareggio con muro andatore

- 1 – Photographic surveys and identification of decay aspects
- 2 – Front view of the entrance on the Sestri Levante side with wall wing
- 3 – Extrados of the artificial gallery on the Livorno side
- 4 – The maintenance project: geometric pattern of injection holes
- 5 – Diagram for rod realization
- 6 – Lateral View of the entrance on the Viareggio side with retaining wall





## VIADOTTO DARDANELLI, AUTOSTRADA A5

### DARDANELLI VIADUCT –A5 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Progetto di adeguamento strutturale

**Settori:**   

**Committente:** SITRASB SpA

**Opera:** Viadotto Dardanelli

**Anno:** 2006

#### Descrizione

Tra i progetti di manutenzione di grandi infrastrutture sviluppati da Sineco è risultato di particolare interesse quello riguardante il viadotto Dardanelli, che rappresenta la porta d'accesso, sul lato italiano, del Traforo autostradale del Gran San Bernardo, che nel 2014 ha raggiunto il traguardo dei 50 anni di esercizio. La Società si è infatti occupata, per conto della concessionaria italiana SITRASB, delle indagini finalizzate a individuare forme di degrado dell'infrastruttura e alla formulazione di proposte tecnico-progettuali adatte a risolverle, migliorandone le prestazioni e la risposta strutturale sia ai carichi di esercizio sia a quelli di tipo sismico. L'indagine, propedeutica alla progettazione e svolta dall'area operativa sperimentale di Sineco, è consistita in una serie di esami visivi, oltre a prove strumentali specifiche in situ. Contestualmente all'attività ispettiva, sono state eseguite prove dirette sui calcestruzzi mediante battute sclerometriche e prove di carbonatazione. In fase di progettazione definitiva si è inoltre riscontrata la necessità di eseguire alcuni sondaggi geognostici in corrispondenza dei plinti di fondazione delle pile più alte per verificare lo stato di consistenza del calcestruzzo di fondazione e la profondità di imposta delle pareti dei pozzi di fondazione. Al fine di completare il quadro diagnostico, sono state eseguite anche prove pressiometriche e prove geosismiche a rifrazione. Le scelte progettuali formulate hanno previsto:

- 1 interventi di miglioramento consistiti nell'incamiciatura strutturale delle pile e dei pulvini, nel ringrosso delle fondazioni delle pile più alte, nella realizzazione della catena cinematica così da ridurre il numero di giunti e nella sostituzione degli apparecchi d'appoggio esistenti;

**Service:** Engineering –Structural Adjustment Project

**Sectors:**   

**Client:** SITRASB SpA

**Infrastructure:** Dardanelli Viaduct

**Year:** 2006

#### Description

Among the major infrastructure maintenance projects developed by Sineco, the one on the Dardanelli viaduct was of particular interest: the gateway on the Italian side of the tunnel of the Great St. Bernard which in 2014 reached 50 years of operation.

The Company carried out, on behalf of the SITRASB, some surveys aimed at identifying elements of infrastructure degradation and the formulation of technical-design projects to solve such problems, to improve performances and structural response to both operating and seismic loads.

The survey, preparatory to the design and carried out by Sineco's inspection teams, consisted of a series of visual tests, in addition to specific instrumental in situ tests. At the same time of inspection activities, tests were carried out directly on concrete with sclerometric and carbonation tests.

In the final project phase it has also been observed the need to perform some geognostic drillings in correspondence of the foundation plinths of the highest piles to check the consistency of the foundation concrete and the depth of the impost walls of the foundation wells.

In order to complete the diagnostic framework, pressuremeter and geoseismic refraction tests were also carried out.

The project choices carried out by Sineco's engineering technical area included:

- 1 interventions to improve structural coating of piles and pulvins; the foundation increase of the highest piles; the creation of a kinematic chain to reduce the number of joints; and the replacement of existing supporting elements;
- 1 restoration of the bridge deck and of the curbs aimed at repairing existing damaged parts once removed and reconstructed all the deteriorated areas; concrete surface restoration of the abutments; degraded concrete cortical restoration of bridge-deck beams with surface milling,

1 – Dardanelli Viaduct: sections


2 – Viaduct Overview


3 – One of the piles

4 – Degradation of the filler tiles of the dossieret

#### Settori / Sectors

 Ingegneria  
Engineering

 Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

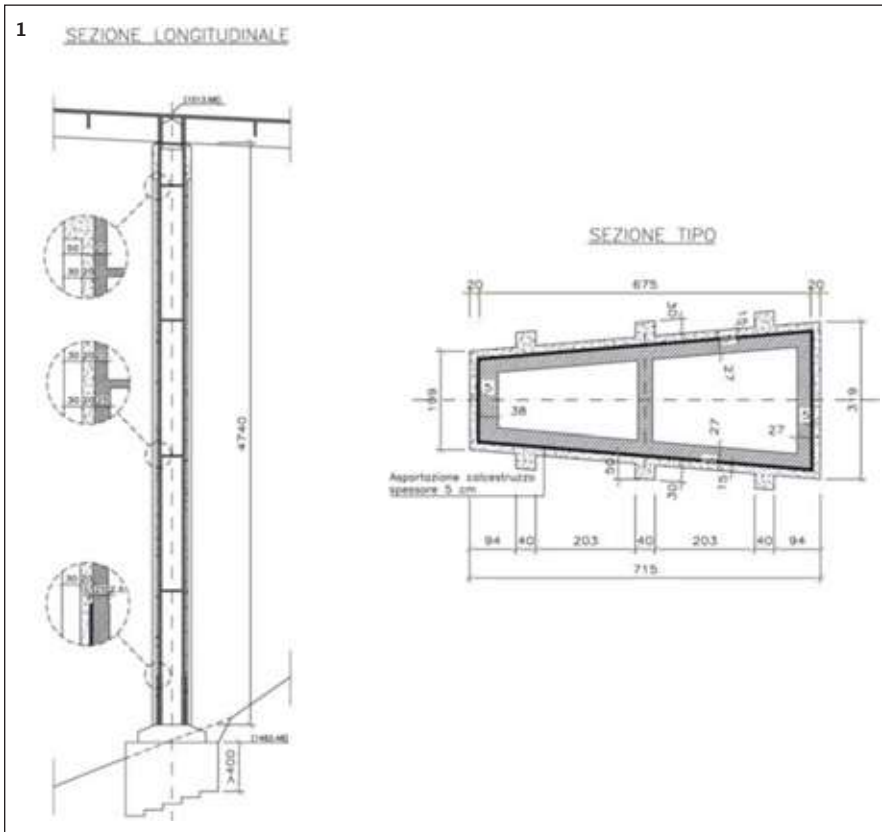
 Lab. prove materiali  
Material test laboratory

1 – Viadotto Dardanelli: sezioni

2 – Panoramica del viadotto

3 – Una delle pile dell'opera d'arte

4 – Degrado del copriferro di un pulvino



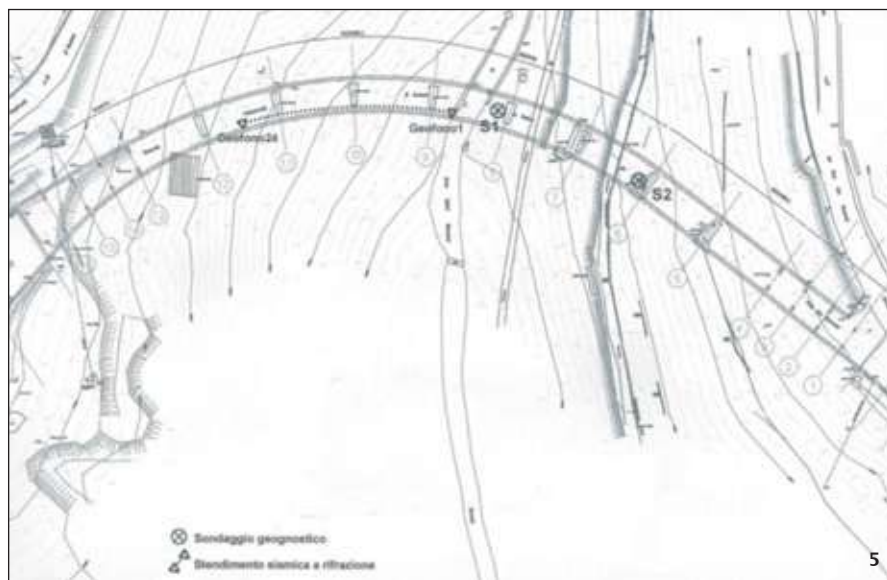
## VIADOTTO DARDANELLI, AUTOSTRADA A5

### DARDANELLI VIADUCT -A5 MOTORWAY

- 1 interventi di ripristino dell'impalcato e dei cordoli mirati alla riparazione delle parti ammalorate esistenti previa asportazione di tutte le parti ammalorate e successiva ricostruzione; ripristino superficiale dei calcestruzzi delle spalle; ripristino corticale del calcestruzzo delle travi sotto impalcato mediante scarifica superficiale, sabbiatura delle armature scoperte e ripristino con malte tixotropiche;
- 1 interventi di sistemazione idraulica per garantire l'allontanamento delle acque meteoriche ed evitare il dilavamento delle strutture.

Il progetto ha infine previsto degli interventi complementari ovvero la realizzazione di opere per la salvaguardia dei corpi idrici, per il contenimento dei potenziali impatti derivanti dallo smaltimento delle acque di piattaforma e da eventuali sversamenti accidentali, opere a verde ed interventi di inserimento paesaggistico.

- sanding of uncovered reinforcement structures and recovery with thixotropic mortars;
  - 1 interventions of hydraulic adjustment to ensure the removal of rainwater and to prevent the run-off into structures.
- Finally, the project included a series of complementary interventions, as saying works for the protection of water bodies, for the limitation of potential impacts resulting from the disposal of the surface waste water or any accidental spill; as well as works for green areas and surrounding landscape intervention.



- 5 - Planimetria con ubicazione delle indagini
- 6 - Documentazione fotografica di prelievi effettuati
- 7 - Intervento di ripristino superficiale
- 8 - Panoramica del tratto autostradale



- 5 - Planimetry with survey locations
- 6 - Photographic documentation of the sampling
- 7 - Surface restoring Project
- 8 - Motorway Overview



## VIADOTTI, AUTOSTRADA A10

### VIADUCTS –A10 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Progetto di adeguamento sismico

**Settori:** n n n

**Committente:** Autostradadei Fiori SpA

**Opera:** Viadotti Prino, Oliveto II, Oliveto I (Via Francia)

Autostrada A10 Genova–Ventimiglia

**Anno:** 2006 e 2008

#### Descrizione

Migliorare la risposta sismica di grandi strutture in elevazione ai sensi della normativa tecnica più avanzata. È l'obiettivo di progetti che vengono formulati potendo contare su una base di valutazioni tecniche e viabilistiche rispetto alle quali Sineco ha sviluppato un'ampia esperienza. Tra i casi che meritano una menzione, ricordiamo quello dei viadotti dell'autostrada A10 gestita dalla concessionaria Autostrada dei Fiori, che da tempo ha intrapreso un programma di valutazione sismica dei manufatti inseriti in aree a rischio. Tra il 2006 e il 2008 Sineco ha effettuato una serie di verifiche strutturali di entrambe le carreggiate (affiancate) dei viadotti Prino e Oliveto II, nonché del viadotto Oliveto I sulla carreggiata in direzione Francia. L'indagine del 2006 è consistita in rilievi e studi geognostici finalizzati alla valutazione della sismicità locale del territorio così come previsto dalla normativa. Nel 2008, invece, i risultati del 2006 sono stati aggiornati secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/1/2008). Tra le tipologie di intervento individuate e progettate a seguito delle campagne di prove e delle verifiche sismiche rientrano le seguenti attività:

- 1 miglioramento delle strutture attraverso la sostituzione degli apparecchi di appoggio con nuovi dispositivi in grado di sostenere le azioni sismiche di progetto secondo normativa;
- 1 risagomatura dei varchi di giunto trasversali e longitudinali rispetto agli spostamenti massimi attesi, per evitare così il battimento delle testate di impalcato;
- 1 infine, per il solo Viadotto Prino, la sostituzione della barriera di sicurezza spartitraffico.

Alla progettazione degli interventi hanno fatto seguito le attività di Direzione dei Lavori.

**Service:** Engineering –Seismic Adjustment Project

**Sectors:** n n n

**Client:** Autostradadei Fiori SpA

**Infrastructure:** Prino Viaducts, Oliveto II and Oliveto I (via Francia) A10 Motorway “Genova–Ventimiglia”

**Year:** 2006 and 2008

#### Description

To improve the seismic response of large and vertical structures under the most advanced legislation-compliant technique in the field. This is the aim of the projects that are formulated relying on technical and roadway evaluations of Sineco has developed an considerable know-how. Among the various cases that deserve a mention, we find the viaducts on the A10 motorway managed by the Autostrada dei Fiori, which has been engaged for a long time in a program of seismic evaluation of the artifacts included in risk areas. Between 2006 and 2008 Sineco carried out a series of structural inspections of both carriageways (side by side) of Prino and Oliveto II viaducts, as well as the carriageway of the Oliveto I viaduct leading towards France. The 2006 investigation consisted of a series of geognostic surveys and studies aimed at evaluating the local seismicity as required by regulations. In 2008, however, the results were updated in accordance with the Technical Standards for Construction (Italian Ministerial Decree of 14/1/2008).

Among the types of works identified and designed following the seismic campaigns and tests, we find the following activities:

- 1 improvement of structures through the replacement of bearing structures with new ones able to support seismic activities as by law;
- 1 reshaping of the oblique and longitudinal joint gates on expected maximum movements to avoid the striking of bridge deck heads;
- 1 finally, the replacement of the median safety barrier (Prino Viaduct only).

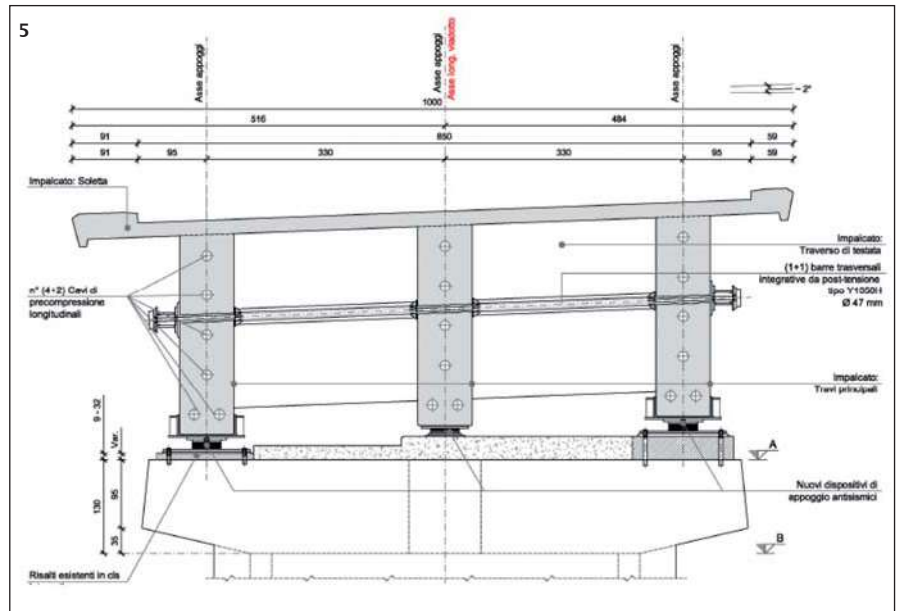
Following the project of the above-mentioned works, the activities of the Directorate of works were carried out.

#### Settori / Sectors

- n Ingegneria  
Engineering
- n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections
- n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

- 1 – Viadotto Oliveto I
- 2 – Viadotto Prino: panoramica lato Sud
- 3 – Particolare di un appoggio
- 4 – Viadotto Oliveto II: spalla lato Ventimiglia
- 5 – Il progetto manutentivo: nuovi appoggi e vista trasversale sulle testate delle campate tipo del viadotto Oliveto I

- 1 – Oliveto I Viaduct
- 2 – Prino Viaduct: Overview –South Side
- 3 – View of a Pillar
- 4 – Oliveto II Viaduct: Support –Ventimiglia Side
- 5 – The New Maintenance Project: New Pillars and Transversal View of the extremities of the aisle (Oliveto I Viaduct)



## VIADOTTO TORRE DEL LAGO, AUTOSTRADA A12

### TORRE DEL LAGO VIADUCT –A12 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Progetto di adeguamento sismico

**Settori:**   

**Committente:** SALTSpA

**Opera:** Viadotto Torre del Lago, Autostrada A12

Sestri Levante–Livorno

**Anno:** 2007

**Service:** Engineering –Seismic AdjustmentProject

**Sectors:**   

**Client:** SALTSpA

**Infrastructure:** “Torre Del Lago” Viaduct –A12Motorway

“Sestri Levante –Livorno”

**Year:** 2007

#### Descrizione

Tra i numerosi interventi di monitoraggio infrastrutturale effettuati da Sineco possiamo citare quello riguardante lo stato di efficienza del Viadotto Torre del Lago, 19 campate per una lunghezza totale di circa 604 m, collocato lungo l'autostrada A12 Genova–Livorno gestita dalla concessionaria SALT. Tra le attività della società: individuazione delle cause principali del degrado del manufatto ed elaborazione, sotto forma di progetto, di un intervento di manutenzione straordinaria. La tipologia di intervento prescelto è consistita in una riqualificazione dell'opera attraverso il miglioramento del livello prestazionale previsto delle strutture esistenti e l'adeguamento delle strutture nei riguardi di azioni sismiche secondo le Norme Tecniche DM 14 gennaio 2008, mediante la sostituzione degli appoggi e dei giunti.

La valutazione dello stato di conservazione generale dell'opera, effettuata mediante un'accurata indagine ispettiva eseguita con il metodo SIOS, ha permesso di individuare i maggiori segni di degrado superficiale riconducibili alla presenza di forti distacchi di copriferro, armature scoperte corrose e dilavamenti.

Sulla base degli ammaloramenti riscontrati e in funzione dei risultati dell'analisi sismica, è stato possibile elaborare la

#### Description

Among the numerous infrastructure monitoring activities performed by Sineco we can mention the one regarding the efficiency of the “Torre del Lago” Viaduct, 19 spans with a total length of about 604 m, located along the A12 “Genova–Livorno” motorway and managed by SALT SpA.

Among the activities of the company: identification of the main causes of the viaduct deterioration and the design of a project for extraordinary maintenance.


The type of intervention consisted of a redevelopment of the viaduct by improving the level of expected performance of the existing structures and their adaptation to seismic actions through the replacement of supports and joints as required by the Technical Standards (Italian Ministerial Decree of January 14<sup>th</sup>, 2008).


The assessment of the viaduct general conservation status, carried out through a deep inspection performed with the SIOS method, has identified major signs of surface degradation due to the presence of strong concrete cover detachments, stripped and corroded reinforcing bars and washouts.

On the basis of the observed deteriorations and depending on the results of the seismic analysis, it was possible to develop,

#### Settori / Sectors

 Ingegneria  
Engineering

 Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

 Lab. prove materiali  
Material test laboratory

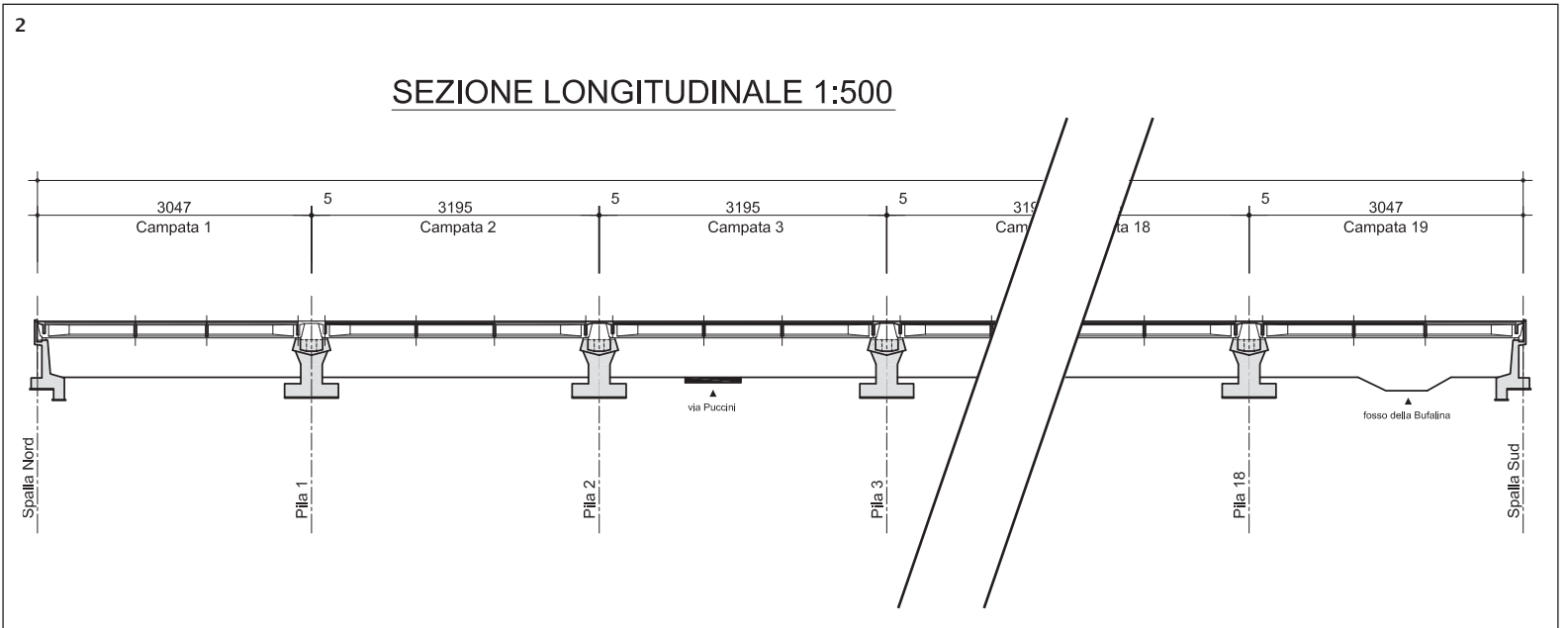
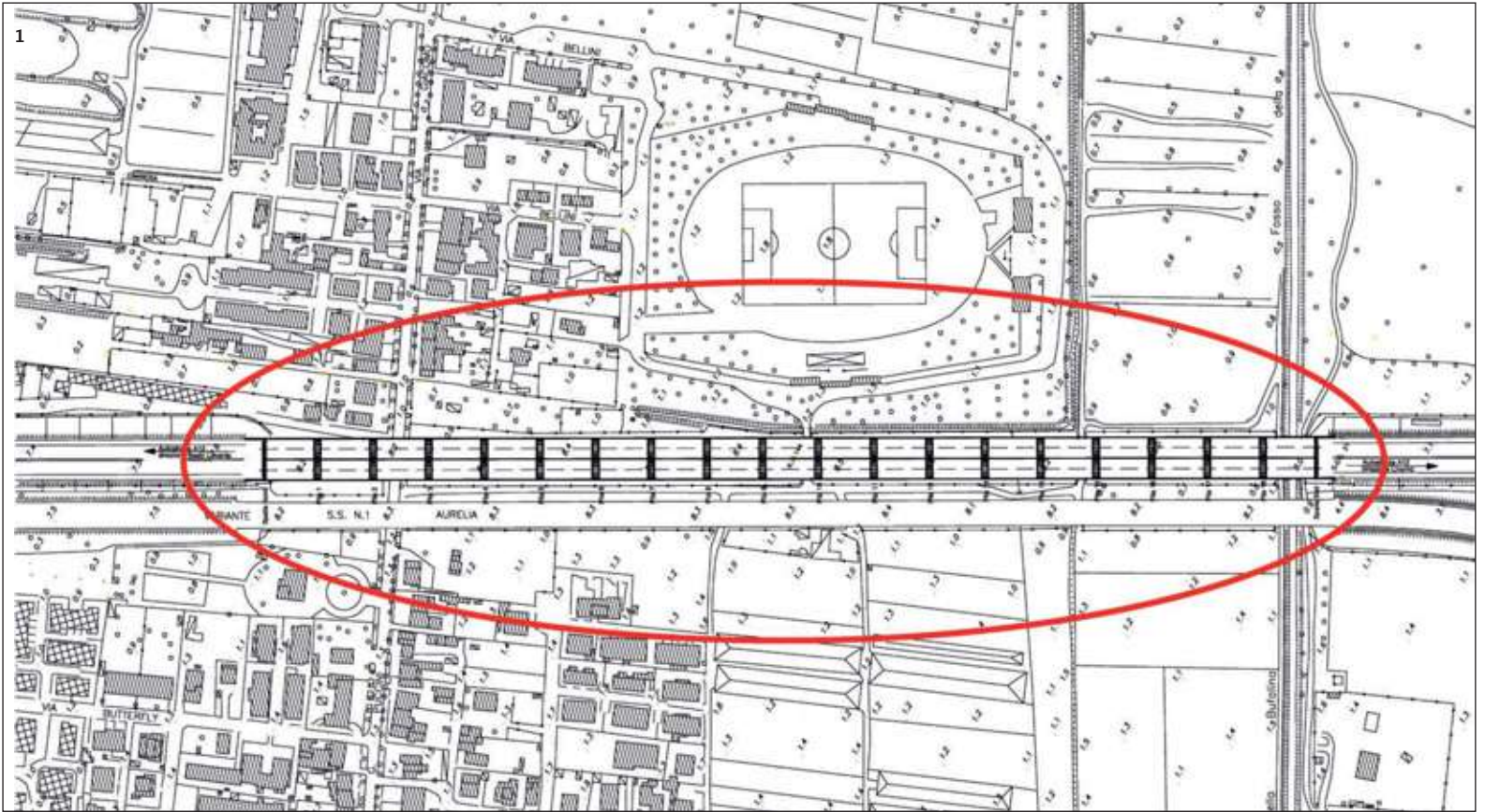
1 – Planimetria generale di inquadramento

2 – Sezione longitudinale

1 – Setting general plan

2 – Longitudinal section





## VIADOTTORRE DEL LAGO, AUTOSTRADA A12

TORRE DEL LAGO VIADUCT -A12MOTORWAY

progettazione di una serie di interventi di riqualifica che hanno riguardato le seguenti attività:

- 1 sostituzione degli apparecchi d'appoggio con nuovi isolatori antisismici, la realizzazione dei nuovi giunti della carreggiata e il rinforzo delle spalle mediante realizzazione di rinforzi dei muri frontali e d'ala;
- 1 adeguamento del sistema di evacuazione delle acque, mediante posa in opera di nuovi pozzetti di raccolta, rifacimento dell'impermeabilizzazione, la posa di nuova condotta di raccolta e la realizzazione di pozzetti di drenaggio;
- 1 riqualificazione locale del calcestruzzo ammalorato sulle spalle, pile e pulvini.

Particolare attenzione è stata posta nello studio delle interferenze, sia per quanto concerne gli impianti e servizi presenti, sia per quelle relative al traffico, prevedendo per queste ultime opportune deviazioni di traffico sulla carreggiata adiacente o chiusure della singola corsia.

by Sineco's engineering technical area, a project of a series of upgrading works, which included the following activities:

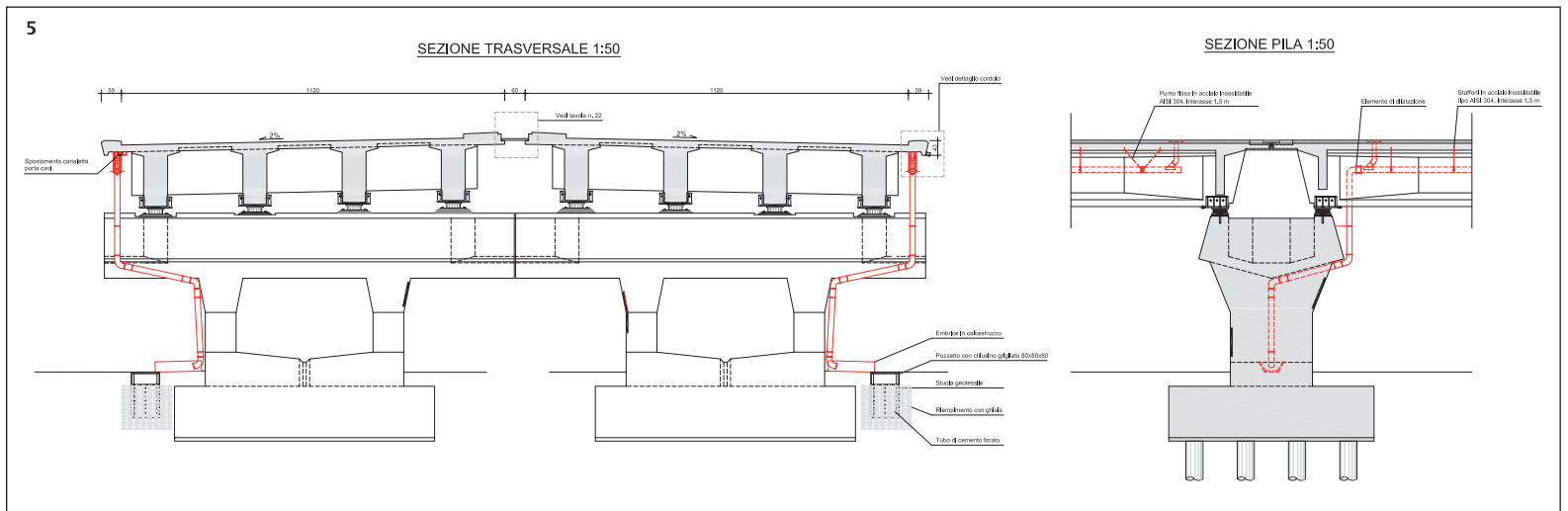
- 1 replacement of beam supports with new seismic isolators; the construction of new carriageway joints; and the reinforcement of abutments by building new frontal and side reinforcing walls;
- 1 adaptation of the water evacuation system, by means of laying of new collection wells, waterproofing renovation, the laying of new pipe and the realization of the drainage wells;
- 1 local requalification of deteriorated concrete on abutments, piles and pulvins.

Particular attention was paid to the study of interference, both for installations and services and for those relating to traffic, providing for the latter an appropriate traffic detouring to the adjacent carriageway or the closure of one lane.



- 3 - Vista del sottoimpalcato
- 4 - Stato di fatto di un appoggio a pendolo
- 5 - Progetto per interventi di riqualificazione - sezione trasversale e particolare sezione pila
- 6 - Sottoimpalcato ripristinato
- 7 - Particolare di un cordolo laterale lato Sud
- 8 - Stato di fatto di un appoggio
- 9 - Nuovi isolatori e pulvino ripristinato

- 3 - Under-deck bridge view
- 4 - Rocker bearing view
- 5 - Project for development: cross section and special pier
- 6 - Underdeck restored
- 7 - Detail of a lateral kerb (south side)
- 8 - Status of a fixed support
- 9 - New seismic isolators and restored dossier



## GALLERIE, STRADE PROVINCIALI DI BRESCIA

### TUNNELS – PROVINCIAL ROADS IN THE PROVINCE OF BRESCIA

<b>Servizio:</b> Monitoraggio strutturale
<b>Settori:</b> n n
<b>Committente:</b> Provincia di Brescia
<b>Opera:</b> Gallerie lungole strade BS 510, 510bis e 510quater in provincia di Brescia
<b>Anno:</b> 2008

#### Descrizione

Su incarico della Provincia di Brescia, nel 2008 Sineco ha eseguito una serie di rilievi con metodo TSS (Tunnel Scanner System) di alcune gallerie stradali appartenenti alla rete gestita dall'amministrazione provinciale bresciana, ovvero sulle gallerie presenti lungo la strade BS 510, 510bis e 510quater Sabina Orientale. La strumentazione utilizzata (TSS) è un sistema di rilievo automatico estremamente avanzato il cui funzionamento si basa sull'impiego contemporaneo di raggi infrarossi e laser che consente di ottenere simultaneamente un'immagine fotografica e termografica completa del cavo di galleria (paramenti, volta e pavimentazione) e di acquisire tutti i dati necessari per il calcolo e la definizione di sezioni trasversali in corrispondenza di una qualsiasi progressiva. In particolare, i rilievi sono stati eseguiti in 20 gallerie per un totale di 20.300 metri circa di fornice. Per ognuno di essi e senza soluzione di continuità, sono stati acquisiti i dati fotografici, termografici e geometrici del paramento, in base ai quali è stato infine redatto un rapporto tecnico in cui sono state descritte le specifiche tecniche della strumentazione, le metodologie di acquisizione e le risultanze del rilievo relativamente a:

- 1 sezioni trasversali significative (ad esempio per la ridotta altezza di gabarit);
- 1 immagini e ingrandimenti tridimensionali di punti caratteristici (ammaloramenti, vespai, ecc.);
- 1 risultanze significative del rilievo termografico (infiltrazioni, lesioni nel rivestimento, ecc.) e dell'analisi della geometria della sezione delle gallerie.

Infine, oltre ai rapporti tecnici cartacei, sono stati forniti i file digitali del rilievo con il software TuView®, in modo da consentire di visualizzare, consultare ed estrarre le informazioni di interesse in maniera autonoma e in qualsiasi momento.

- 1 - Immagine termografica 3D di una delle gallerie bresciane
- 2 - Particolare fotografico, termografico e profilometrico
- 3 - Esempio di scansione fotografica
- 4 - Esempio di scansione termografica
- 5 - Particolare fotografico e termografico in volta

<b>Service:</b> Structure Monitoring
<b>Sectors:</b> n n
<b>Client:</b> Province of Brescia
<b>Infrastructure:</b> Road Tunnels along the BS 510, 510 bis and 510quater roads
<b>Year:</b> 2008

#### Description

On behalf of the Province of Brescia, in 2008 Sineco carried out a series of surveys with TSS technology (Tunnel Scanner System) on some road tunnels belonging to the network managed by the province of Brescia, as saying the galleries present along the BS 510, 510bis and 510quater roads in Eastern Sabina.

The used TSS technology is an extremely advanced system of automatic survey whose operation is based on the combination of infrareds and lasers which permit to simultaneously achieve a complete photographic and thermographic image of the tunnel (walls, vault and pavement) and to collect all the data necessary to calculate and define cross-sections in correspondence of any progressive. In particular, measurements were performed in 20 galleries for a total of 20,300 meters of tunnels. For each of them, photographic, thermographic and geometric data of the cladding were seamlessly acquired, then used to edit a technical report describing technical equipment specifications, acquisition methods and survey results in relation to:

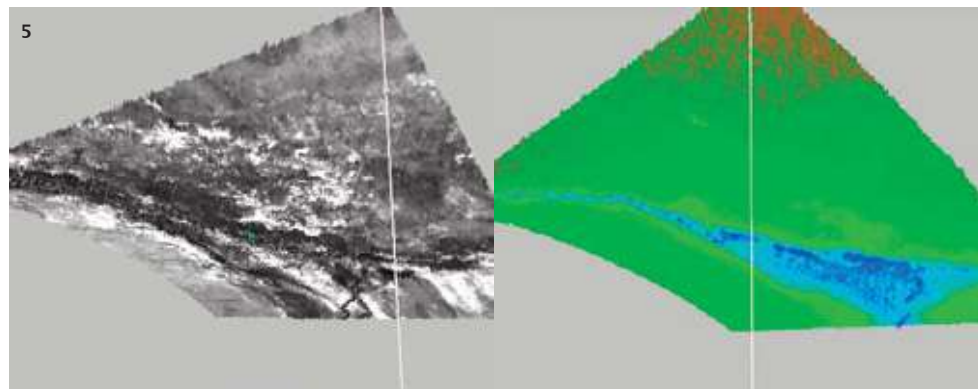
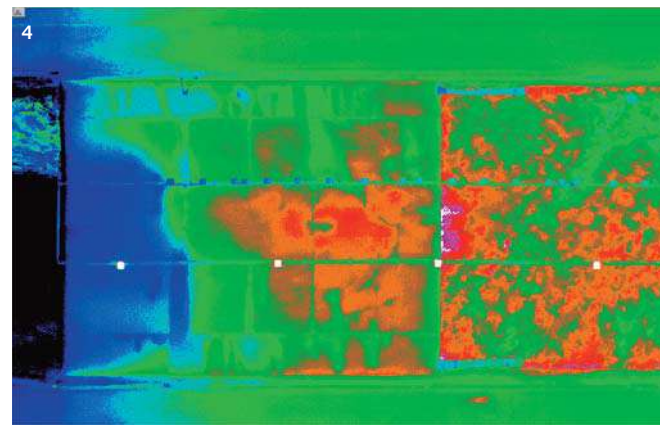
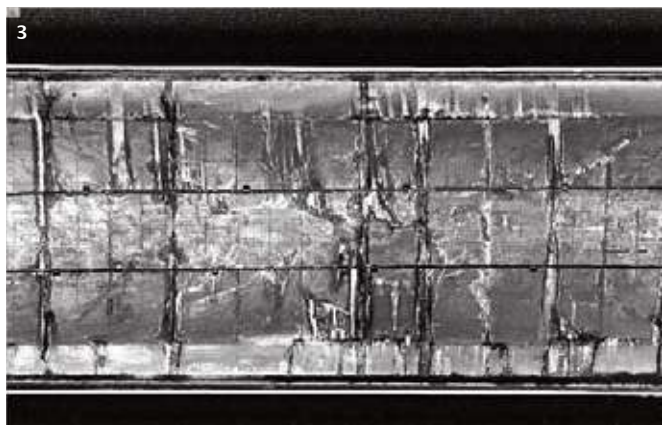
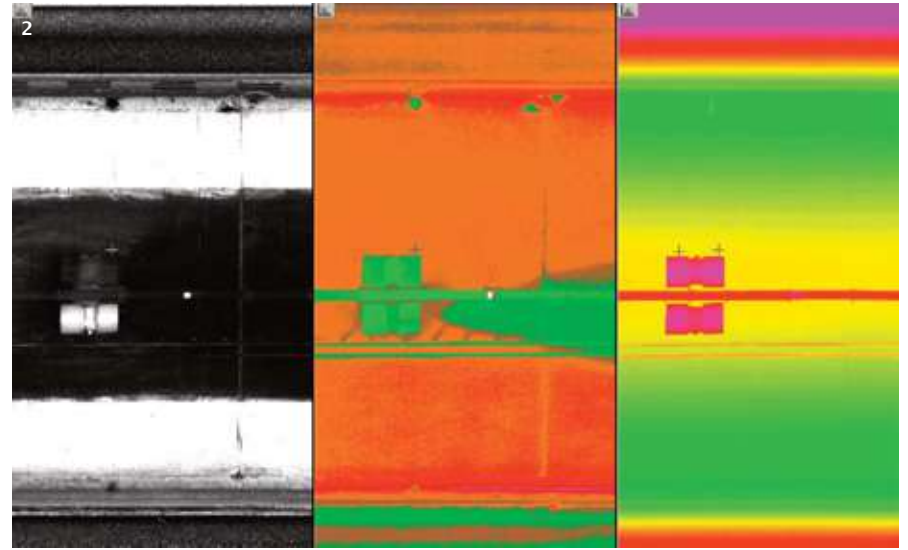
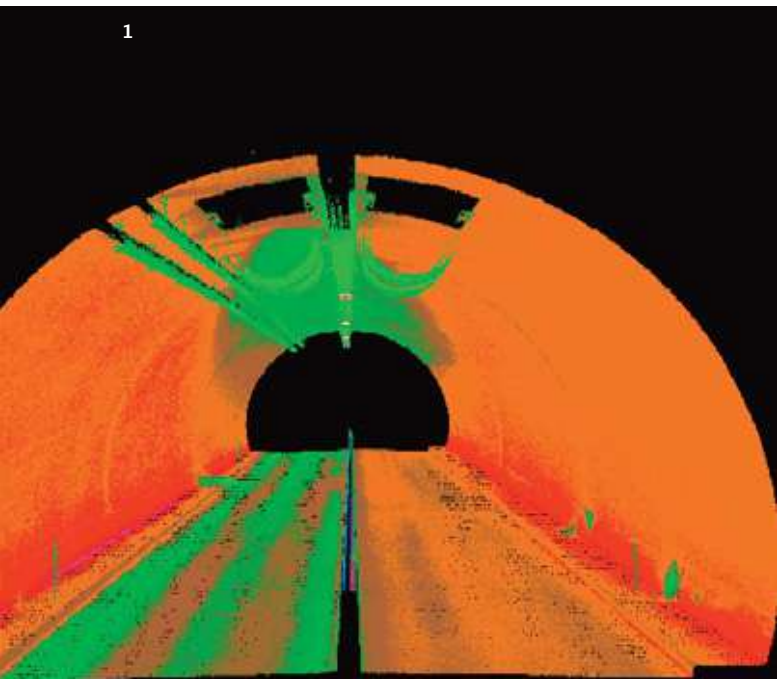
- 1 significant cross sections (for example, the reduced gabarit height);
- 1 3D images and enlargements of peculiar points (deteriorations, crawl spaces, etc.);
- 1 significant findings of the thermographic survey (infiltration, coating lesions, etc.) and the analysis of the geometry of tunnel sections.

Finally, in addition to technical reports on paper, digital versions of the survey were provided to the Provincial Administration with the software TuView®, to permit the user to view, browse and extract information of interest without restraint at any time and when needed.

- 1 - 3D thermographic image of one of the tunnels in Brescia
- 2 - Photographic, thermographic and profilometric detail
- 3 - Example of photographic scanning
- 4 - Example of thermographic scanning
- 5 - Photographic and thermographic detail of the vault

#### Settori / Sectors

- n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys
- n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring



## VIADOTTO GOZZO, AUTOSTRADA A10

### GOZZO VIADUCT –A10 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Progetto di adeguamento sismico

**Settori:** n n n

**Committente:** Autostradadei Fiori SpA

**Opera:** Viadotti presenti sulla Autostrada Genova–Ventimiglia

**Anno:** 2008–2009

#### Descrizione

L'autostrada A10 "Savona–Ventimiglia" è un'importante arteria che collega l'Italia con la Francia; essa fu costruita tra il 1962 ed il 1966, ha una lunghezza di circa 110 km ed attraversa il territorio delle Regione Liguria compreso tra le Province di Imperia e Savona, situate nell'area nord ovest d'Italia.

La società concessionaria "Autostrada dei Fiori" ha incaricato Sineco di effettuare una verifica di vulnerabilità sismica, insieme ad un'analisi di retrofit sismico, su 39 viadotti situati lungo l'autostrada e collocati nell'area di massima esposizione (area 2 del OPCM 3274). Lo studio è completato all'inizio del 2009, con l'acquisizione di moltissime informazioni che hanno prodotto un primo importante scenario sulla vulnerabilità sismica delle opere.

Lo studio è iniziato con la definizione di linee guida, contenenti le procedure con cui effettuare l'analisi, le cui principali fasi sono state:

- 1 raccolta dei dati storici dei viadotti (relazioni di progetto, disegni tecnici, dati geotecnici, planimetrie, ecc.);
- 1 Ispezione visiva di tutti gli elementi strutturali (impalcato, giunti, appoggi, pile, ecc.) usando il metodo SIOS;
- 1 identificazione del metodo di analisi strutturale (analisi 3D agli elementi finiti);
- 1 verifica dei principali elementi strutturali;
- 1 report finale dei risultati ottenuti (identificazione dei problemi più importanti).

Dopo la raccolta di tutte le informazioni sulle strutture, la fase successiva è stata quella di definire le azioni sismiche con le procedure descritte nella normativa di riferimento. Al fine di analizzare la struttura, il passo successivo è stato la costruzione di un modello matematico ad elementi finiti (FEM). La possibilità di modellare la struttura con un modello 3D ha rappresentato un importante strumento per capire come l'opera si sarebbe re-

**Service:** Engineering –Seismic Adjustment Project

**Sectors:** n n n

**Cutomer:** Autostradadei Fiori SpA

**Infrastructure:** Viaducts on the A10 Motorway –"Genova–Ventimiglia"

**Year:** 2008–2009

#### Description

The A10 Savona–Ventimiglia is an important highway that connects Italy to France and it was built during the sixties from 1962 to 1966. It has a length of about 110 km crossing the territory through the provinces of Imperia and Savona in the Liguria Region, in the north west of Italian peninsula.

The "Autostrada dei Fiori" company, that manages the A10 highway, commissioned Sineco to carry out the seismic vulnerability assessment together with the seismic retrofit design for the 39 viaducts along the highway located in the maximum exposure area (area n° 2 of the OPCM 3274).

The study was completed at the beginning of 2009 reporting a huge number of information that produced a first significant vulnerability assessment scenario.

The study began with the definition of a guide line that contained the procedure for doing the analysis; the main steps were:

- 1 collecting of the historical data of the bridges (design report, technical drawings, plans, geotechnical data);
- 1 visual inspection of all the structure parts (deck, joint–bearing, piers, etc.) using Sineco method SIOS;
- 1 identification of the structural analysis method (3d linear finite element method analysis)
- 1 verification of main structural elements;
- 1 reporting of the analysis results (identification of the most important problems)

After collecting all the information about the structures, the first step was to define the design seismic action with procedures described in the standard. In order to analyze the structure, the second step concerned the construction of a mathematical model with FEM procedures. The possibilities of modeling the structure with a 3D model represented an important instrument to understand real structural behaviour under seismic action. In order to investigate stresses, displacements in structural ele-

#### Settori / Sectors

n Ingegneria  
Engineering

n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

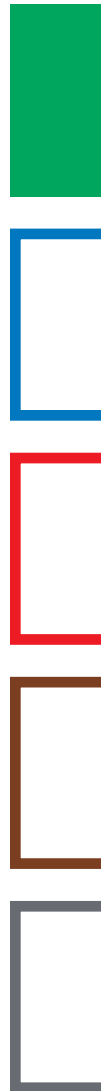
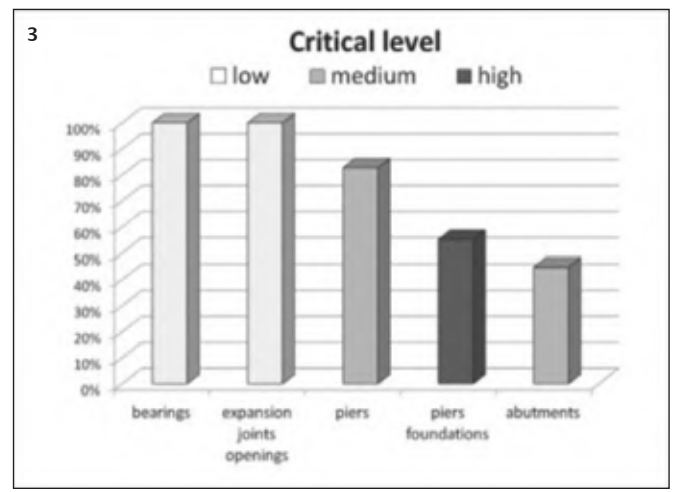
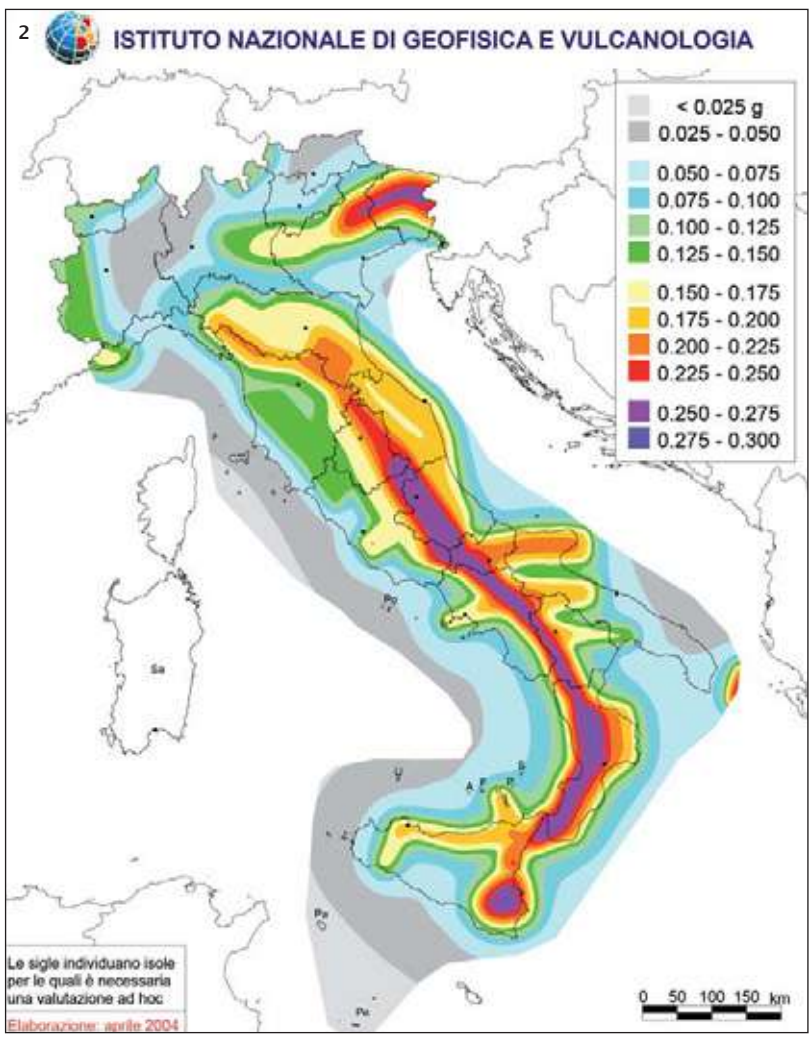
n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

- 1 – Vista panoramica autostrada A10 Savona–Ventimiglia
- 2 – Classificazione sismica del territorio italiano (2004)
- 3 – Diagramma livelli critici per ciascun elemento strutturale

- 1 – A10 Savona–Ventimiglia Highway panoramic view
- 2 – Seismic classification of Italian territory presented in 2004
- 3 – Diagram of critical level for each structural element



1



## VIADOTTO GOZZO, AUTOSTRADA A10

GOZZO VIADUCT –A10 MOTORWAY

almente comportata sotto gli effetti di un evento sismico. Al fine di determinare le sollecitazioni e gli spostamenti degli elementi strutturali, è stata fatta principalmente un'analisi dinamica di tipo lineare con risposta spettrale.

L'ultima fase è stata la verifica di ogni elemento strutturale (giunti e travi dell'impalcato, fondazioni delle pile, ecc.) per mezzo di un approccio semiprobabilistico agli stati limite; i risultati ottenuti dall'analisi hanno mostrato che i principali problemi strutturali potevano essere raggruppati così come indicato nel grafico di figura 3.

L'analisi sismica ha permesso di compilare le schede richieste dal Dipartimento della Protezione Civile relative alla valutazione della vulnerabilità sismica di ponti; in queste schede sono state anche presentate le principali soluzioni tecniche da adottare al fine di realizzare un retrofit sismico delle strutture analizzate.

Le schede sono divise in tre parti principali con diversi livelli di informazione: Parte 1, generale/descrittiva (identificazione dell'opera, dati dimensionali, tipologia materiali, ecc.); Parte 2, dati di input/analisi (classificazione sismica, fattori relativi al suolo, regolarità, ecc.); Parte 3, risultati/retrofit (risultati delle analisi, parametri di riferimento, indicatore di rischio IR, ecc.).

A conclusione dello studio, sulla base della vulnerabilità sismica e del rischio sismico, la Concessionaria autostradale e Sineco hanno sviluppato una strategia di retro-fitting al fine di massimizzare i benefici in relazione ai successivi appalti dei lavori di adeguamento strutturale. La scelta si è basata sulla sostituzione degli appoggi esistenti con nuovi appoggi muniti di appropriati sistemi di connessione, che assicurassero la corretta trasmissione delle azioni sismiche orizzontali dalla sovra alla sottostruttura, e nell'allargamento dell'apertura dei giunti di espansione, per assorbire i movimenti ciclici, o nell'installazione di speciali dispositivi come gli accoppiatori idraulici.

ments, the main seismic analysis adopted was a linear dynamic analysis with spectral response.

The last phase was the verification of each structural elements (deck joints, deck beams, piers foundation, etc.) by means of a semi-probabilistic approach of limit states; the results obtained from the analysis showed that the main structural problems can be summarized as shown in the picture 3.

The seismic analyses allowed to collect the schedules required by Civil Protection Department about seismic vulnerability assessment of bridge structures. In these schedules were presented also a valuation of the principle design solutions in order to realize a seismic retrofit of the structures.

The schedules are divided in 3 main parts due to different information levels: Part 1, general/descriptive (bridge identification; dimensional data; structural and material type; etc.); Part 2, input/analysis (seismic classification; soil factor; regularity; etc.); Part 3, results/retrofit (analysis results; reference parameters; risk indicator IR; etc.).

In the last part of the study, on the base of the structural vulnerability and seismic risk assessments, the Customer and Sineco developed a retro-fitting strategy to maximize the benefits in connection to financial commitments. The main retrofit strategy consisted in the replacement of existing bearing system with a new one with appropriate connecting devices and in widening expansion joint openings or installation of special devices such as shock transmitters units.

4 - A10 Savona-Ventimiglia: viadotto Gozzo

5 - Sistema di sollevamento del viadotto Gozzo e nuovo appoggio in costruzione

6 - Sistema idraulico per il taglio dei giunti sul viadotto Gozzo

4 - A10 Savona-Ventimiglia -Gozzo Viaduct.

5 - Gozzo Viaduct lifting system and new bearing under construction.

6 - Gozzo Viaduct hydraulic cutting system.





## SVINCOLO DI SPOTORNO, AUTOSTRADA A10

### JUNCTION OF SPOTORNO –A10 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Progettazione geotecnica

**Settori:** n n n n

**Committente:** Autostradadei Fiori SpA

**Opera:** Svincolo di Spotorno Autostrada A10

Genova–Ventimiglia

**Anno:** 2008–2011

**Service:** Engineering –Geotechnical Design

**Sectors:** n n n n

**Client:** Autostradadei Fiori SpA

**Infrastructure:** Junction of Spotorno A10 Motorway  
“Genova Ventimiglia”

**Year:** 2008–2011

#### Descrizione

Il rilevato autostradale della rampa di immissione verso Ventimiglia del casello di Spotorno era oggetto di un progressivo lento assestamento riscontrabile lungo la pavimentazione della rampa di immissione. Per tale motivo dal 2008 fino a settembre 2011 è stato implementato da Sineco un sistema di monitoraggio del rilevato e del cunicolo drenante sottopassante l’autostrada in senso trasversale.

I dati raccolti dal monitoraggio, unitamente d una campagna geognostica integrativa svolta nel 2010, hanno permesso di definire, almeno a grande scala, le dimensioni del fenomeno, di individuarne le cause e di definire l’intervento di stabilizzazione. In particolare, le indagini effettuate sono consistite nelle seguenti attività:

- 1 esame dei dati del monitoraggio del muro di controripa, del versante a valle del muro e del cunicolo drenante;
- 1 ricostruzione dell’andamento morfologico e topografico precedente all’inserimento dell’infrastruttura;
- 1 prospezioni georadar sulla pavimentazione;
- 1 esame dei profili geognostici dei sondaggi e delle prove eseguite in sito.

Dalle risultanze delle prospezioni geognostiche e dalle verifiche inclinometriche, piezometriche e georadar è stato possibile affermare che lungo il versante era effettivamente in atto un movimento franoso.

#### Description

The highway survey of the access way towards Ventimiglia from the toll of Spotorno was the subject of a progressive slow settling as confirmed by the pavement of the access junction. For this reason, from 2008 and until September 2011 Sineco implemented a monitoring system of the area and cross-cutting drainage passage under the motorway.

Data collected from the monitoring, together with a supplementary campaign of surveys carried out in 2010, helped to define, at least on a large scale, the size of the phenomenon, to identify the causes and to define the stabilization intervention.

In particular, the investigations carried out consisted of the following activities:

- 1 examination of data collected during the monitoring of the retaining wall, of the downstream side of the wall and the drainage passage;
- 1 reconstruction of the morphological and topographical previous to the addition of the infrastructure;
- 1 GPR observations of the floor;
- 1 examination of the geognostic profiles of the surveys and tests carried out on site.

From the results of the geotechnical observations (inclinometer and piezometer testing) and from GPR data evaluation it was thus possible to state that along the slope a landslide movement was occurring.

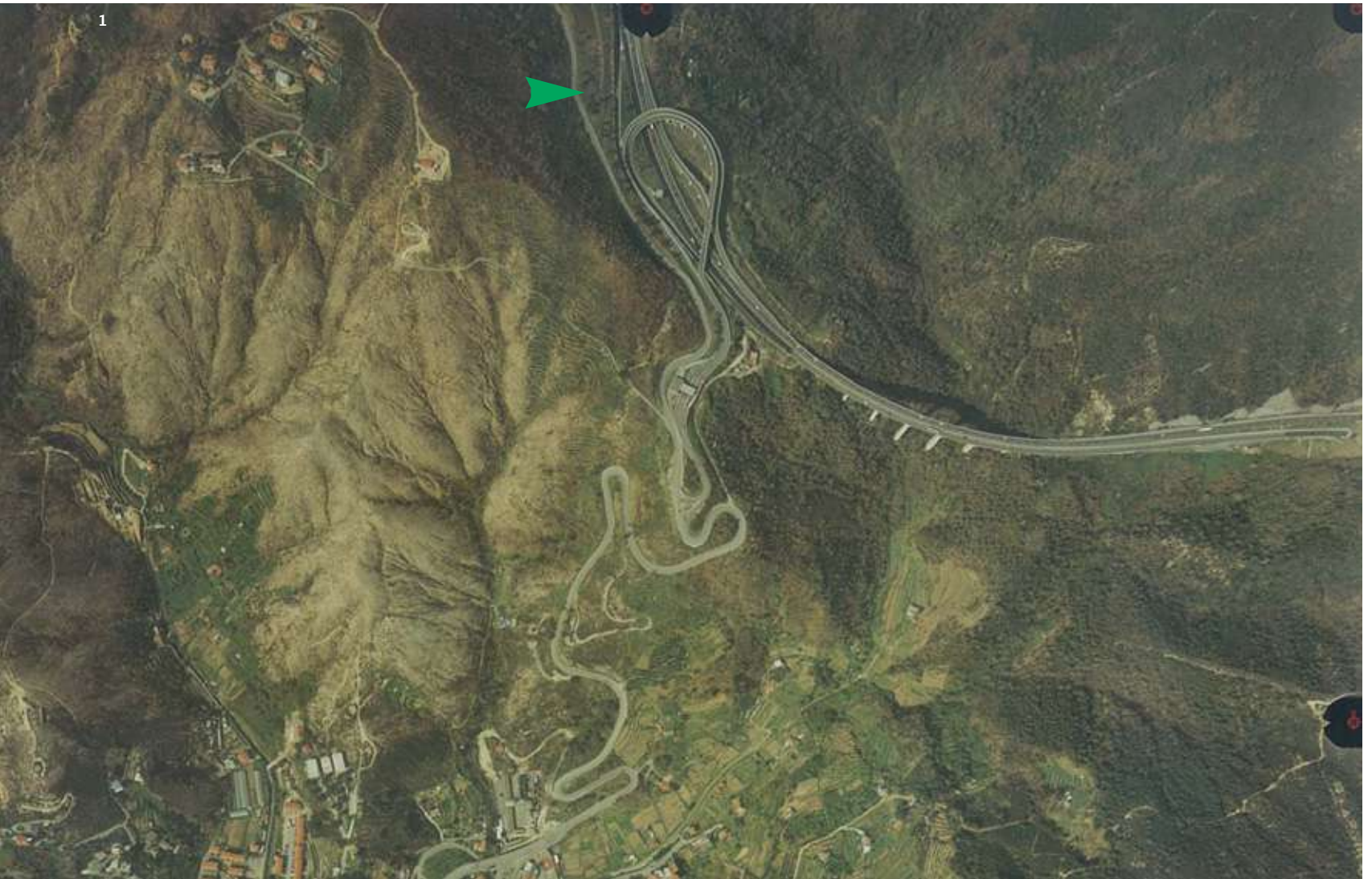
#### Settori / Sectors

- n Ingegneria  
Engineering
- n Lab. prove materiali  
Material test laboratory
- n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys
- n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring

1 – Ubicazione dello svincolo di Spotorno

1 – Junction location in Spotorno

1



## SVINCOLO DI SPOTORNO, AUTOSTRADA A10

JUNCTION OF SPOTORNO –A10 MOTORWAY

La genesi del movimento franoso, era riconducibile alle seguenti cause:

- | natura dei materiali presenti in sito e di quelli di riporto, tutti a marcata componente argillosa, con bassa permeabilità e spesso in condizioni di saturazione;
- | mediocri caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali;
- | sovraccarichi operati lungo il versante;
- | mancata regimazione delle acque lungo il versante a valle del corpo autostradale.

Sulla scorta dei risultati ottenuti, è stato quindi redatto il progetto degli interventi necessari alla stabilizzazione del versante che hanno previsto la realizzazione di una paratia di micropali tirantata, la regimazione delle acque che interessavano il rilevato e l'area di sbocco verso valle del cunicolo e un intervento di ripristino della funzionalità del cunicolo drenante.

The landslide movement was probably caused by the following:

- | type of materials present in situ and used in filling; all materials presented a heavy clay component, low permeability and saturation conditions;
- | mediocre physical and mechanical characteristics of the above-mentioned materials;
- | overloads along the slope;
- | lack of water regulation along the motorway downstream slope.

Based on the obtained results, Sineco delivered a project of works necessary to stabilize the slope; in particular, the project included the construction of a bulkhead of micropiles, a regulation system for the water in the surveyed area and the culvert downstream junction, and a restoration of the culvert drainage functionality.



2 – Panoramica lato Ovest

3 – Vista del rilevato a valle della rampa direzione Ventimiglia

4 – Particolare della pavimentazione sulla rampa di accesso

5 – Cunicolo drenante

2 – West side overview

3 – Overview of the surveyed area at the end of the ramp (Towards Ventimiglia)

4 – Detail of the access ramp pavement

5 – Drainage culvert



## AMMODERNAMENTO TO-MI, AUTOSTRADA A4

### UPGRADING OF THE TORINO -MILANO -A4 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria -Coordinamento Sicurezza in Esecuzione

**Settore:** <sup>n</sup>

**Committente:** SATAPSpA

**Opera:** Ammodernamento Autostrada A4 Torino-Milano

**Anno:** 2009-adoggi

**Service:** Engineering -Coordination of Safety during operation

**Sector:** <sup>n</sup>

**Client:** SATAPSpA

**Infrastructure:** A4 Modernization "Torino-Milano" Motorway

**Year:** 2009-today

#### Descrizione

Tra le attività più rilevanti e recenti effettuate da Sineco in materia di coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, segnaliamo l'apporto offerto a vari lotti del maxiprogetto di ammodernamento dell'autostrada A4 Torino-Milano, consistente, nell'ampliamento delle carreggiate autostradali tra Torino e Boffalora e nella realizzazione della quarta corsia tra Boffalora e Milano. Nello specifico, l'azione di coordinamento svolta da Sineco ha riguardato, dal 2013, i lotti 1.0.2 (2,4 km), 1.4.2 (6,5 km), 2.1 (7 km), Variante di Bernate (5,2 km) e 2.2 (15,5 km) -ovvero quelli del secondo tronco dell'intervento (incluso il primo lotto torinese) -e si è caratterizzata per l'introduzione di tecniche avanzate di ingegnerizzazione del processo documentale dei cantieri che ha significativamente avvantaggiato l'organizzazione generale e, dunque, anche le lavorazioni.

Tra le opere d'arte più significative, possiamo ricordare l'attraversamento di Ticino e Naviglio, in un contesto di stretto affiancamento alla linea ferroviaria AV/AC.

In precedenza Sineco aveva già svolto compiti analoghi nell'ambito di questo progetto. Una case history da menzionare: quella riguardante la realizzazione del nuovo viadotto sul fiume Sesia, che ha comportato la demolizione del precedente, due interventi cruciali del Lotto piemontese 1.4.1 (12,8 km), emblematici anche dell'alto livello della sicurezza nei cantieri (dalle barriere protettive in New Jersey alle reti di contenimento per i materiali, dai parapetti alle linee vita per i transitori).

#### Description

Among the most relevant and recent activities carried out by Sineco in coordinating safety at runtime, we report the contribution offered to several lots of the maxiproject for the modernization of the A4 Torino-Milano, consisting of the expansion of the motorway carriageways between Torino and Boffalora and the implementation of a fourth lane between Boffalora and Milano. Specifically, the coordination action conducted by Sineco has concerned, since 2013, lots 1.0.2 (2.4 km), 1.4.2 (6.5 km), 2.1 (7 km), variant Bernate (5.2 km) and 2.2 (15.5 km) -as saying those on the second section of the project (including the first batch of Torino). It was characterized by the introduction of advanced engineering techniques of the work site document processing which significantly improved the general organization and, therefore, the service.

Among the most significant works, we can point out the crossing of Ticino and Naviglio, in a context of tight alongside the High-Speed and High-Capacity railway line.

Previously Sineco had already carried out similar tasks in this project field.

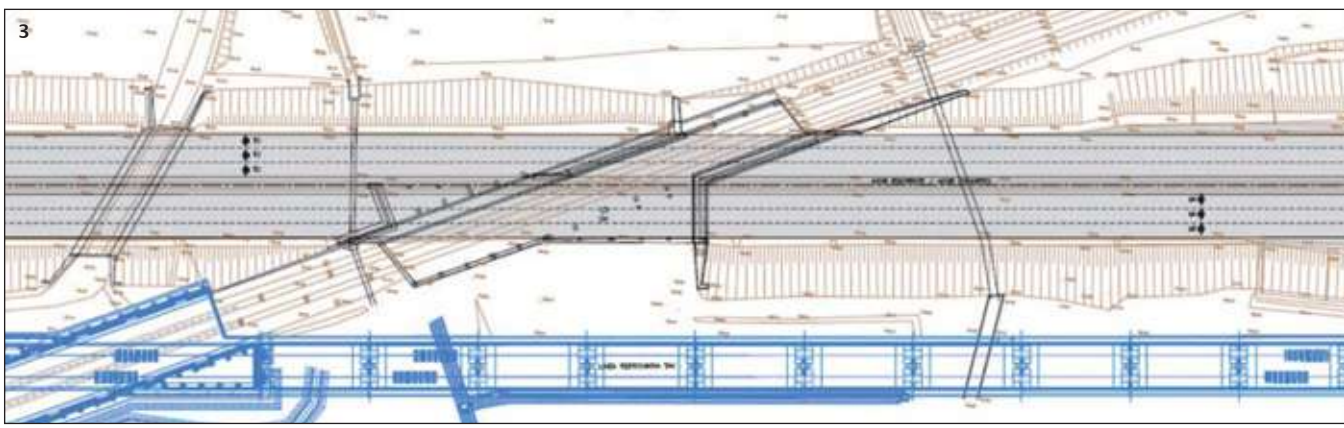
A case history to be mentioned: the one concerning the construction of the new viaduct over the river Sesia, which led to the demolition of the old one -two crucial interventions in the Piedmont Lot no. 1.4.1 (12.8 km), also emblematic for the high level of safety in worksites (from the New Jersey protective barriers to containment netting, from parapets to fall arrest systems for transients).

#### Settore / Sector

<sup>n</sup> Ingegneria  
Engineering

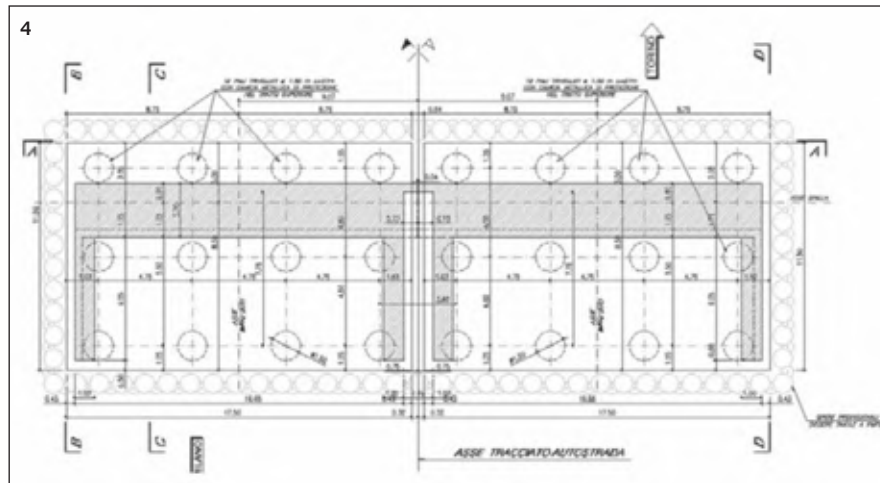
- 1 - Ammodernamento dell'A4 Torino-Milano:tracciato e divisione in lotti
- 2 - Imbocco della galleria artificiale di Bernate Ticino e ponte sul Naviglio
- 3 - L'autostrada ammodernata corre per lunghi tratti in affiancamento alla linea ferroviaria AV/AC

- 1 - Upgrading of the A4 motorway Torino-Milano:Plan and division into lots
- 2 - Entrance of the artificial tunnel of Bernate Ticino and the Naviglio bridge
- 3 - The upgraded motorway stretches for long distances along the High-Speed and High-Capacity railway



## AMMODERNAMENTO TO-MI, AUTOSTRADA A4

UPGRADING OF THE TORINO -MILANO -A4 MOTORWAY



- 4 - Nuovo viadotto sul Ticino: progetto della pianta della spalla
- 5 - Veduta aerea dell'attraversamento del Ticino
- 6 - Ponte sul Naviglio
- 7 - Demolizione del vecchio manufatto di attraversamento del Sesia (2011)
- 8 - Parapetti allestiti nel cantiere del nuovo ponte sul Sesia (2011)
- 9 - Conferenza stampa di presentazione di inizio lavori sul tratto lombardo (1 luglio 2013)

- 4 - New Ticino viaduct: shoulder plan design
- 5 - Aerial view of the Ticino crossing
- 6 - The Naviglio bridge
- 7 - Demolition of the old artifact on the Sesia river (2011)
- 8 - Parapet set up in the Sesia new bridge construction site (2011)
- 9 - Press conference for the announcement of the beginning of works on the Lombard section (July 1<sup>st</sup> 2013)





## TRATTAPIACENZA SUD-MODENA NORD, AUTOSTRADA A1

### PIACENZA SUD -MODENA NORD STRETCH OF THE A1 MOTORWAY

**Servizio:** Rilievo geometrico/topografico carreggiata autostradale

**Settore:** n

**Committente:** Spea Ingegneria Europea SpA

**Opera:** Autostrada A1 tratto Piacenza Sud-Modena Nord

**Anno:** 2010

#### Descrizione

Tra i primi impieghi su vasta scala della strumentazione laser scanner dinamico con sistema Lynx Mobile Mapper va ricordato il progetto pilota del 2009 che ha fatto consacrare la "Lince" quale strumento avanzato e affidabile per il rilievo delle infrastrutture stradali. Teatro della prova è stato il tratto dell'Autosoletra Piacenza Sud e Modena Nord, interessato a futuri interventi di ampliamento. Tra le peculiarità riscontrate in quell'occasione, oltre all'elevata produttività (pochissime ore per l'intero tratto autostradale) e alla precisione del dato fornito, anche l'assenza di interferenze con il traffico autostradale e la massima sicurezza operativa. La fase di acquisizione dei dati si è svolta percorrendo la tratta sulla corsia di marcia lenta a una velocità compatibile alle condizioni reali di traffico che di volta in volta si verificavano; la velocità media di acquisizione è stata di circa 50 km orari sull'intera tratta di carreggiata (199 km). I 2 sensori laser, ruotando su stessi a una velocità di 9.000 rotazioni al minuto, hanno emesso 400.000 impulsi laser al secondo, descrivendo così aree di scansione circolari di raggio pari ad almeno 100 m: i 2 sensori hanno permesso così di rilevare una larghezza complessiva pari ad almeno 200 m.

I risultati della campagna di rilievo sono stati quindi utilizzati da Spea nell'attività di progettazione preliminare dell'ampliamento a quattro corsie; in particolare, i prodotti richiesti dal progettista sono stati le polilinee vettoriali 3D dei cigli della pavimentazione asfaltata e del piede del New Jersey. Quale sistema di riferimento assoluto è stata richiesta la proiezione cartografica Gauss-Boaga (Datum Roma 40) con precisioni del dato piano altimetrico (x,y) tale da garantire un errore massimo contenuto in 2 cm ed in z un errore massimo inferiore a 4 cm. In aggiunta alla restituzione delle polilinee, è stata consegnata la "Nuvola di Punti" (circa 500 punti misurati a metro quadrato di superficie per un totale di oltre 2 miliardi di punti) in formato ASCII e Las, nonché il filmato video ad alta definizione dell'intero tracciato autostradale rilevato.

**Service:** Geometric/Topographic Survey of the motorway lane

**Sector:** n

**Client:** Spea Ingegneria Europea SpA

**Infrastructure:** A1 Motorway - "Piacenza Sud -Modena Nord" stretch

**Year:** 2010

#### Description

Among the first large-scale uses of the dynamic laser scanner tool with Lynx Mobile Mapper System we must remember the 2009 pilot project which consecrated the "Lynx" as an advanced and reliable tool for the surveying of road infrastructures. The theatre of test was the stretch between Piacenza Sud and Modena Nord along the A1 Autosole, object of future expansion works. Among the peculiarities found in that occasion, besides the elevated productivity (few hours for the entire motorway stretch) and the precision of acquired data, also the absence of interference with traffic along the motorway and the maximum operative safety.

The phase of data acquisition occurred while moving along the slowest lane at a speed compatible with the actual traffic conditions experienced from time to time; the average acquisition speed was approx. 50 km/h on the entire stretch of carriageway (199 km). The 2 laser sensors, rotating at a speed of 9000 revs/min emitted 400,000 laser impulses per second describing a circular scanning area with a radius of at least 100 metres; the 2 laser scanners, therefore, permitted to survey an overall width of at least 200 metres.

The results of the survey were then used by Spea for the preliminary project activity for the expansion to four lanes. More specifically, the products required by the developer were 3D vector polylines of paved road edges and of the New Jersey base.

As maximum reference system the Gauss-Boaga map projection was required (Datum Roma 40) with a precision of plane-altimetric data such to guarantee a maximum error of 2 cm in x and y and a maximum error of 4 cm in z. In addition to the creation of polylines, a Points Cloud was also created (approx. 500 points measured per a square meter surface for an overall of more than 2 billion of points) in ASCII and Las Formats, together with a high-definition video of the entire surveyed stretch.

#### Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

- 1 - Lynx Mobile Mapper Sineco
- 2 - Fotografia e corrispondente immagine laser

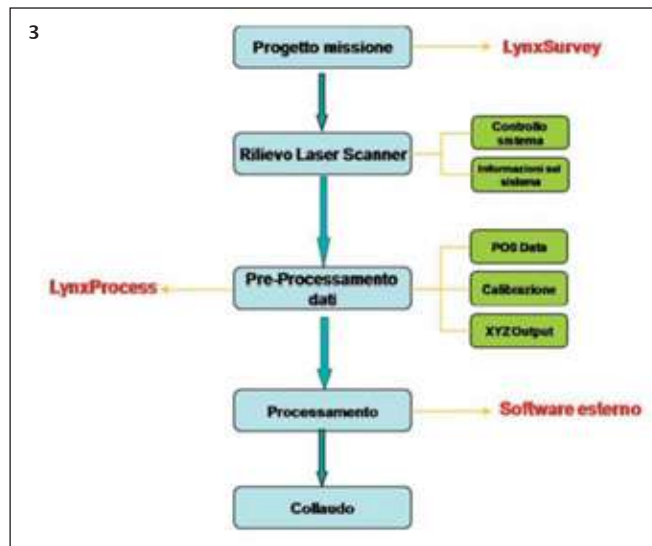
- 1 - Lynx Mobile Mapper by Sineco
- 2 - Laser Image and its photograph





## TRATTAPIACENZA SUD-MODENA NORD, AUTOSTRADA A1

PIACENZA SUD -MODENA NORD STRETCH OF THE A1 MOTORWAY



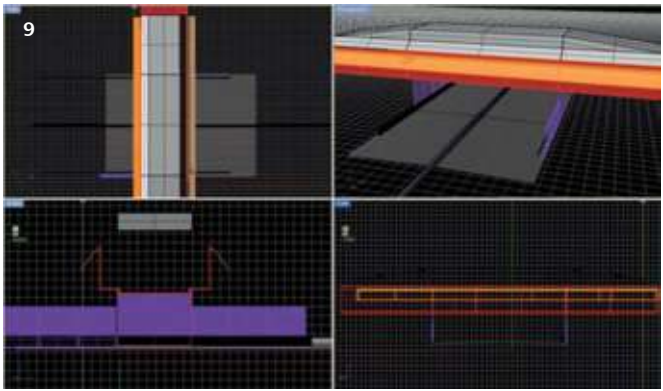
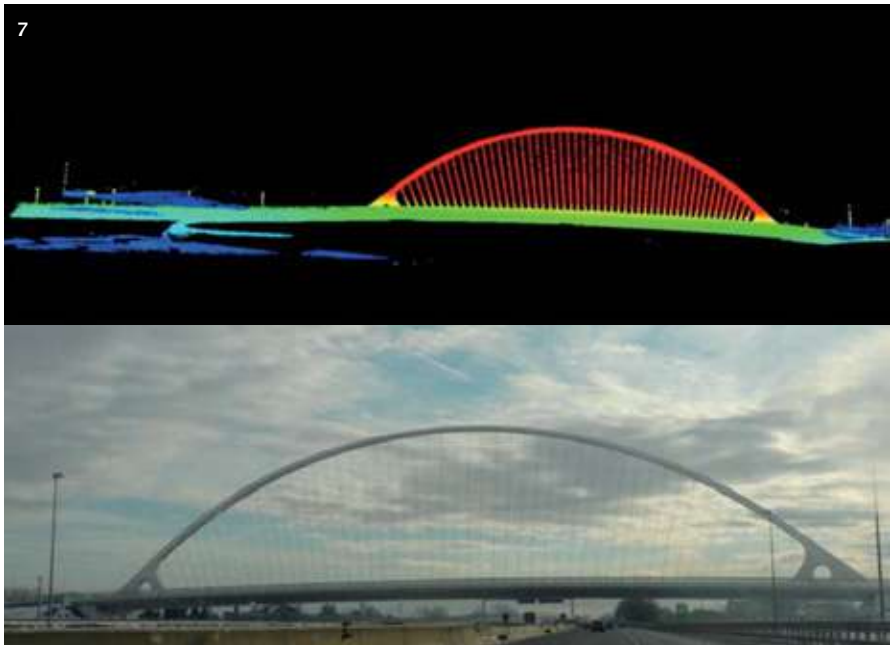
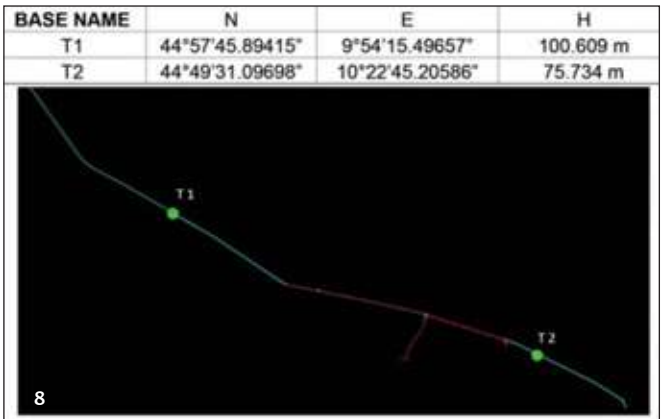
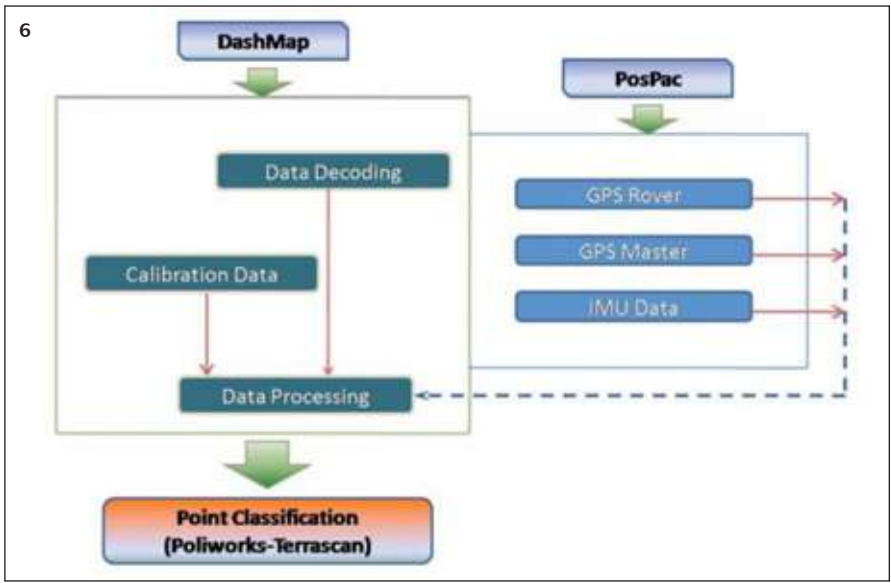
4

AUTOSTRADA - PIACENZA SUD - PARMA	
PUNTI APOGGIO RILIEVO CIGLI	PF 2029S
Fotografia	Descrizione
	Spigolo segnaletica orizzontale del limite visibile in caso di nebbia a forma di mezza luna, in corrispondenza della progressiva Km 90+740.
COORDINATE	
COORDINATE WGS 84	
Longitudine	10° 12' 28.6108"
Latitudine	44° 52' 12.1819"
Quota ell.	85.243 m
COORDINATE RETTILINEE	
X	Y
3603182.365	3197499.974
COORDINATE UTM (FUSO 32)	
Est	Nord
595419.741	4969223.891
Quota ortometrica	
PP	46.682 m
PP (piano di paragone)	
Scurlo	
Schema	Fotografia particolare
	
Realizzazione: DIGITAL RILIEVI S.r.l.	
Febbraio 2009	




- 3 - Fasi operative
- 4 - Scheda monografica
- 5 - Lungo l'Autosole: immagini fotografiche e laser a confronto
- 6 - Fasi del pre-processamento
- 7 - Il ponte di Calatrava a Reggio Emilia (km 129)
- 8 - Creazione della SBET e correzione con Base Station
- 9 - Modellazione Autogrill di Fiorenzuola

- 3 - Operative Workflow
- 4 - Monographic Sheet
- 5 - Along the Autosole: comparison of photographic and laser images
- 6 - Pre-processing Workflow
- 7 - The Bridge of Calatrava in Reggio Emilia (km 129)
- 8 - Creation of the SBET and correction with Base Station
- 9 - Modelling of the Autogrill in Fiorenzuola



## TRATTAROSIGNANO–CIVITAVECCHIA, AUTOSTRADA A12

### ROSIGNANO–CIVITAVECCHIA STRETCH OF THE A12 MOTORWAY


<b>Servizio:</b> Rilievo geometrico/topografico carreggiata autostradale
<b>Settore:</b> 
<b>Committente:</b> Spea Ingegneria Europea SpA
<b>Opera:</b> Autostrada A12 Rosignano–Civitavecchia, vari lotti
<b>Anno:</b> 2010

#### Descrizione

Nel 2010 Sineco ha effettuato una serie di rilievi funzionali all'attività di progettazione definitiva di vari lotti dell'Autostrada A12 Genova–Roma, tratto Rosignano–Civitavecchia, in carico a Spea Ingegneria Europea (Gruppo Autostrade per l'Italia). L'attività è stata condotta impiegando il sistema laser scanner dinamico "Lynx Mobile Mapper", di cui Sineco è dotata già dal 2008, che consente di effettuare rapidamente misure georiferite ottenendo nuvole di punti rappresentative dell'infrastruttura e dell'ambiente in cui è inserita. La soluzione impiegata rappresenta il risultato dell'integrazione di due strumentazioni: il sistema laser LiDAR, composto da 2 sensori con range di acquisizione maggiore di 200 m e copertura a 360°, e il sistema POS, formato da GPS, piattaforma inerziale e odometro di precisione. Completa la dotazione strumentale il sistema di video acquisizione ad alta risoluzione che, per il caso specifico, è stato configurato con n° 3 telecamere posizionate frontalmente, a 45° ed a 90° rispetto alla direzione di marcia. Il servizio è stato distinto nelle due macrofasi dell'acquisizione e della restituzione dei dati, in particolare:

- 1 rilievo laser scanner della rete;
- 1 pre-processamento per l'ottenimento delle "nuvole di punti" georiferite (x,y,z);
- 1 appoggi di precisione delle stesse, mediante allineamento ai GCP (Ground Control Point) di riferimento;
- 1 estrazione automatica delle polilinee 3D dei cigli della pavimentazione ed importazione in ambiente CAD.

L'acquisizione dei dati è avvenuta in corsia di marcia, ad una velocità di crociera di circa 60 km/h, permettendo così di acquisire in un solo giorno circa 200 km di carreggiata autostradale.

<b>Service:</b> Geometric/Topographic Survey of the motorway lane
<b>Sector:</b> 
<b>Client:</b> Spea Ingegneria Europea SpA
<b>Infrastructure:</b> A12 Motorway "Rosignano–Civitavecchia", several lots
<b>Year:</b> 2010

#### Description

In 2010 Sineco carried out a series of surveys functional to the final activity project of several sections of the Rosignano–Civitavecchia stretch along the A12 Genova–Roma Highway, managed by Spea Ingegneria Europea (Gruppo Autostrade per l'Italia).

The activity was conducted by using the "Lynx Mobile Mapper" (a dynamic laser scanner system), owned by Sineco since 2008, and which permits to quickly acquire georeferenced measures and to create laser point clouds representing the infrastructure and the surrounding environment.


The used solution is the result of the integration of two systems: the laser system LiDAR (consisting of 2 sensors with an acquisition range greater than 200 m and a coverage of 360 degrees), and the POS system (equipped with GPS, inertial platform and accuracy odometer). The high-resolution video capturing system completes the instrumental equipment and, for this specific case, it counted of no. 3 frontally-positioned cameras, at 45 and 90 degrees to the direction of travel.

Therefore and as usual, the service was divided into two stages: acquisition and return of data. In particular:

- 1 network laser scanner survey;
- 1 pre-processing to obtain georeferenced "point clouds" (x, y, z);
- 1 precision support through the alignment to the Ground Control Points (GCPs);
- 1 automatic extraction of 3D polylines of pavement sides and upload to CAD environment.

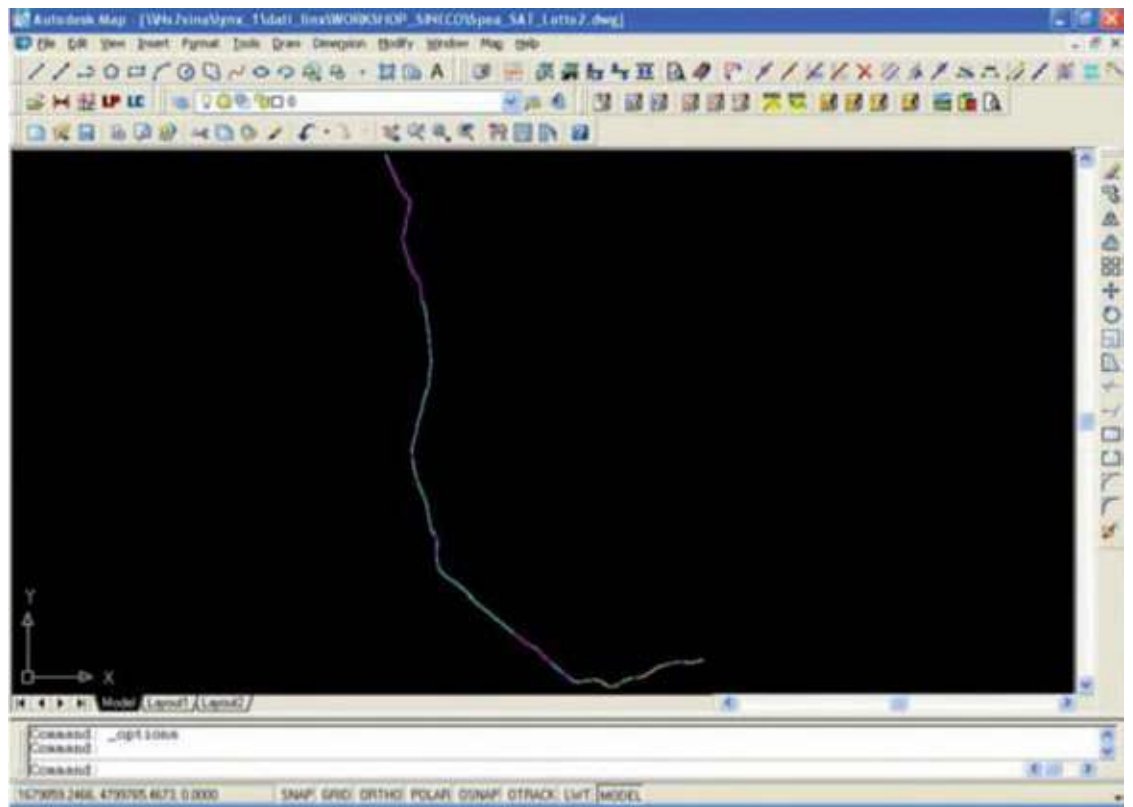
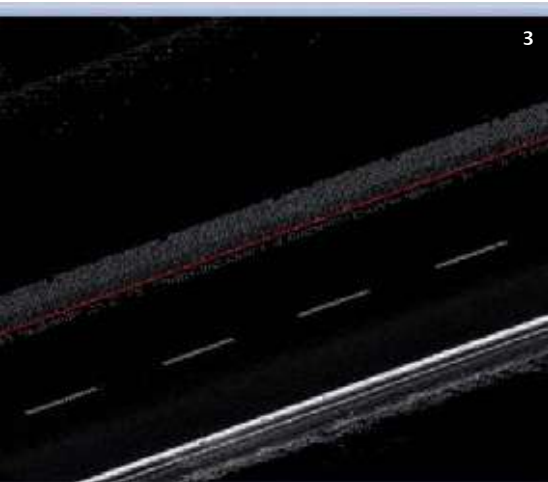
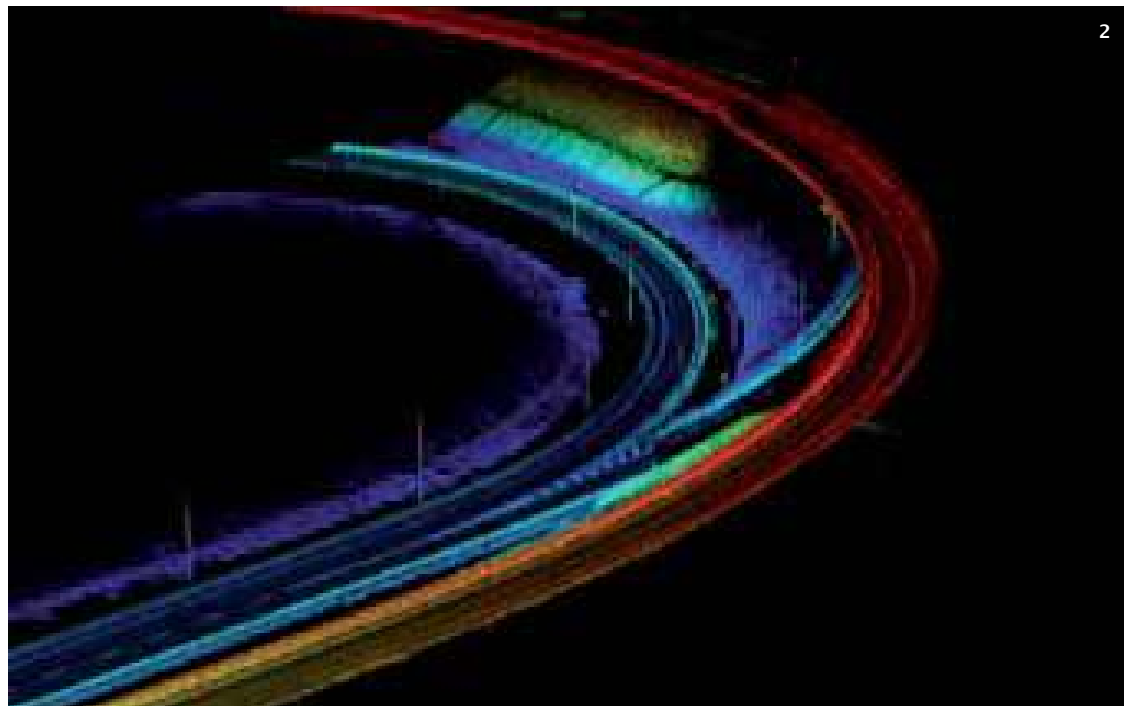
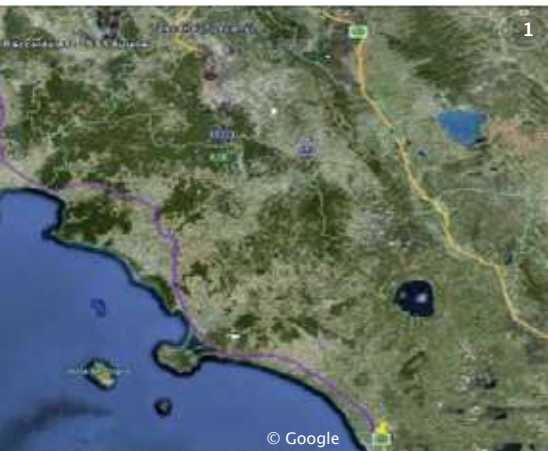
The acquisition of data was conducted along the lane, at a cruising speed of about 60 km/h, allowing to acquire approximately 200 km of motorway carriageway per day.

#### Settore / Sector

-  Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

- 1 - Autostrada A12: il tratto oggetto dei rilievi
- 2 - Nuvole di punti in 3D: esempio di processamento dei dati
- 3 - Digitalizzazione dei cigli
- 4 - Importazione in CAD

- 1 - A12 Motorway: the section object of the surveys
- 2 - 3D Point Clouds: example of data processing
- 3 - Border Digitalization
- 4 - CAD Input



## CANTIERI, AUTOSTRADA A33

### CONSTRUCTION SITES –A33 MOTORWAY

**Servizio:** Controlli di laboratorio in corso d'opera e finali  
**Settore:** n  
**Committente:** Autostrada Asti–CuneoSpA  
**Opera:** Autostrada A33 Asti–Cuneo, lotti 1.4.3 e 1.5  
**Anno:** 2010

#### Descrizione

L'autostrada Asti–Cuneo, parte in esercizio e parte in costruzione, si articola in due tronchi di lunghezza complessiva pari a 90,15 km, tra loro connessi da un tratto di 20 km dell'autostrada A6 Torino–Savona, da Marene a Massimini. Il Tronco 1 va da Cuneo all'interconnessione di Massimini sull'A6. Il Tronco 2 va dagli svincoli di Asti Est e Asti Ovest dell'A21 Torino–Piacenza fino allo svincolo di Marene sull'A6. Sinco, nel 2010, attraverso il suo laboratorio di Castelletto Stura, si è occupata di effettuare una cospicua serie di prove e controlli nell'ambito di due lotti costruttivi di questa infrastruttura autostradale di nuova realizzazione, accompagnandone l'esecuzione dalle prime attività di cantiere fino al collaudo. I lotti in questione sono stati il Lotto 1.4.3 e il Lotto 1.5, la cui lunghezza complessiva ammonta a circa 14 km (Lotto 1.4.3 di 10,213 km e Lotto 1.5 di 2,382 km, a cui va aggiunta la Bretella per "Bovesana" di lunghezza pari a 1,426 km). Tra le numerose attività eseguite, possiamo richiamare le seguenti:

- 1 controllo della fluidità dei polimeri nell'ambito della realizzazione delle opere di fondazione;
- 1 prove cross-holes sui pali;
- 1 prove di carico su piastra e di densità in sito sugli strati dei rilevati stradali;
- 1 controlli sul calcestruzzo fresco per la realizzazione delle strutture di un cavalcavia-ferrovia;
- 1 controlli sulla composizione del misto cementato con prelievo di materiale;
- 1 controlli giornalieri del conglomerato bituminoso, sia all'impianto che durante la posa in opera;
- 1 controllo del serraggio bulloni del ponte Stura Demonte;
- 1 controllo delle saldature della guaina in PVC nell'ambito dell'impermeabilizzazione della galleria dei Ronchi;
- 1 prove di pull-out delle barriere di sicurezza.

L'attività del laboratorio ha, infine, compreso l'esecuzione delle prove necessarie al collaudo finale delle opere realizzate.

**Service:** In- and post-operam laboratory tests  
**Sector:** n  
**Client:** Autostrada Asti–CuneoSpA  
**Infrastructure:** A33 Motorway "Asti–Cuneo", lots no. 1.4.3 and 1.5  
**Year:** 2010

#### Description

The Asti–Cuneo Motorway –which is partially open to traffic and partially in construction –counts of two sections with an overall length of 90.15 km, sections which are connect by a 20 km section of the Torino–Savona A6 motorway (from Marene to Massimini). Section no. 1 runs from Cuneo to the interconnection with the A6 in Massimini. Section no. 2 runs from the Asti Est and Asti Ovest junctions along the Torino–Piacenza A21 Motorway to the Marene Exit along the A6. In 2010 and through its Laboratory in Castelletto Stura, Sinco was engaged in the carrying out of a large number of tests and checks for the two lots of this motorway to be built; Sinco followed the entire process, from the first building phases to the final testing. The above-mentioned lots were no. 1.4.3 and no. 1.5 with an overall length of approximately 14 km (10.213 km for Lot no. 1.4.3 and 2.382 km for Lot no. 1.5; and the "Bovesana" link road with a length of 1.426 km also included). Among the several carried-out activities, the following should be mentioned:

- 1 rest on the polymer flow in the realization of foundation works;
- 1 cross-hole tests on piles;
- 1 loading plate and density in-situ tests on the surveyed road layers;
- 1 tests on fresh concrete used for the realization of structures for a railway overpass;
- 1 tests on the composition of the mixed cement layer with material sampling;
- 1 daily tests on the bituminous conglomerate, both in the plant and during laying;
- 1 tests on bolt tightening on the Stura Demonte Bridge;
- 1 tests on the welding of the PVC jacket with regards to the waterproofing sealing of the Ronchi Tunnel;
- 1 pull-out tests on safety barriers.

Finally, the laboratory activity included the checks necessary to the final testing of the built structures.

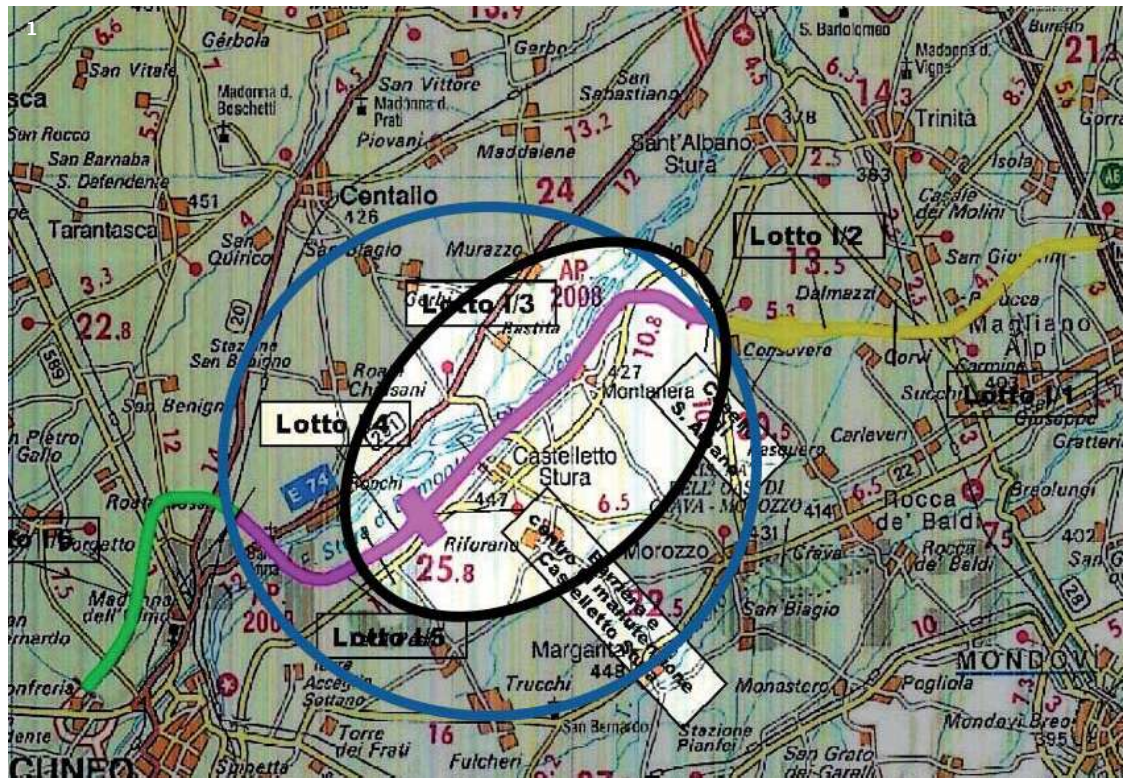
#### Settore / Sector

n Lab. prove materiali  
 Material test laboratory

- 1 - Ubicazione dell'intervento
- 2 - Prove di pull-out barriere di sicurezza

- 1 - Location
- 2 - Pull-out tests on safety barriers





2

**CANTIERI, AUTOSTRADA A33**  
CONSTRUCTION SITES -A33 MOTORWAY



- 3 - Stesa del conglomerato bituminoso
- 4 - Controllo fluidità dei polimeri pali di fondazione
- 5 - Controllo del calcestruzzo
- 6 - Controllo saldature guaina in PVC per impermeabilizzazione

- 3 - Laying of the bituminous conglomerate
- 4 - Test on the polymer flow of foundation piles
- 5 - Test on concrete
- 6 - Tests on the welding of the PVC jacket for waterproofing sealing



## VIADOTTO CARRODANO, AUTOSTRADA A12

### CARRODANO VIADUCT –A12 MOTORWAY

<b>Servizio:</b> Ingegneria –Progetto di adeguamento sismico
<b>Settori:</b> n n n
<b>Committente:</b> SALTSpA
<b>Opera:</b> Viadotto Carrodano Autostrada A12Genova–Livorno
<b>Anno:</b> 2010

#### Descrizione

Un'accurata indagine ispettiva, effettuata con il metodo SIOS, ha consentito di individuare le aree e le principali cause di degrado del viadotto Carrodano sull'autostrada A12 Genova–Livorno, nel tratto gestito dalla concessionaria SALT SpA, premessa indispensabile alla formulazione di un efficace progetto di manutenzione straordinaria finalizzato a migliorare gli standard di qualità della struttura. Il viadotto in esame, collocato in zona sismica di classe 3 secondo l'OPCM n° 3274 del 20/3/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", è stato oggetto di un'ispezione approfondita che ha condotto, innanzitutto, alla scelta progettuale di adeguarne le strutture nei riguardi di azioni sismiche secondo le Norme Tecniche DM 14/1/2008, mediante la sostituzione degli appoggi e dei giunti. L'indagine ha inoltre rilevato la presenza di forti distacchi di copriferro, armature scoperte e corrose e dilavamenti. Sulla base degli ammaloramenti riscontrati e in funzione dei risultati dell'analisi sismica della struttura, il progetto di riqualifica e adeguamento dell'opera, messo a punto dall'area Ingegneria di Sineco, ha previsto una serie di interventi riassumibili in:

- 1 interventi di riqualificazione della struttura, con l'obiettivo di ottenere la massima durabilità dell'opera, mediante interventi economicamente sostenibili;
- 1 interventi di adeguamento della struttura necessari ai fini delle Norme Tecniche 2008 per le costruzioni in zona sismica.

In particolare, il progetto ha riguardato il rinforzo delle fondazioni delle pile mediante esecuzione di micropali, l'incamiciatura dei fusti delle pile, la sostituzione degli appoggi esistenti, l'adeguamento della spalla nord e sud, l'adeguamento dell'intradosso ed estradosso dell'impalcato, interventi sui giunti e sulla pavimentazione esistente.

<b>Service:</b> Engineering –Seismic Adjustment Project
<b>Sectors:</b> n n n
<b>Client:</b> SALT SpA
<b>Infrastructure:</b> Carrodano Viaduct –A12 Motorway "Genova–Livorno"
<b>Year:</b> 2010

#### Description

A thorough investigation inspection, carried out by the SIOS method, helped to identify the areas and the main causes of deterioration of the Carrodano viaduct on the A12 "Genova–Livorno", in the stretch run by SALT SpA: a prerequisite to the formulation of an effective project maintenance aimed at improving the structure quality standards. The viaduct in question, rated in seismic Class 3 according to the 'OPCM No. 3274 of 20/3/2003' "First elements on general criteria for seismic classification of the national territory and technical standards for construction in seismic areas", was the subject of a detailed inspection that led to the decision of a project to adapt the structures to seismic actions, through the replacement of bearings and joints as by the Technical Standards (Italian Ministerial Decree of January 14th, 2008). The survey has also found the presence of strong concrete cover flaking, uncovered and corroded reinforcement and washouts. Based on the observed deteriorations and depending on the results of seismic analysis of the structure, the project of work upgrading and adaptation, developed by Sineco's engineering technical area, has covered a series of interventions that can be briefly summarized in:

- 1 structure redevelopment, with the aim of achieving the maximum structure durability, through economically-sustainable interventions;
- 1 necessary structure upgrading for the 2008 Technical Standards purposes for constructions in seismic areas.

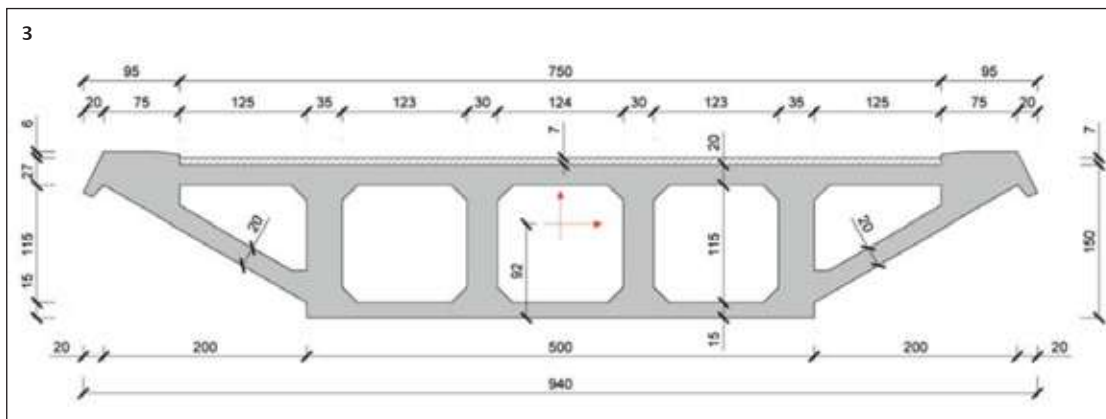
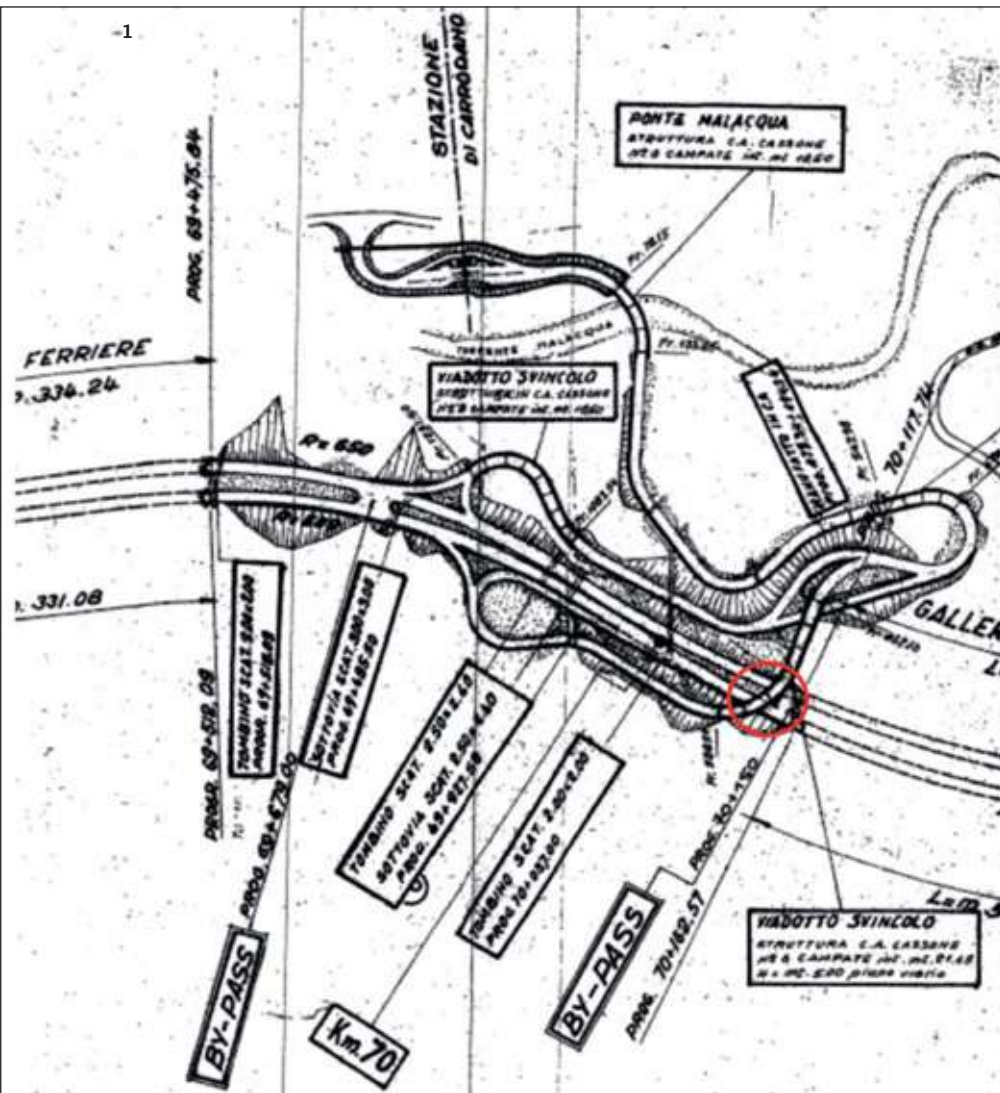
In particular, the project focused on the reinforcement of pile foundations by using micro-piles, the cladding of the pile, the replacement of existing supports, the adjustment of the northern and southern abutments, the adaptation of the intrados and extrados of the bridge deck, interventions on the joints and on the existing pavement.

#### Settori / Sectors

- n Ingegneria  
Engineering
- n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections
- n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

- 1 - Ubicazione planimetrica del viadotto
- 2 - Vista panoramica del manufatto
- 3 - Sezione corrente dell'impalcato
- 4 - Vista del sottoimpalcato in corrispondenza del giunto

- 1 - Planimetric Location of the Viaduct
- 2 - Work Panoramic View
- 3 - Current Section of the bridge deck
- 4 - View of the under bridge near a joint



## VIADOTTO ASTI, AUTOSTRADA A21

### VIADUCT OF ASTI –A21 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Progetto di ampliamento alla 3ª corsia

**Settori:**  

**Committente:** SATAPSpA

**Opera:** Viadotto Asti, Autostrada A21 Torino–Piacenza

**Anno:** 2010

#### Descrizione

Sineco ha effettuato per SATAP un'indagine finalizzata a "fotografare" lo stato di efficienza del viadotto Asti, sull'autostrada A21 Torino–Piacenza, a individuarne le cause principali del degrado delle strutture ammalorate e quindi a progettare un intervento di riqualificazione, adeguando così l'opera d'arte alla normativa in materia di progettazione di ponti, barriere di sicurezza e salvaguardia ambientale. Il viadotto, che si estende per una lunghezza totale pari a 1.099 m, è formato da 72 campate. La sezione trasversale è realizzata con quattro travi a T in calcestruzzo armato ordinario di altezza 1,30 m, con soletta collaborante gettata in opera di spessore pari a 0,22 m. La valutazione dello stato di conservazione generale dell'opera è stata effettuata mediante un'accurata indagine, condotta dall'area operativa sperimentale di Sineco, mirata alla raccolta di tutte le informazioni necessarie per la progettazione finale dell'intervento, compresa l'analisi ed interpretazione del materiale ispettivo collezionato dalla Committente. Per quanto riguarda l'attività ispettiva, propeudeutica alla progettazione, essa si è sviluppata attraverso:

- 1 esami visivi dettagliati dell'intera struttura e prove in situ costituite da sondaggi sugli elementi più significativi, misure del profilo della penetrazione degli ioni cloruro e della profondità di carbonatazione;
- 1 prove di laboratorio sui campioni prelevati dalla struttura del viadotto allo scopo di stimare il livello di qualità e le caratteristiche meccaniche sia del calcestruzzo sia delle armature ordinarie.

**Service:** Engineering –Widening Project (3<sup>rd</sup> lane)

**Sectors:**  

**Client:** SATAPSpA

**Infrastructure:** A21 Motorway "Torino–Piacenza" –Viaduct of Asti

**Year:** 2010

#### Description

On behalf of SATAP, Sineco conducted a survey to "photograph" the efficiency of the Asti viaduct, along the A21 Torino–Piacenza highway, in order to identify the main causes of the decay of the structures and to design a redevelopment project, adapting the structure to the regulations regarding the design of bridges, safety barriers and environmental protection.

The viaduct, which extends for a total length of 1,099 m, is formed by 72 spans. The cross section is made of four T-beams in ordinary reinforced concrete and with an height of 1.30 m, with a cast-on-site composite slab with a thickness of 0.22 m.


An assessment of the general conservation status of the work has been carried out with an accurate survey, conducted by the Sineco's experimental area, aimed at collecting all the necessary information for the final intervention project, and included the analysis and interpretation of the inspection data collected by the Client.

The inspection activity, preliminary to the project, was carried out through:

- 1 detailed visual examination of the entire structure and in-situ tests consisting of surveys of the most significant elements, of measures of the chloride ion penetration level, and of the carbonation depth;
- 1 laboratory tests on samples taken from the viaduct structure in order to estimate the level of quality and the mechanical characteristics of the concrete and of the ordinary reinforcement components.

#### Settori / Sectors

 Ingegneria  
Engineering

 Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

1 – Vista dello scavalco sulla SS 457

2 – Vista da via Spandre ad Asti

1 – View of the SS457 bypass

2 – View of Via Spandre in Asti



## VIADOTTO ASTI, AUTOSTRADA A21

### VIADUCT OF ASTI –A21 MOTORWAY

Il progetto, messo a punto dall'area ingegneri di Sineco, ha elaborato una serie di interventi che in maniera sintetica vengono riassunti in:

- 1 ripristino ordinario dell'opera consistente in interventi strutturali puntuali e mirati con lavori di ricostituzione dei copriferrì e di protezione dei calcestruzzi (manutenzione ordinaria comunque necessaria);
- 2 adeguamento della struttura ai nuovi carichi di legge con introduzione di migliorie quali la catena cinematica per ridurre i giunti stradali e l'adeguamento dei cordoli e delle barriere sicurvia a piattaforma invariata (2 corsia di marcia +emergenza);
- 3 adeguamento della struttura alle normative in materia di carichi sui ponti e di barriere sicurvia, l'introduzione della catena cinematica e l'adeguamento dell'impalcato alle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade DM del 5/11/2001.

Sono stati infine previsti una serie di interventi complementari per la salvaguardia dei corpi idrici nei confronti di potenziali impatti derivanti dallo smaltimento delle acque di piattaforma e di eventuali sversamenti accidentali.

The project, developed by Sineco's engineering area, has developed a series of interventions that can be briefly summarized in:

- 1 ordinary restoring of the viaduct, as saying specific and targeted structural interventions including the rebuilding of the concrete cover and the protection of the concrete (ordinary maintenance however necessary);
- 2 adaptation of the structure in according to law requirements with the introduction of improvements such as a kinematic chain to reduce the road joints and the adjustment of the curbs and guardrail barriers for unvaried platform (2 lanes +emergency);
- 3 adaptation of the structure to the requirements in terms of loads on bridges and guardrail barriers; the introduction of a kinematic chain and the adaptation of the bridge deck to the functional and geometric standards for the construction of roads (Italian Ministerial Decree of November 5th, 2001).

Finally, Sineco provided a series of complementary interventions for the protection of water bodies against potential impacts resulting from the disposal of the surface waste water and any accidental spill.



3 - Scavalco sulla linea ferroviaria Asti-Casale



3 - Bypass on the Asti-Casale railway

4 - Attraversamento del torrente Versa

4 - Bridge on the Versa creek

5 - Particolare di un pluviale

5 - Detail of a rain-fed system

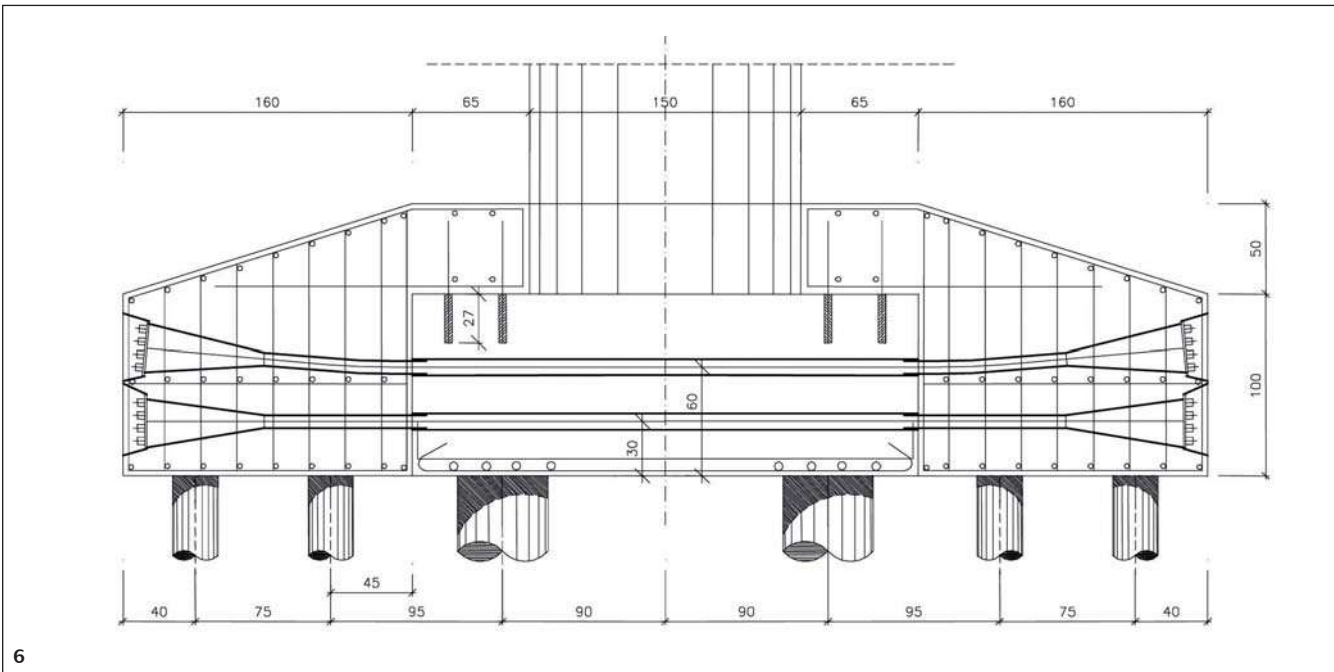
6 - Dal progetto di manutenzione: rinforzo delle pile

6 - From the maintenance project: pile strengthening





5



6



## VIADOTTORIO QUARTO INFERIORE, AUTOSTRADA A21

### RIO QUARTO INFERIORE VIADUCT –A21 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria-Progetto di ampliamento alla 3<sup>a</sup> corsia

**Settore:** n

**Committente:** SATAPSpA

**Opera:** Viadotto Rio Quarto Inferiore, Autostrada A21

Torino-Piacenza

**Anno:** 2010

#### Descrizione

Sineco ha effettuato un monitoraggio finalizzato a determinare lo stato di efficienza del viadotto Rio Quarto Inferiore, situato sull'autostrada A21 Torino-Piacenza gestita dalla concessionaria SATAP, individuando le cause principali del degrado e formulando un intervento di riqualificazione e allargamento del manufatto. Nello specifico la valutazione dello stato di conservazione del viadotto è stata condotta nelle seguenti fasi:

- 1 indagine ispettiva estesa su tutti gli elementi strutturali;
- 1 prelievo di materiale per la determinazione delle caratteristiche meccaniche;
- 1 rilievo a campione delle armature dei principali elementi strutturali;
- 1 verifica statica degli elementi strutturali.

Mediante carotaggio sugli elementi tipologici più significativi (soletta, travi, traversi, pile, pulvini) sono stati ottenuti campioni per poter definire un valore di resistenza media mediante esecuzione di prove di compressione, misure del profilo della penetrazione degli ioni cloruro e della profondità di carbonatazione. Test di trazione sono stati condotti su campioni di barre di armatura di rinforzo dei cordoli del viadotto, mentre sui cavi di precompressione sono state previste misurazioni con metodo riflettometrico. Il progetto degli interventi è stato finalizzato al ripristino delle strutture esistenti, alla realizzazione di una nuova struttura per l'adeguamento in larghezza dell'opera, alla sostituzione degli appoggi ed al ripristino superficiale delle pile. Sono stati inoltre introdotti alcuni miglioramenti alla concezione strutturale originale mediante introduzione della continuità longitudinale della soletta con riduzione ad un unico giunto stradale e la ricostruzione dei cordoli in modo da poter installare le barriere prescritte dalle nuove normative (guardia via tipo H4 a elevato contenimento). Oltre alla progettazione l'incarico ha previsto la Direzione dei Lavori e il Coordinamento della Sicurezza in fase di esecuzione.

- 1 - Pianta delle fondazioni nel tratto di scavalco della SP 14 Asti-Casale
- 2 - Vista delle pile con schema a portale
- 3 - Vista delle pile con schema a mensola
- 4 - Muro di contenimento della spalla lato Piacenza
- 5 - Barriere di sicurezza montate su cordoli esterni
- 6 - Sezione dell'impalcato attuale e ipotesi del progetto di allargamento

**Service:** Engineering –Widening Project (3<sup>rd</sup> lane)

**Sector:** n

**Client:** SATAPSpA

**Infrastructure:** Rio Quarto Inferiore Viaduct A21 Motorway  
"Torino –Piacenza"

**Year:** 2010

#### Description

Sineco has carried out a monitoring service in order to determine the efficiency of the Rio Quarto Inferiore viaduct –located on the A21 Turin-Piacenza motorway managed by SATAP –to identify the main causes of degradation and to formulate a project for the structure rehabilitation.

Specifically, the assessment of the conservation status of the viaduct was conducted through the following phases:

- 1 depth inspection of all structural elements;
- 1 sampling of material to determine the mechanical characteristics of the main structural elements;
- 1 static analysis of the structural elements.

By coring on the most significant typological elements (slab, beams, cross beams, piles, pulvins) samples were collected to define an average resistance value through the conduction of compression tests, measurements of chloride ion penetration level and of carbonation depth. Tensile tests were conducted on samples of viaduct curb reinforcing bars while the reflectometric measuring method was used on the pre-stressing cables.

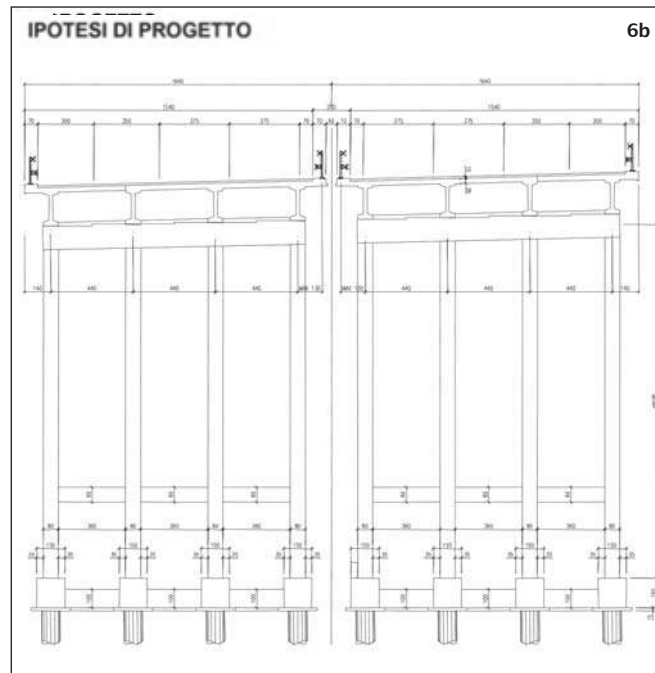
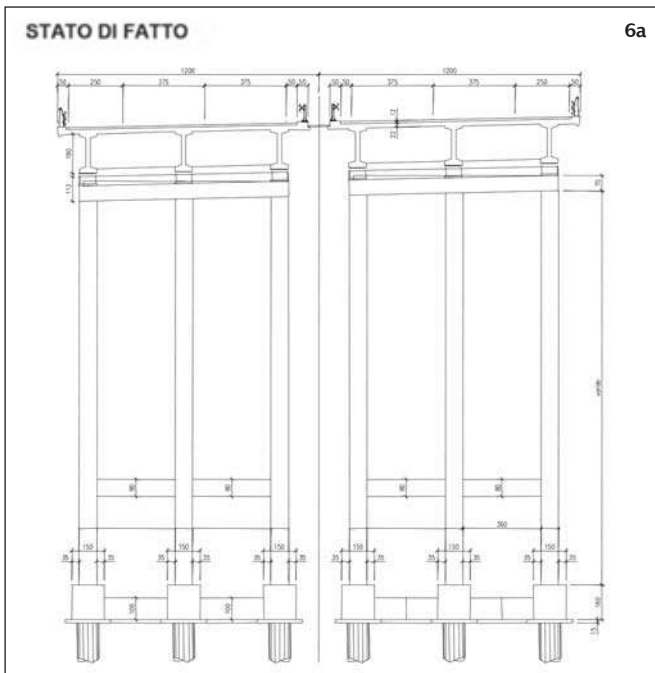
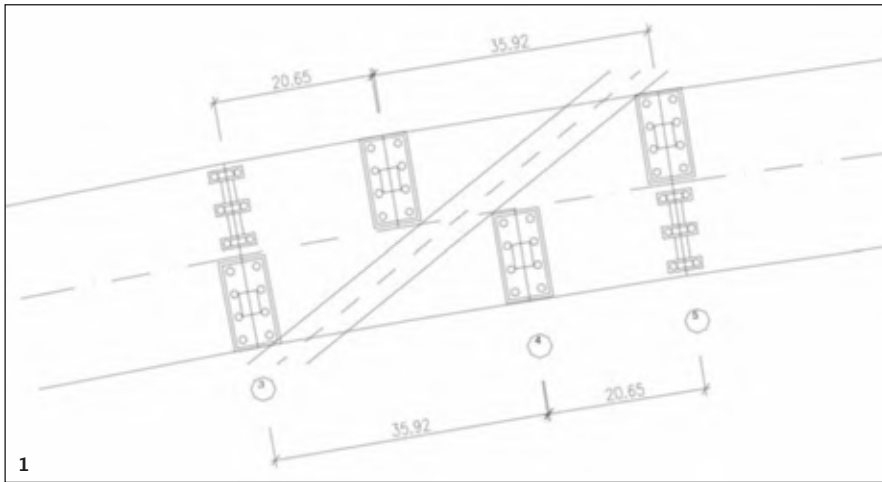
The project intervention aimed at restoring the existing structures, at creating a new structure to adjust the viaduct width, at replacing of the beam supports and at external restoring of piles. Some improvements were also introduced to the original structural design by adding the longitudinal continuity of the slab with the reduction to a single road joint and the reconstruction of curbs to set up barriers as required by the new regulations (high containment H4-type guardrails).

In addition to the project, the service included the Supervision of Works and the Coordination of Safety during the execution phase.

- 1 - Rio Quarto Viaduct: foundation plan in the section on the Asti-Casale SP 14
- 2 - View of piles with portal structure
- 3 - View of piles with cantilever structure
- 4 - Shoulder retaining wall (Piacenza side)
- 5 - Safety barriers on external kerbs
- 6 - Section of the current structure and hypothesis for enlargement project

Settore / Sector

n Ingegneria  
Engineering



## PEDEMONTANA LOMBARDA

### PEDEMONTANA LOMBARDA

<b>Servizio:</b> Monitoraggio ambientale
<b>Settore:</b> n
<b>Committente:</b> Pedelombarda Scpa (Salini Impregilo, Astaldi, Pizzarotti, ACI Scpa)
<b>Opera:</b> Autostrada A36 Pedemontana lombarda –Tratta A e Tangenziali di Varese e Como
<b>Anno:</b> 2010–2015

#### Descrizione

Accompagnare le fasi progettuali, oltre a quelle di cantiere e di esercizio, con un monitoraggio ambientale completo e accurato, nonché con una serie di indagini funzionali all'ottenimento del migliore inserimento dell'infrastruttura nell'ambiente. È quanto messo in atto da Sineco nell'ambito della progettazione e realizzazione della Tratta A (con Tangenziali di Varese e Como) dell'A36 Pedemontana lombarda, entrata parzialmente in esercizio alla fine del gennaio 2015. L'attività di monitoraggio ambientale è risultata una risorsa determinante sia nel passaggio tra progettazione definitiva e progettazione esecutiva, che ha dovuto tenere conto, per esempio, di variazioni delle prescrizioni formulate dal CIPE; sia, naturalmente, nelle fasi della cantierizzazione. Un'attività di monitoraggio post-operam è infine stata prevista per un periodo variabile da 1 a 3 anni dalla messa in esercizio. Il piano ha compreso, tra l'altro, fattori quali gli aspetti metodologici, l'identificazione dei punti di monitoraggio e dei parametri da monitorare e la modalità di restituzione dei dati. Le componenti monitorate sono state:

- 1 atmosfera (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, IPA, Ozono, etc.);
- 1 acque superficiali e sotterranee,
- 1 suolo, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;
- 1 rumore e vibrazioni;
- 1 paesaggio.

Le campagne di misura sono state svolte in sito, anche attraverso l'impiego di laboratori mobili, e presso il Laboratorio centrale, impiegando

<b>Service:</b> Environmental Monitoring
<b>Sector:</b> n
<b>Client:</b> Pedelombarda Scpa (Salini Impregilo, Astaldi, Pizzarotti, ACI Scpa)
<b>Infrastructure:</b> A36 Motorway "Pedemontana Lombarda" – Section A and Varese and Como ring roads
<b>Year:</b> 2010–2015

#### Description

To combine planning stages, in addition to those of the construction and operating site, with a complete and accurate environmental monitoring, as well as with a number of functional surveys to obtain the best functional inclusion of the infrastructure in the environment. This is what Sineco did during the design and implementation of the A section (with Tangenziali of Varese and Como) of A36 Pedemontana Lombarda, partially entered into operation at the end of January 2015. The environmental monitoring activity was found to be a strategic resource both in the transition between the final and the executing design, which had to take into account, for example, changes and requirements made by the CIPE; and of course, in the early stages of the construction site.

A post-operam monitoring activity has finally been scheduled for a flexible period from 1 to 3 years after being put into service. The plan has included, inter alia, factors such as the methodological aspects, the identification of monitoring points and the parameters to monitor and the way to return the data.

Briefly, the monitored components are:

- 1 atmosphere (insert type of examination);
- 1 surface and underground water,
- 1 soil, vegetation, flora, fauna and ecosystems;
- 1 noise and vibrations;
- 1 finally, the landscape.

The measurement campaigns were carried out in site, also through the use of mobile laboratories, and in the Main Laboratory,

#### Settore / Sector

n Monitoraggio ambientale  
Environmental monitoring

- 1 – Autostrada A36 Tratta A
- 2 – Dettaglio di progetto con parametri ambientali rumore-vibrazioni-atmosfera
- 3 – Misure del livello di falda
- 4 – Campagna acustica

- 1 – A36 Motorway –Section A
- 2 – Design detail with noise, vibration and atmosphere environmental parameters
- 3 – Ground-water level measures
- 4 – Acoustic campaign

1

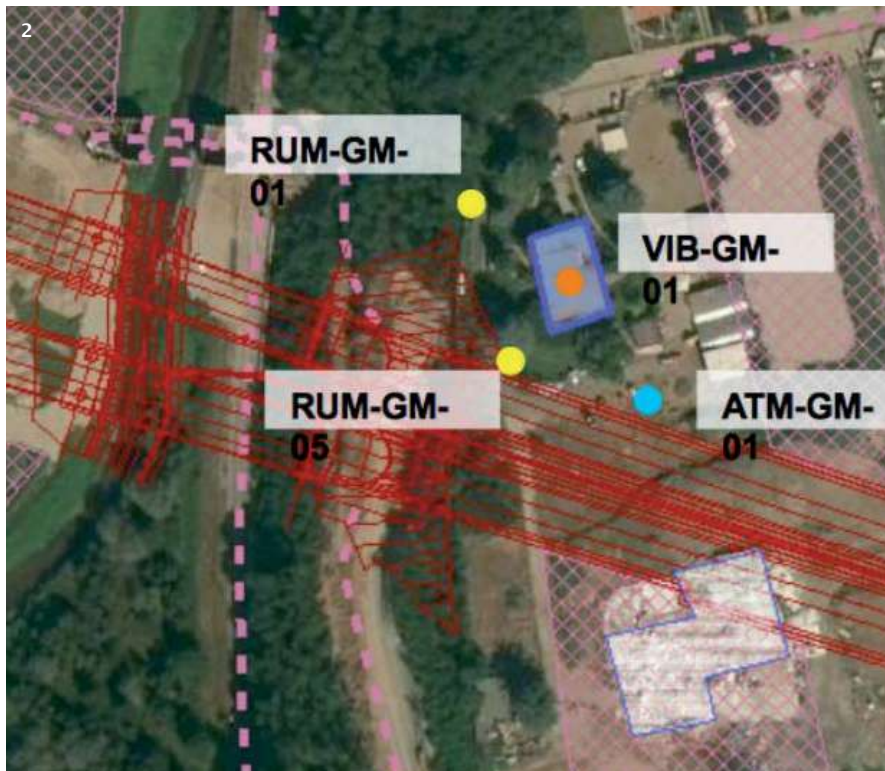


© leStrade



3

2



4

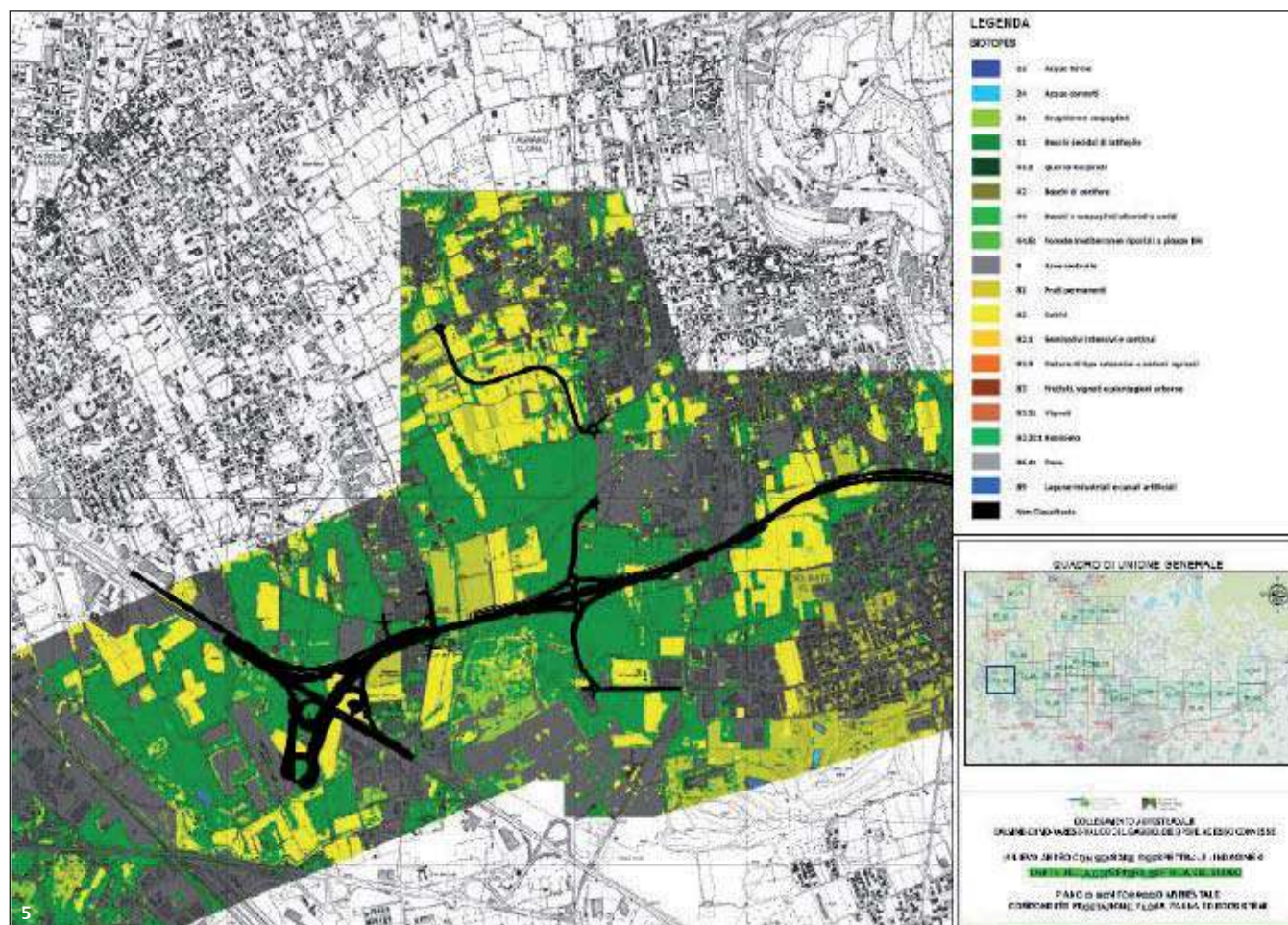


## PEDEMONTANA LOMBARDA

### PEDEMONTANA LOMBARDA

molteplici strumentazioni avanzate. I risultati sono stati progressivamente evidenziati in specifiche relazioni (ante-operam), bollettini periodici (in corso d'opera) e relazioni annuali (post-operam), nonché gestiti nel SIT di Pedemontana. Tra le finalità: la gestione di eventuali anomalie, la comunicazione agli Enti preposti e la messa a disposizione delle comunità di dati validati dall'Osservatorio Ambientale.

using several advanced software. Results were gradually highlighted in specific reports (ante-operam phase), periodic reports (in-operam phase) and annual reports (in post-operam phase). Among this activity aims: the management of any abnormalities, the communication to Authorities and the provision data certified by the Environmental Observatory to the community.



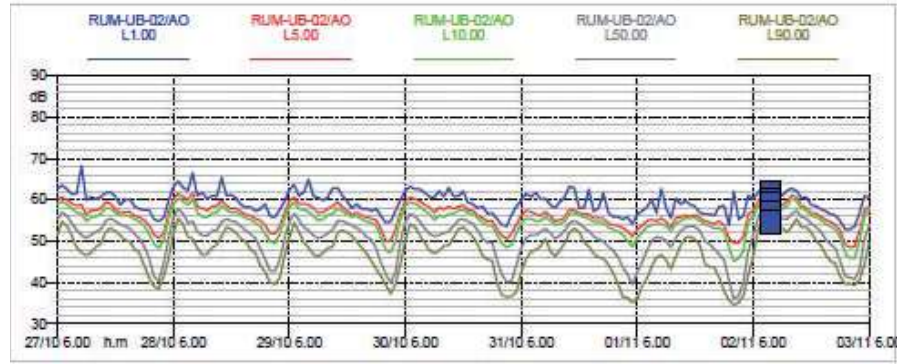
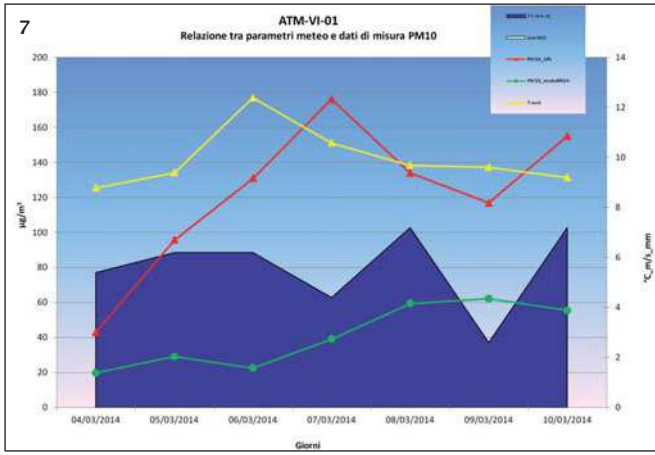
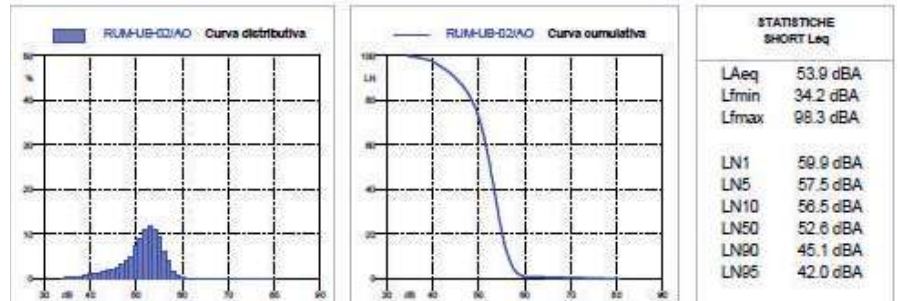
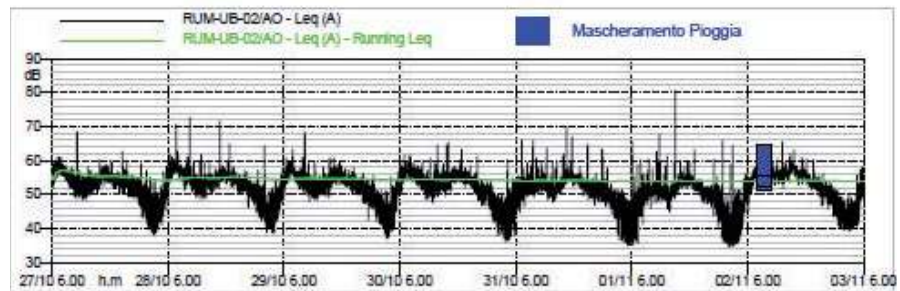
- 5 - Mappatura della copertura biofisica del suolo
- 6 - Campagna di misura della qualità dell'aria
- 7 - Relazione tra parametri meteo e dati di misura PM10
- 8 - Monitoraggio ambientale -tratta A -fase di ante operam

- 5 - Living background safeguard
- 6 - Air quality measuring campaign
- 7 - Relationship between weather parameters and PM10 data
- 8 - Environmental monitoring -ante-operam phase section A



Nome misura <b>RUM-UB-02/AO</b>		Data e ora di inizio 27/10/2009 06.00	Operatore Ing. Arata, Geom. Ferrera
Tipologia Misura <b>RUMORE - TV, LF</b>	Filtri - Costante di tempo 20 - 20000Hz - Fast	Strumentazione Larson-Davis 824	
Ricevitore <b>Uboldo (VA) - via per Legnano</b>		Calibrazione Larson Davis CAL200	
Postazione di misura / Note edificio ad uso residenziale a 2 piani tt.			
Eventi di precipitazione mascherati dalle ore 8.00 alle ore 11.00 del 27/10/2009			

8



## AUTOSTRADA BRONI-MORTARA

### BRONI-MORTARA MOTORWAY

**Servizio:** Monitoraggio ambientale

**Settore:** n

**Committente:** SINA SpA

**Opera:** Progettazione nuova direttrice autostradale regionale Broni-Pavia-Mortara

**Anno:** 2011

#### Descrizione

Nel 2011 Sineco si è occupata della redazione di un documento tecnico finalizzato alla definizione degli obiettivi e dei criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativo all'autostrada regionale Broni-Pavia-Mortara. I contenuti del PMA hanno tenuto conto dei pareri espressi nella Conferenza dei Servizi, formulati in sede di approvazione del progetto preliminare di questa nuova autostrada regionale che si estenderà all'interno del territorio provinciale pavese per una lunghezza di circa 50 km. Tra le opere principali: l'interconnessione con l'autostrada A21, diversi sovrappassi stradali e ferroviari, un ponte sul Po e gli svincoli di Verrua Po-Bressana Bottarone, Pavia, Garlasco, Tromello, Mortara e Castello d'Agogna. Il PMA delineato ha previsto campagne di monitoraggio ante-operam, in corso d'opera e post-operam. Va ricordato che questa nuova infrastruttura andrà a collocarsi in prossimità di un'area altamente strategica dal punto di vista della Rete Ecologica Regionale (RER), attraversando quattro tra le principali unità ecosistemiche areali e lineari lombarde: Lomellina, Ticino, Sesia e Po, Oltrepò pavese. Di qui il ruolo cruciale dell'attività di monitoraggio ambientale e della progettazione delle compensazioni. Il piano si è sviluppato attraverso le seguenti attività:

- 1 redazione Linee Guida per la stima degli oneri della sicurezza (CSP), ai sensi del D.Lgs. n. 163/2006 nonché del D.Lgs. n. 81/08, come successivamente modificato con D.Lgs. n. 106/09;
- 1 programmazione, specifica per le fasi (ante-operam, in corso d'opera e post-operam) delle attività di monitoraggio, con individuazione e descrizione dei tempi e dei mezzi necessari;
- 1 per ciascuna componente ambientale (atmosfera, ambiente idrico superficiale e sotterraneo, suolo e

**Service:** Environmental Monitoring

**Sector:** n

**Client:** SINA SpA

**Infrastructure:** Project for a new section of the regional Motorway "Broni-Pavia-Mortara"

**Year:** 2011

#### Description

In 2011, Sineco was engaged in the draft of a technical document aimed at the definition of objectives and general methodological criteria for an Environmental Monitoring Plan (PMA) related to the regional Broni-Pavia-Mortara motorway.

The Environmental Monitoring Plan took into account opinions expressed during the Conferenza dei Servizi, opinions formulated during the approval of the preliminary project for the new regional motorway in the Province of Pavia for an overall length of approx. 50 km.

Among works: the interconnection with the A21 motorway; several road and railroad overpasses; a bridge over the River Po; junctions in Verrua Po-Bressana Bottarone, Pavia, Garlasco, Tromello, Mortara and Castello d'Agogna.

The Environmental Monitoring Plan included ante-operam, in operam and post-operam monitoring campaigns. We should underline how this new infrastructure is built near an area which is highly strategic from a point of view of the Regional Ecological Network (Rete Ecologica Regionale, RER) since crossing four of the main ecosystem areas in Lombardy: Lomellina, Ticino, Sesia and Po, and Oltrepò Pavese. For this reason the environmental monitoring and control strategies played a key role. The plan was developed through the following activities:

- 1 draft of guidelines for the calculation of safety costs (CSP – Coordinator for Safety during Project) in accordance to the Italian Legislative Decree no. 163/2006, as well as the Italian Legislative Decree no. 81/08 subsequently amended by the Legislative Decree no. 106/09.
- 1 planning of monitoring activities (specific for ante operam, in operam and post operam phases), with the individualization and description of time and means required;
- 1 each environmental element (e.g. atmosphere, surface and underground aquatic environment, flora and fauna

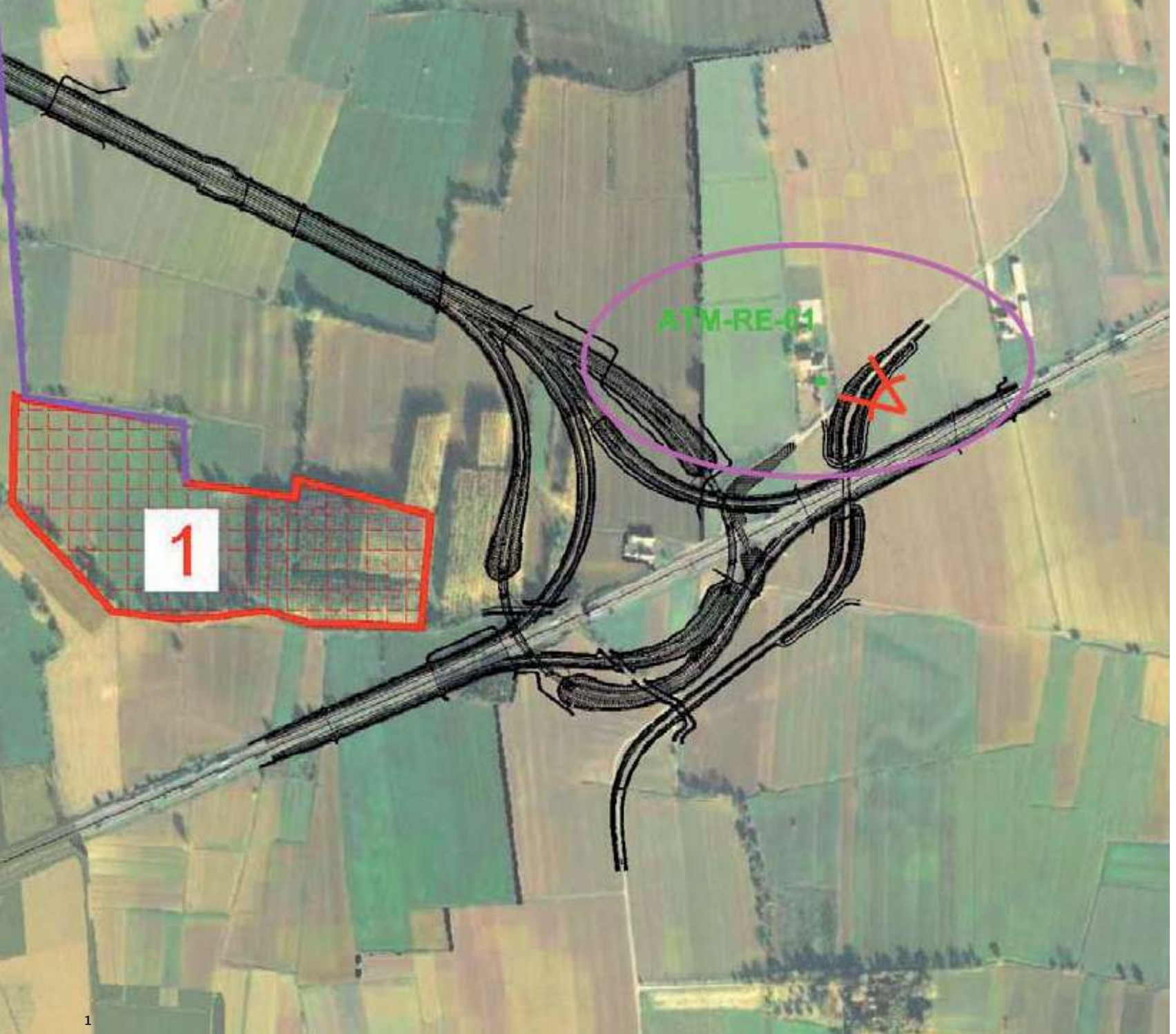
#### Settore / Sector

n Monitoraggio ambientale  
Environmental monitoring

1 – Componente atmosfera: localizzazione del punto di misura

1 – Atmosphere: location of measuring points





1

## AUTOSTRADA BRONI-MORTARA

### BRONI-MORTARA MOTORWAY

sottosuolo, ecosistema flora e fauna, rumore e vibrazioni paesaggio), individuazione e descrizione dei parametri da misurare; delle metodologie e tecniche di rilevazione; dei punti aree e/o luoghi nei quali effettuare i rilievi verificati in campo; gli indicatori da calcolare ed i rispettivi limiti;

- | redazione delle relazioni specialistiche per ogni componente ambientale, delle planimetrie di localizzazione dei punti di monitoraggio, delle schede descrittive dei punti e areali di monitoraggio, delle schede di restituzione dei rilievi in fase AO, CO e PD;
- | redazione delle relazioni generali e della corografia generale con ubicazione di tutti i punti di monitoraggio e redazione del computo metrico estimativo delle attività di monitoraggio.

Sono state inoltre effettuate periodiche riunioni ai tavoli tecnici con SINA e con tutti gli Enti e soggetti interessati agli interventi in oggetto.

ecosystems, noises, vibration and landscape), the individualization and description of parameters to measure, of detection methods and techniques, of areas and/or places where to conduct the survey for on-site checks, of indexes to calculate and their limits;

- | draft of reports specific to each environmental element, of planimetric plans for the location of monitoring points, of descriptions of monitoring points and areas, of sheets with the results of surveys conducted ante operam, in operam and post operam);
- | draft of general reports and chorography with the location of all monitoring points and the draft of the Bill of Quantities for monitoring activities.

Moreover, the technical boards of SINA and all the Bodies and companies involved in the project regularly joined in meetings.



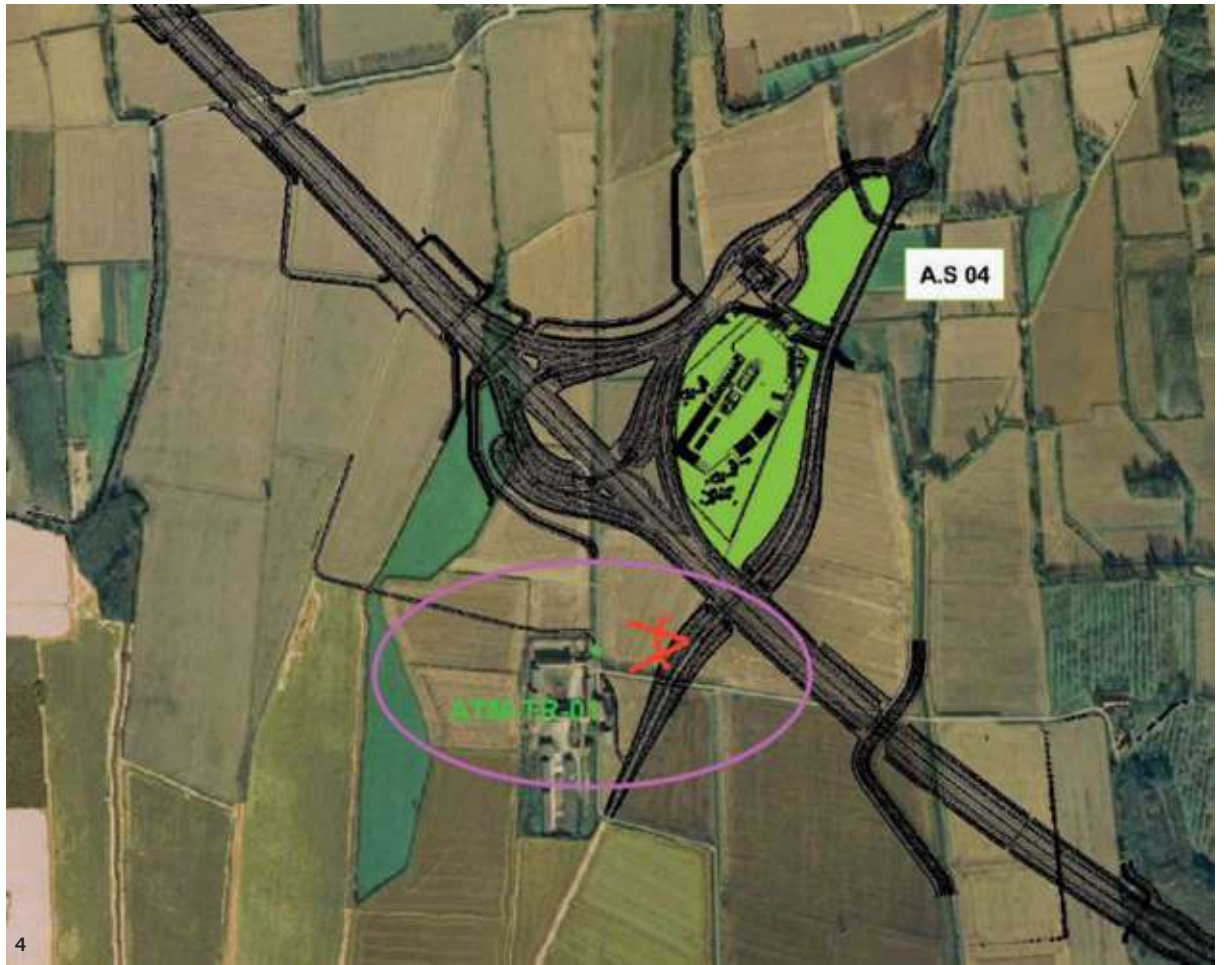
2

- 2 - Un'area agricola interessata al rilievo
- 3 - Un'area produttiva interessata al rilievo
- 4 - Indagine della componente atmosfera in un'area dove verrà realizzato lo svincolo di Tromello
- 5 - Schematizzazione di una futura area di cava

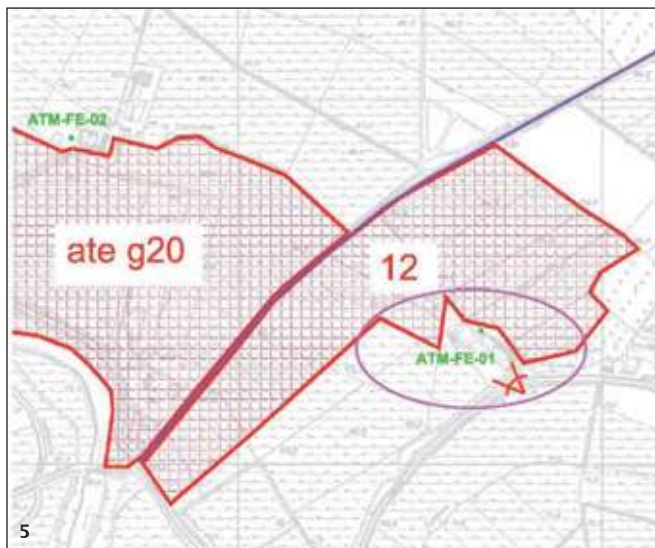


3

- 2 - Agricultural area included in the survey
- 3 - Production area included in the survey
- 4 - Survey of the atmosphere in an area where to build the Tromello Junction
- 5 - Rendering of a future quarry area



4



5



## TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS MOTORWAY TUNNEL OF FREJUS

**Servizio:** Monitoraggio strutturale, controlli di laboratorio e rilievi topografici

**Settori:** n n n

**Committente:** ATI Itinera–Razel–Mattioda

**Opera:** Traforo autostradale del Frejus

**Anno:** 2011

### Descrizione

Nel 2011 Sineco, tramite il Consorzio Sintec, ha effettuato una serie di indagini preliminari a sostegno delle attività di progettazione svolte dall'ATI Itinera–Razel–Mattioda, aggiudicataria dell'appalto integrato per la realizzazione della galleria di sicurezza del Traforo autostradale del Frejus, gestito dalla concessionaria italiana SITAF congiuntamente alla società francese SFTRF. Questa complessa e articolata attività si è rivelata particolarmente preziosa anche alla luce della successiva decisione (2012) di far sì che la nuova galleria diventasse una nuova canna monodirezionale, “trasformando” il traforo storico nella canna destinata a ospitare il traffico nell'altra direzione. I lavori sono attualmente in corso. Il 17 novembre 2014 la TBM “Anne” ha abbattuto l'ultimo diaframma del nuovo tunnel, aprendo a Bardonecchia.

Entrando nel dettaglio delle tecniche impiegate, all'interno della galleria autostradale sono stati effettuati: rilievi topografici, rilievi georadar e rilievi con laser Lynx Mobile Mapper, prove in foro, carotaggi del rivestimento, martinetti piatti sulla soletta di fondazione, prove non distruttive e prove di laboratorio. Alcuni degli esiti dell'attività: assenza di tensioni di compressione sulla soletta di sottofondo, presenza di smarino sotto la soletta di fondazione, tiranti in opera ancora sotto tiro di esercizio, eterogeneità degli stati tensio-deformativi del ricoprimento. Per quanto riguarda l'esterno del tunnel, sono stati eseguiti: rilievi topografici e laser, rilievi aerofotogrammetrici, rilevamenti geologici, geomeccanici e idrogeologici, sondaggi, prove in foro, prove di laboratorio e prospezioni georadar.

**Service:** Structural Monitoring, Laboratory Tests and Topographic Surveys

**Sectors:** n n n

**Client:** ATI “Itinera–Razel–Mattioda”

**Infrastructure:** Motorway Tunnel of Frejus

**Year:** 2011

### Description

In 2011 Sineco, through the Consortium Sintec, carried out a series of preliminary investigations in support of the design activities carried out by ATI “Itinera–Razel–Mattioda”, which had been awarded the contract for the construction of an integrated safety gallery of the Frejus Tunnel, managed by the Italian SITAF together with the French company SFTRF.

This complex and articulated activity has been particularly valuable in light of the following decision (2012) to ensure that the new gallery could become a new one-way tunnel, “transforming” the historical tunnel in the tunnel designed to allocate the traffic in the other direction. Works are currently in progress. On November 17<sup>th</sup>, 2014, the TBM “Anne” has broken down the last wall of the new tunnel, landing in Bardonecchia.

Going into details of the used techniques, within the motorway tunnel the following were carried out: topographic surveys, ground penetrating radar surveys and surveys with laser Lynx Mobile Mapper, tunnel tests, coat coring, flat jacks on the foundation slab, non-destructive testing and laboratory tests.

Some of the outcomes of the activity: absence of compressive stresses on the substrate slab, presence of extracted materials under the foundation slab, tie rods in place and under tension, heterogeneity of coating surface–deformation status.

Concerning the outside of the tunnel, the following were performed: topographic and laser surveys, aero-photogrammetric surveys, geological, geomechanical and hydrogeological surveys, tunnel tests, laboratory tests and GPR observations.

### Settori / Sectors

n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring

- 1 – Nuvole di punti in 3D dell'imbocco (rilievo con Lynx Mobile Mapper)
- 2 – Bardonecchia, 17 novembre 2014: abbattimento dell'ultimo diaframma della seconda canna

1 – 3D Point Clouds of the entrance (Lynx Mobile Mapper Survey)

2 – Bardonecchia, November 17<sup>th</sup>, 2014: abatement of the last diaphragm in the second tunnel

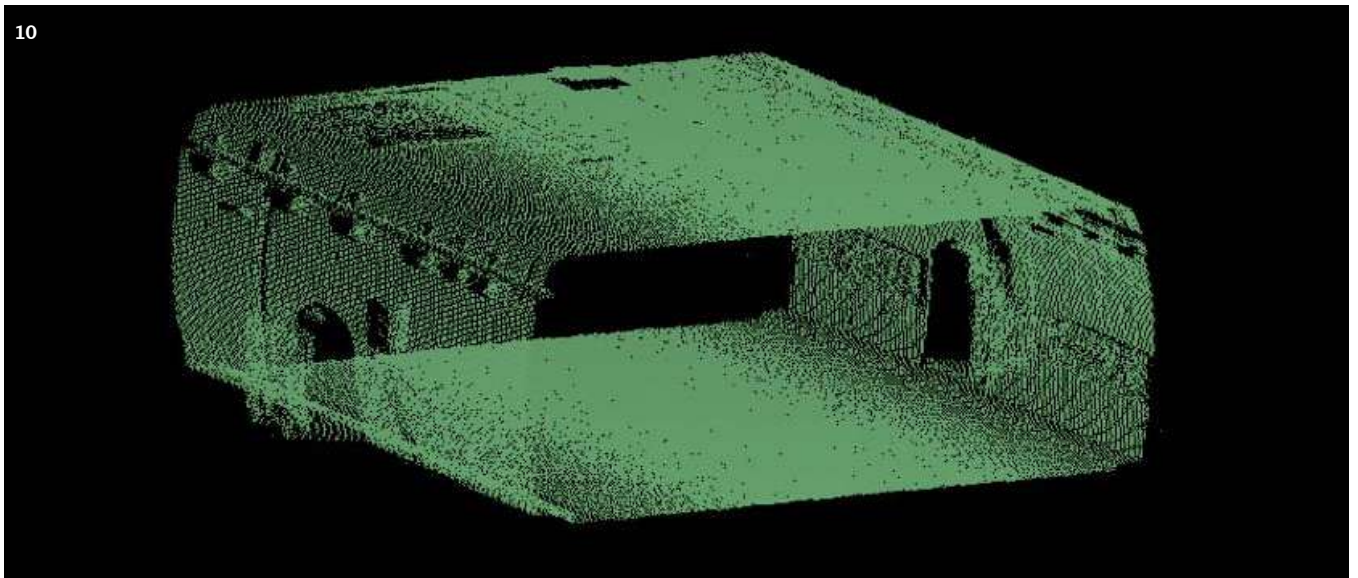
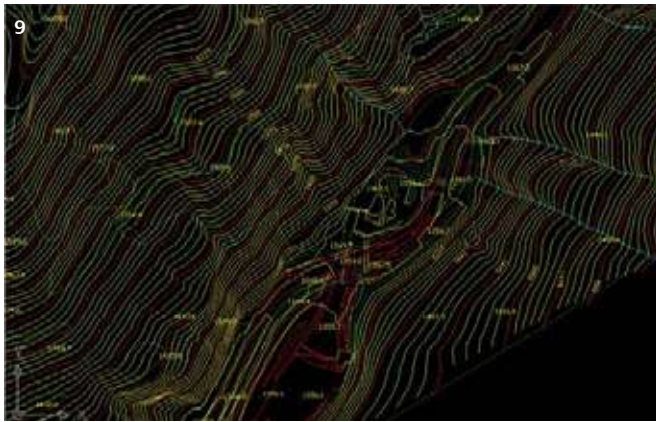


## TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS MOTORWAY TUNNEL OF FREJUS



- 3 - Prospezioni georadar propedeutiche allo sbancamento del nuovo piazzale di accesso
- 4 - Prove in foro: inclinometri e piezometri
- 5 - Prove di compressione monoassiale dei campioni di roccia prelevati
- 6 - Sondaggi orizzontali per la ricostruzione della stratigrafia
- 7 - Prove con martinetti piatti per la verifica dello stato tensionale del rivestimento in calcestruzzo
- 8 - Prospezioni georadar per verificare l'eventuale presenza di vuoti a tergo del rivestimento
- 9 - Rilievo aerofotogrammetrico
- 10 - Sezione trasversale del traforo (rilievo con LynxMobile Mapper)

- 3 - GPR observations before the excavation the new access area
- 4 - Tests inside the tunnel: inclinometers and piezometers
- 5 - Tests of monoaxial compression of rock samples
- 6 - Horizontal coring for stratigraphic reconstruction
- 7 - Tests with flat jacks to verify the tension status of concrete coating
- 8 - GPR observations to verify the possible presence of voids in the coating
- 9 - Aerophotogrammetric survey
- 10 - Cross section of the tunnel (LynxMobile Mapper survey)



## VIADOTTO BOSELLA, AUTOSTRADA A21

### BOSELLA VIADUCT –A21 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Progetto di adeguamento strutturale

**Settori:** n n

**Committente:** SATAPSpA

**Opera:** Viadotto Bosella Autostrada A21 Torino–Piacenza

**Anno:** 2011

**Service:** Engineering –Structural Adjustment Project

**Sectors:** n n

**Client:** SATAPSpA

**Infrastructure:** A21 Motorway “Torino–Piacenza” –Viaduct of Bosella

**Year:** 2011

#### Descrizione

Nel 2011 Sineco ha effettuato una serie di ispezioni e rilievi finalizzati a individuare le cause del degrado del viadotto Bosella, appartenente allo svincolo di Piacenza Ovest dell’Autostrada A21 Torino–Piacenza gestita dalla concessionaria SATAP. Su questa base, Sineco ha provveduto alla formulazione di un progetto di manutenzione straordinaria che ha previsto la riqualificazione dell’opera con l’obiettivo di reintegrare il livello prestazionale originale delle strutture esistenti, sia attraverso diffusi interventi mirati alla protezione e conservazione delle parti superficiali in calcestruzzo ammalorate, sia mediante la ricostruzione dei cordoli laterali con l’installazione di barriere bordo ponte. Propedeutica alla progettazione, è stata l’attività ispettiva, oltre ai test strumentali in situ, finalizzata alla verifica dello stato di ammaloramento della struttura e alla quantificazione delle caratteristiche di resistenza dei materiali.

La progettazione degli interventi di adeguamento ha previsto:

- 1 interventi in impalcato necessari: all’adeguamento della soletta ai carichi delle NTC 2008, al rifacimento dei giunti di dilatazione trasversali, al rifacimento dell’impermeabilizzazione e della pavimentazione e all’installazione delle barriere di sicurezza sui cordoli esterni e interni;
- 1 interventi sotto impalcato necessari: alla riqualifica delle strutture verticali (pile e pulvini) con eliminazione mediante idrodemolizione o bocciardatura dello strato di calcestruzzo ammalorato e ricostruzione con getto di calcestruzzi speciali, alla riqualifica dei baggioni e sostituzione degli apparecchi di appoggio; alla riqualifica di travi, traversi, cordoli e spalle.

Alla progettazione, ha fatto seguito la Direzione dei Lavori e il Coordinamento della Sicurezza in fase di esecuzione.

#### Description

In 2011 Sineco carried out a series of surveys designed to identify the deterioration causes of the viaduct of Bosella, belonging to the junction of “Piacenza Ovest” on the A21 “Torino–Piacenza” Highway managed by motorway SATAP company. On this basis, Sineco provided for the formulation of a maintenance plan that involved the redevelopment of the viaduct with the aim of restoring the original performance level of existing facilities, both through common interventions –aimed at surface protection and preservation in deteriorated concrete –and through the reconstruction of side curbs by installing edge bridge barriers. The inspection activity and instrumental in-site tests were preparatory to the project aimed at checking the status of the structure deterioration and quantification of the strength characteristics of the materials. The project was developed by Sineco’s engineering technical area and it covered:

- 1 needed bridge–deck interventions: from the upgrading of the slab to the NTC 2008 loads and the reconstruction of the transverse expansion joints; from the renovation of the waterproofing system and pavement to the installation of safety barriers on external and internal curbs;
- 1 needed under–deck interventions: the upgrading of vertical structures (stacks and pulvins) with the elimination of damaged concrete by hydro–demolition or bush–hammering and its recasting with special concrete; the upgrading and the replacement of supporting elements; the requalification of beams, cross–beams, curbs and abutments.

The intervention projects was followed by Works Supervision and by Safety Coordination during the execution phase, both provided by Sineco’s engineering technical area.

#### Settori / Sectors

n Ingegneria  
Engineering

n Ispezioni opere d’arte  
Works of art inspections

- 1 – Vista del sottoimpalcato
- 2 – Distacchi di placche dalle superfici laterali del fusto delle pile
- 3 – Superficie delle travi dell’impalcato
- 4 – Estratto dai disegni progettuali: adeguamento delle solette
- 5 – Particolari della pavimentazione e nuovi giunti di dilatazione

- 1 – Under–deck View
- 2 – Spalling of plates from pile side surfaces
- 3 – Surface of bridge–deck beams
- 4 – Extract from design drawings: adaptation of slab
- 5 – Details of pavement and new expansion joints





## GALLERIA GORLERI, AUTOSTRADA A10

### GORLERI TUNNEL –A10 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria –Safety Audit

**Settori:** n n n

**Committente:** Autostrade dei Fiori SpA

**Opera:** Galleria Gorleri, Autostrada A10 Genova–Ventimiglia

**Anno:** 2011

#### Descrizione

Tra le attività di safety audit effettuate da Sineco e finalizzate a restituire una “fotografia” dettagliata dello stato di fatto delle gallerie della rete stradale con particolare riferimento a quelle ricadenti nel network transeuropeo (Direttiva 2004/54/CE e D.Lgs 264/2006), merita di essere menzionata l’attività svolta nell’ambito dell’adeguamento della Galleria Gorleri, sita sull’Autostrada A10 in prossimità dell’uscita Imperia Est. L’intervento, oggetto di un progetto pilota predisposto dalla concessionaria Autostrade dei Fiori, ha riguardato le opere civili e gli impianti, sia all’interno sia all’esterno del tunnel. La progettazione dell’intervento si è avvalsa di studi preventivi, tra cui l’analisi di sicurezza effettuata da Sineco, i cui rilievi –visivi e con tecnologia TSS (Tunnel Scanner System) –hanno riguardato sia le zone d’imbocco sia l’interno della galleria, comprendendo verifiche degli impianti, documentali (piani di emergenza, schede asseverate, controlli preliminari e in corso d’opera). Generalmente, le verifiche esterne hanno per oggetto la presenza e il corretto funzionamento di colonnine SOS con relativa cartellonistica, piazzole di sosta, semafori agli imbocchi, antenne sia per copertura telefonica che radio, pannelli a messaggio variabile, pannelli freccia–croce quadri comandi della ventilazione. All’interno, invece, viene effettuata la verifica della presenza e funzionamento di illuminazione di evacuazione/esodo, ventilazione meccanica, catadiottri, marciapiedi, bocche di lupo, telecamere, nicchie, estintori, colonnine SOS, eventuali by–passe portoni di separazione.

**Service:** Engineering –Safety Audit

**Sectors:** n n n

**Client:** Autostrade dei Fiori SpA

**Infrastructure:** Gorleri Tunnel, A10 Motorway “Genova–Ventimiglia”

**Year:** 2011

#### Description

Among the activities of safety audit carried out by Sineco and aimed at providing a detailed “picture” of the conditions of tunnels and roads –with particular reference to those belonging to the trans–European network (Directive 2004/54/CE and Italian Ministerial Decree no. 264/2006) – we should mention the activity carried out for the upgrading of the Gorleri Tunnel on the A10 Motorway near the “Imperia Est” Exit.

Part of a pilot project set by the Autostrade dei Fiori, the activity focused on civil works and systems, inside and outside the tunnel. The design of the project was based on preliminary studies, including the safety analysis performed by Sineco, whose visual and TSS (Tunnel Scanner System) surveys focused on both the entrances and the inside of the tunnel, and included inspections on systems, documents (emergency plans, certified sheets, ex–ante and in–operam checks). Generally, external audits focus on the presence and proper functioning of Emergency Columns, including signs, lay–bys, traffic lights at entrances, antennas for both phone and radio coverage, changeable message signs, arrow–cross panels and ventilation control panels. Whereas inside, they focus on the control of functioning of evacuation/escape lights, of mechanic ventilation, retro–reflectors, sidewalks, grids, cameras, recesses, fire extinguishers, emergency columns, possible by–passing areas and separation doors.

#### Settori / Sectors

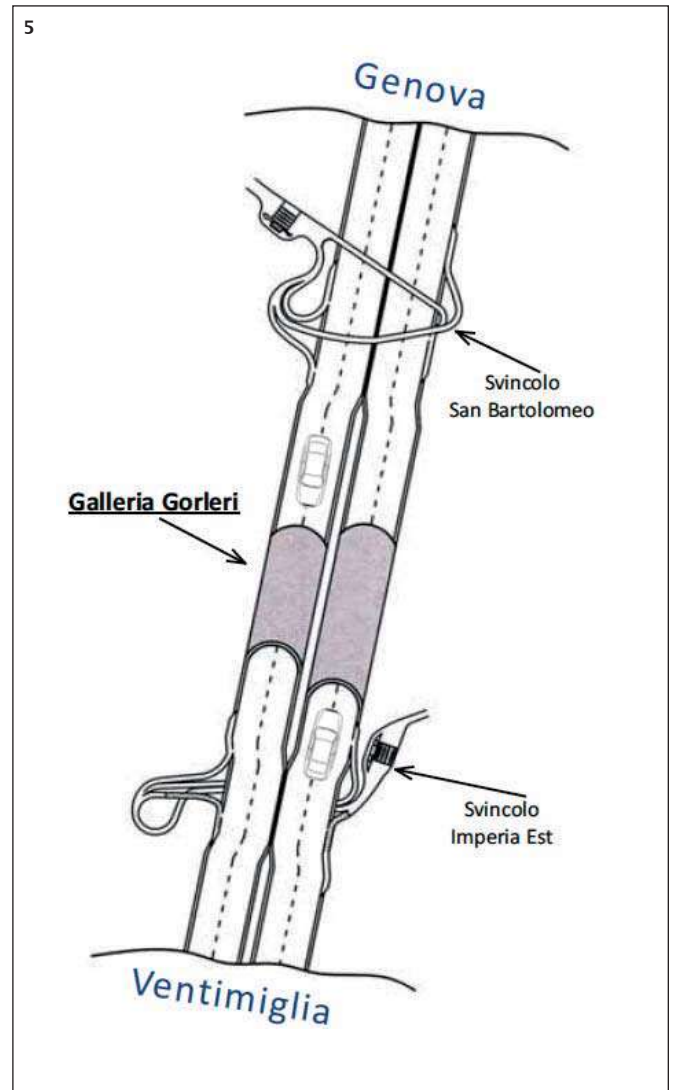
n Ingegneria  
Engineering

n Ispezioni opere d’arte  
Works of art inspections

n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring

- 1 – Interno ed esterno della Galleria Gorleri
- 2 – Il tunnel ligure fa parte della rete stradale transeuropea
- 3 – Telecamere di sorveglianza
- 4 – Impianti all’imbocco del tunnel
- 5 – Localizzazione della galleria Gorleri

- 1 – Inside and outside of Gorleri Tunnel
- 2 – The Ligurian tunnel part of the trans–European road network
- 3 – Surveillance cameras
- 4 – Systems at the tunnel entrance
- 5 – The location of Gorleri Tunnel



## GALLERIA GORLERI, AUTOSTRADA A10

GORLERI TUNNEL - A10 MOTORWAY



6



7



8a



8b

- 6 - Area esterna in prossimit  di un imbocco
- 7 - Segnaletica luminosa di indicazione delle vie di fuga
- 8 - Due esempi di nicchia
- 9 - Sezione tipo con indicazione delle principali lavorazioni del programma di adeguamento

- 6 - External area near a tunnel entrance
- 7 - Lights indicating emergency exits
- 8 - Two examples of recesses
- 9 - Example of section and indication of main works included in the adjustment project

Lampade di illuminazione  
Lighting lamps

Telecamera e sensori ambientali  
Camera and environmental sensors

Ventilatori  
Ventilators

Colonnina SOS con  
impianto di fonìa  
Emergency columns  
with telephone

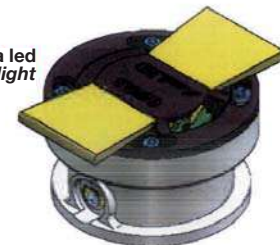
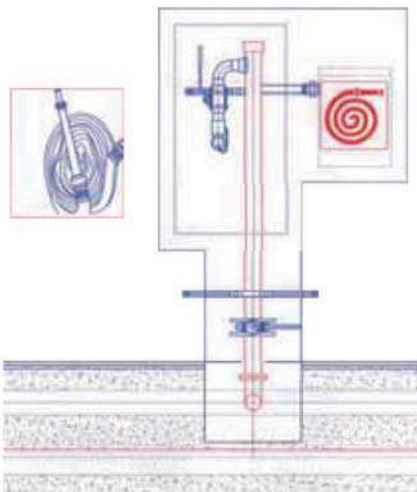
Estintori  
Fire extinguishers

Dotazioni antincendio  
Fire-fighting equipment

Impianto di raccolta liquidi  
sversati  
System for the collection  
of liquid waste

Quadro impianti speciali  
Framework for special systems

Delineatore e luce d'esodo a led  
Delineator and led escape light



## PAVIMENTAZIONI, AUTOSTRADA A15

### PAVEMENT –A15 MOTORWAY

**Servizio:** Studio di qualifica dei materiali e progetto nuova pavimentazione

**Settore:** n

**Committente:** Autocamionaledella Cisa SpA

**Opera:** Autostrada A15 Parma–LaSpezia

**Anno:** 2011

#### Descrizione

Nel 2011 Sineco si è occupata del progetto e dei controlli in fase di esecuzione, con verifiche e prove in laboratorio e in cantiere, di una serie di interventi di rinforzo delle pavimentazioni dell’autostrada A15 Parma–LaSpezia, gestita dalla concessionaria Autocamionale della Cisa. Il progetto ha riguardato, in particolare, lo svolgimento di indagini preliminari finalizzate alla localizzazione degli interventi, all’individuazione dei modelli stratigrafico–meccanici di riferimento, alle verifiche di dimensionamento delle pavimentazioni esistenti e di progetto. Scopo principale degli studi di laboratorio è stato quello di qualificare i materiali che avrebbero costituito la miscela del conglomerato bituminoso rigenerato, di definire la composizione ottimale della miscela, individuandone i requisiti di accettazione, e, infine, di elaborare e fornire le specifiche di capitolato relative alla posa in opera e realizzazione degli interventi progettati. Oggetto dell’incarico è stato anche quello di coordinare la realizzazione degli interventi, nonché di realizzare tutti i controlli (preliminari ed in corso d’opera) di accettazione dei materiali e della risoluzione delle problematiche di cantiere. L’intervento previsto originariamente dal progetto consisteva in una rigenerazione in sito, con realizzazione di un unico strato di base di spessore pari a 30 cm. In fase di esecuzione è stata adottata una variante, in base alla quale la rigenerazione della miscela composta da materiale fresato e stabilizzato è stata effettuata non più in sito, bensì in impianto e la messa in opera è avvenuta attraverso la posa di due strati da 15 cm di spessore ciascuno.

- 1 - Ubicazione e stato di fatto
- 2 - Provini compattati con pressa giratoria
- 3 - Fresatura
- 4 - Controllo degli spessori
- 5 - Carico del fresato
- 6 - Base rigenerata

Settore / Sector

n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

**Service:** Study for material status and project of a new pavement

**Sector:** n

**Client:** Autocamionaledella Cisa SpA

**Infrastructure:** A15 Motorway “Parma–LaSpezia”

**Year:** 2011

#### Description

In 2011, Sineco was in charge of a project and the run-time inspections –with tests and checks in laboratory and in situ – of a series of works for the reinforcement of the pavement in the A15 Parma–La Spezia , managed by Autocamionale della Cisa SpA.

The project focused on the carrying out of preliminary studies aimed at the localization of the project areas, the identification of stratigraphic and mechanic models of reference, the inspections of the dimension of existing or designed pavements.

Main purpose of the laboratory studies was to define the materials which would later constitute the regenerated bituminous conglomerate mix, to identify its best composition and the acceptance requirements; finally, to elaborate and provide specifications related to the implementation of the designed interventions.

Aim of the task was also to coordinate the implementation of the interventions, as well as to carry out all the preliminary and ongoing controls for the acceptance of materials and the solving of any construction site problem.

At the beginning, the project included an intervention for the cold regeneration in situ with the creation of one base layer with a thickness of 30 cm. During implementation, an alternative was adopted, on the basis of which the regeneration of the mix of the milled and stabilized material was not to be carried out in situ, but in the plant; the implementation was conducted through the laying of two layers with a thickness of 15 cm each.

- 1 - Location and conditions
- 2 - Samples compacted with rotary press
- 3 - Milling
- 4 - Thickness checks
- 5 - Loading of milled materials
- 6 - Regenerated base layer



1



4



2



5



3



6

## PONTE SUL FIUME TANARO, STRADA PROVINCIALE N°3

BRIDGE ON TANARORIVER –PROVINCIAL ROAD No. 3

**Servizio:** Indagini specialistiche sulla stato conservativo dell'opera

**Settori:** n n

**Committente:** Sina SpA

**Opera:** Ponte sul fiume Tanaro, SP 3 (Provincia di Cuneo)

**Anno:** 2011

### Descrizione

Nel 2011 Sineco ha svolto, nell'ambito di un progetto coordinato da Sina, una serie di indagini specialistiche finalizzate al controllo dello stato di conservazione e delle condizioni di stabilità del ponte sul fiume Tanaro, lungo la Strada Provinciale 3 (tratta Cherasco-Alba), nel territorio provinciale di Cuneo.

La campagna si è articolata, innanzitutto, in ispezioni visive e successivamente in rilievi effettuati con mezzi speciali (nel dettaglio fotocamera e sclerometro, impiegato per la determinazione dell'indice sclerometrico).

Questa prima campagna è stata poi integrata con l'esecuzione di prove su campioni di materiali prelevati in situ utilizzando carotatrici, test con reagenti chimici, ultrasuoni a contatto e strumentazione foto-ottica. Infine, è stata effettuata un'approfondita indagine riguardante le tre campate di cui è costituito il ponte, condotta con la tecnica del georadar. In questo caso, è stata utilizzata una strumentazione GPR Ground Penetrating Radar, nello specifico il sistema RIS Hi-Bright in multi-array di 16 antenne da 2000MHz.

**Service:** Specialized investigation on the infrastructure status

**Sectors:** n n

**Client:** Sina SpA

**Infrastructure:** Bridge on the River Tanaro, SP 3 (Province of Cuneo)

**Year:** 2011

### Description

In 2011 Sineco carried out as part of a project coordinated by Sina, a series of specialized investigations aimed at monitoring the state of conservation and the conditions of stability of the bridge over the river Tanaro, along the Strada Provinciale 3 (Cherasco-Alba section) in the province of Cuneo.

The campaign included, first of all, visual inspections and surveys carried out with special tools (more specifically, a camera and a sclerometer, used for the calculation of the sclerometric index).

This first campaign was then integrated with the conduction of tests on samples of materials taken in situ using core drills, tests with chemical reagents, contact ultrasounds and photo-optical tools.

Finally, a thorough investigation was carried out on the three arches of the bridge using georadar technology.

In this case, a Ground Penetrating Radar (GPR) instrumentation was used, more specifically the RIS Hi-Bright multi-arrays system with 16 2000MHz antennas.

#### Settori / Sectors

n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

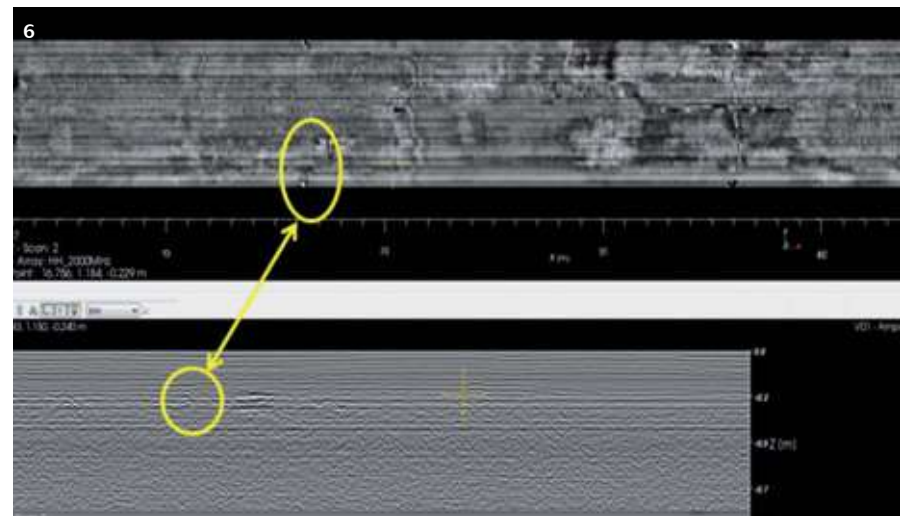
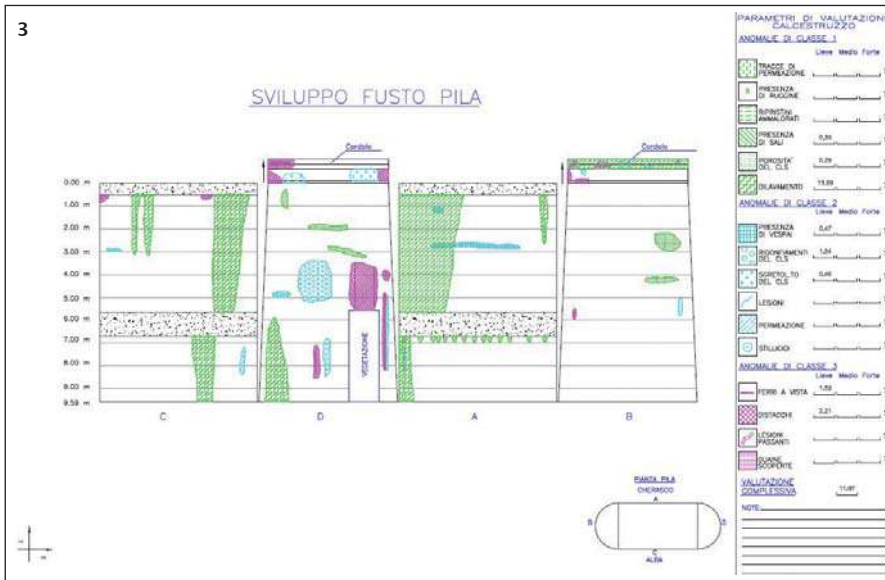
n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

- 1 - Ponte sul Tanaro (SP 3)
- 2 - Cordolo interessato da degrado
- 3 - Mappatura anomalie
- 4 - Carotaggio
- 5 - Indagine georadar in corso
- 6 - Esempio di risultato del rilievo: frattura vista in sezione e sul piano orizzontale

- 1 - Bridge on the River Tanaro (SP 3)
- 2 - Kerb showing deterioration
- 3 - Mapping of anomalies
- 4 - Coring
- 5 - Georadar Survey
- 6 - Example of survey results: sectional and horizontal plan view of a fracture







## RETE AUTOVIE VENETE, AUTOSTRADA A4-A23-A28-A57-A34

### AUTOVIE VENETE NETWORK -A4, A23, A28, A57, A34 MOTORWAYS

<b>Servizio:</b> Catasto stradale informatizzato
<b>Settore:</b> <span style="color: red;">n</span>
<b>Committente:</b> Autovie Venete SpA
<b>Opera:</b> Catasto informatizzato della rete autostradale
<b>Anno:</b> 2012

#### Descrizione

Su incarico di Autovie Venete, nel 2012 è stato eseguito un rilievo dell'intera rete autostradale in concessione, comprese le bretelle, ai fini della costituzione del Catasto delle Strade ai sensi del DM 1/6/2001e per l'aggiornamento dei dati relativi alla zonizzazione acustica. In particolare, il servizio ha riguardato le seguenti tratte autostradali:

- 1 A4 (Autostrada Serenissima), nel tratto dall'interconnessione con la tangenziale di Mestre fino a Sistiana; A57-tangenziale di Mestre; A23, nel tratto Palmanova-Udine sud; A28, Portogruaro-Pordenone-Conegliano; A34, Villesse-Gorizia.

L'acquisizione dei dati di campagna è avvenuta tramite rilievo laser scanner terrestre con veicolo Lynx Mobile Mapper e mediante volo aereo LiDAR fotogrammetrico: il primo finalizzato all'aggiornamento del Catasto, il secondo per l'analisi acustica del territorio e dei ricettori adiacenti alla rete autostradale.

Il Lynx Mobile Mapper ha permesso di rilevare e censire in breve tempo, proprio grazie alla sua performante tecnologia, la rete autostradale, percorrendola alla velocità di crociera di 70-80km/he restituendone un rilievo georiferito 3D con accuratezza migliore di 5 cm e risoluzione fino ad 1 cm.

La georeferenziazione dei punti è permessa grazie all'interfaciamento dei sensori laser con il sistema di localizzazione POS Applanix di elevata performance in grado di determinare istante per istante l'assetto del veicolo e la sua traiettoria. Il sistema di scansione è formato da n° 2 laser che, compiendo rotazioni di 360°, realizzano ognuno una superficie di scansione circolare (R >200m), inclinata di 45° rispetto alla direzione di marcia e di 20° rispetto al piano verticale.

<b>Service:</b> Digitalized Road Registry
<b>Sector:</b> <span style="color: red;">n</span>
<b>Client:</b> Autovie Venete SpA
<b>Infrastructure:</b> Road inventory of motorway network
<b>Year:</b> 2012

#### Description

On behalf of Autovie Venete, in 2012 a survey of the entire motorway network under concession was carried out, including ring roads, for the creation of a Land Registry as by the Italian Ministerial Decree of June 1<sup>st</sup>, 2001 and for the update of data for acoustic zoning.

In particular, the service covered the following motorways:

- 1 A4 (Autostrada Serenissima), the stretch from the interconnection with the Mestre Tangenziale to Sistiana; A57-Mestre Tangenziale; A23 highway, Palmanova-Udine Sud; A28 Portogruaro-Pordenone-Conegliano; A34, Villesse-Gorizia.

The data acquisition of this campaign was carried out through terrestrial laser scanner surveys with the Lynx Mobile Mapper vehicle and by airborne LiDAR photogrammetric survey. The first aimed at updating the Road Inventory, the second for the acoustic analysis of the territory and of the receptors adjacent to the highway network.

Thanks to its high-yield technology, the Lynx Mobile Mapper has revealed and assessed in a short time the highway network, by covering it at a cruising speed of 70-80 km/h and by creating a georeferenced 3D survey with an accuracy higher than 5 cm and a resolution up to 1 cm.

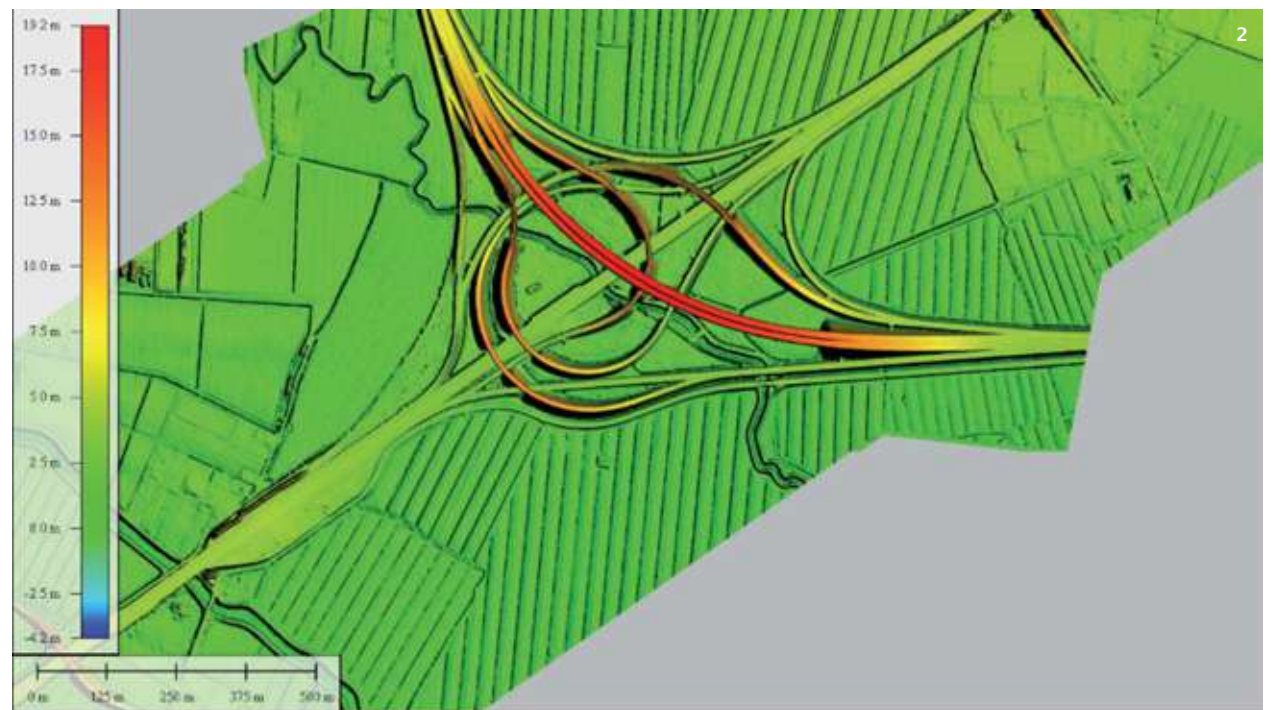
The georeferencing of points is permitted thanks to the interfacing of the laser sensors with the high-performance localization system POS Applanix able to determine instant by instant the vehicle attitude and its trajectory. The scanning system is formed by no. 2 lasers, performing 360-degree rotations, and conducting a surface circular scan (R >200 m), at 45 degrees to the running direction and at 20 degrees to the vertical plan.

#### Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

- 1 - Curve di livello
- 2 - Modello digitale

- 1 - Contour lines
- 2 - Digital Model



## RETE AUTOVIE VENETE, AUTOSTRADA A4-A23-A28-A57-A34

AUTOVIE VENETE NETWORK –A4,A23,A28,A57,A34 MOTORWAYS

La fase di post-processing ha previsto la restituzione dei seguenti prodotti:

- 1 grafo stradale (giunzioni, elementi stradali, aree di traffico);
- 1 tabelle di censimento nella versione .GDF prevista dal DM 2001 ed in formato ASCII per l'archiviazione nel database del cliente;
- 1 filmati e tracciati dei vari itinerari stradali percorsi;
- 1 segnaletica verticale con i relativi attributi.

Per quanto riguarda il rilievo aereo LiDAR fotogrammetrico è stato utilizzato il Riegl LMS-Q560, strumento di ultima generazione che consente la "Full Waveform Analysis", ossia la raccolta di tutti gli echi di risposta. Per la fotogrammetria è stata impiegata una camera metrica digitale ad alta risoluzione e sincronizzata allo scanner laser. La fase di post-processing ed analisi dei dati LiDAR fotogrammetrici ha previsto:

- 1 realizzazione del "Building Digital Model" (BDM);
- 1 classificazione del terreno (Clutter) ed il fono assorbimento in relazione alla tipologia del terreno stesso.
- 1 aggiornamento dei ricettori rispetto a quelli esistenti.

During the post-processing phase the following documents were produced:

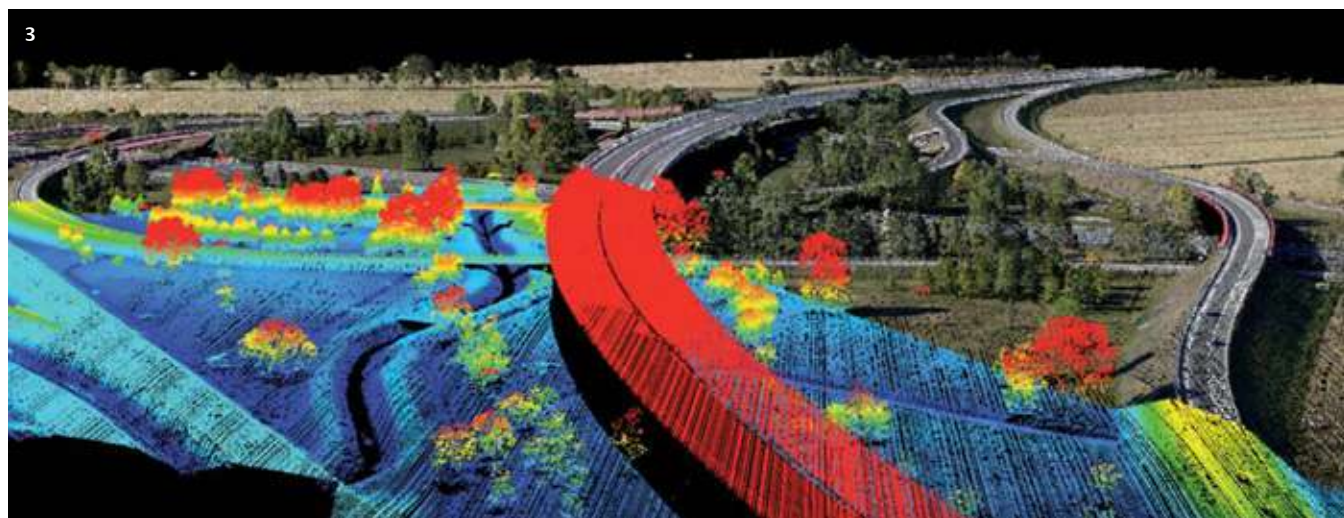
- 1 road graph (junctions, road elements, traffic areas);
- 1 inventory tables in .GDF format as required by a Italian Ministerial Decree of 2001 and in ASCII format for storage in the Client's database;
- 1 films and traces of the various road routes;
- 1 road signs with their related features.

Regarding the photogrammetric aerial survey LiDAR, the Riegl LMS-Q560 was used, the latest generation tool that permits a "Full Waveform Analysis", as saying the collection of all the response echoes.

For the photogrammetric survey, a high-resolution digital metric camera was used and synchronized with the laser scanner.

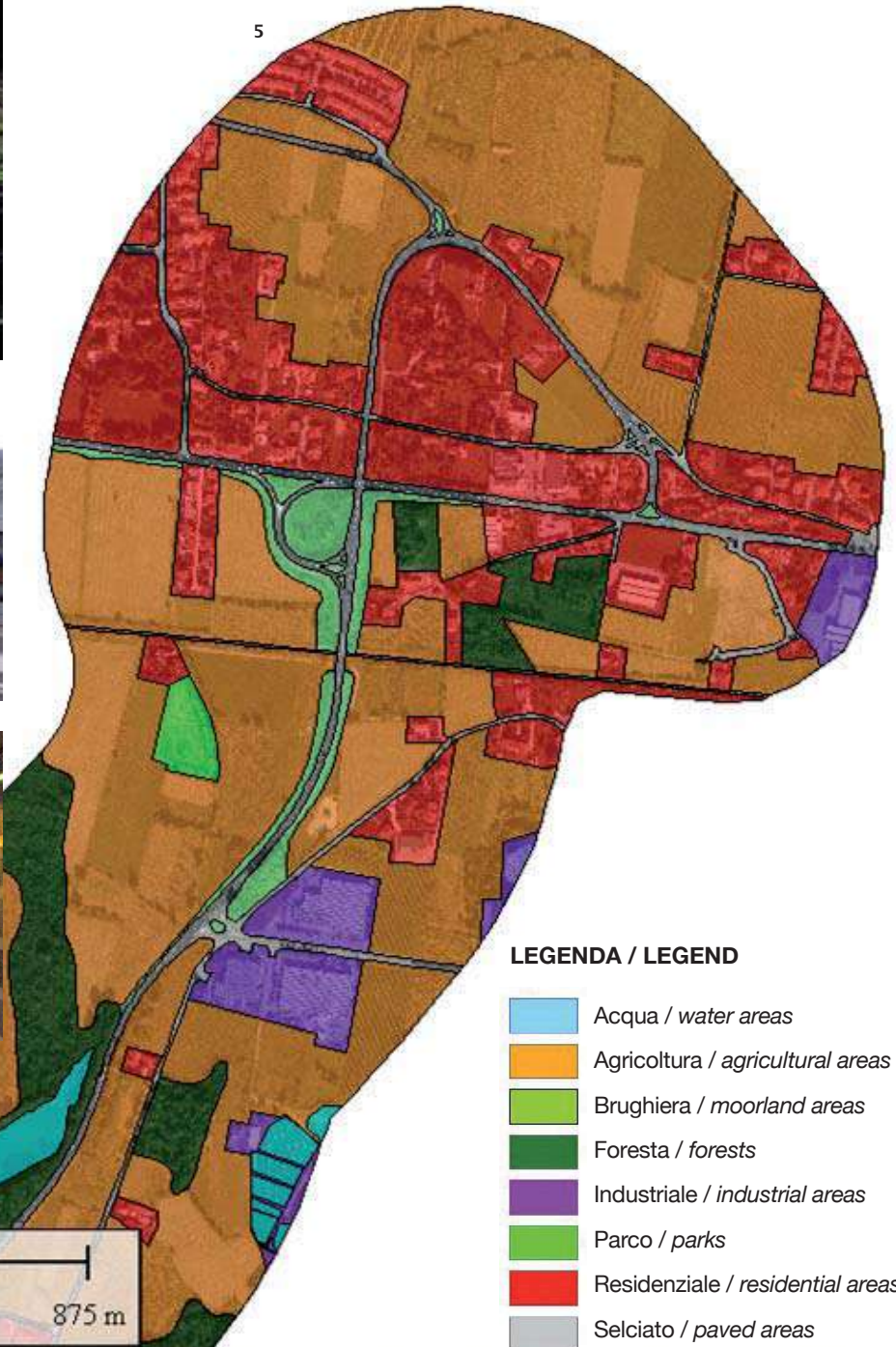
During the post-processing phase, the photogrammetric LiDAR data allowed to:

- 1 create a "Building Digital Model" (BDM);
- 1 classify the ground (Clutter) and the phono-absorption in relation to the type of the soil;
- 1 update the receptors in comparison to the existing ones.



- 3 – Nuvola di punti con colorazione in funzione delle quote
- 4 – Nuvola di punti laser
- 5 – Classificazione del terreno
- 6 – Casello autostradale A34
- 7 – Tratto autostradale A34

- 3 – Point Clouds with colours in relation to different elevations
- 4 – Laser Point Clouds
- 5 – Classification of the land
- 6 – A34 tollbooth highway
- 7 – A34 highway



## GALLERIE DOM E AGNESE, STRADA PROVINCIALE SS240

### DOM ANDAGNESE TUNNELS –PROVINCIAL ROAD SS240

**Servizio:** Monitoraggiodiagnostico

**Settori:** n n

**Committente:** Provincia Autonomadi Trento

**Opera:** Gallerie Dom e Agnese, SS 240 di Loppio e Valdi Ledro

**Anno:** 2012

#### Descrizione

Il servizio, commissionato dalla Provincia Autonomadi Trento, ha avuto l'obiettivo di monitorare lo stato di esercizio e di verificare le caratteristiche geometriche della galleria Dom, di lunghezza pari a 1.120 m e di un tratto della galleria Agnese (150 m circa), situate entrambe lungo la SS 240 in provincia di Trento.

L'analisi delle risultanze sono state quindi utilizzate dall'Ufficio Viabilità della Provincia per la predisposizione dei piani manutentivi sulle due opere. Per l'esecuzione del rilievo Sineco si è avvalsa della strumentazione Tunnel Scanner System (TSS), la quale consente di acquisire in continuo e contemporaneamente le informazioni geometriche e visive dell'intero cavo di galleria. La strumentazione è costituita da un sistema di rilievo automatico, montato su autoveicolo, che consente, grazie all'impiego di raggi infrarossi e laser, di ottenere simultaneamente:

- 1 immagine fotografica digitale ad altissima risoluzione;
- 1 profilo geometrico trasversale, con possibilità di estrarre sezioni in corrispondenza di qualsiasi progressiva;
- 1 immagine termografica ad altissima definizione dell'intero cavo di galleria.

Alcune caratteristiche del sistema: velocità di rotazione dello scanner fino a 18.000 giri al minuto; angolo di scansione 360 gradi; velocità di traslazione sino a 12.5 Km/h, in funzione della risoluzione richiesta.

**Service:** Diagnostic Monitoring

**Sectors:** n n

**Client:** Autonomous Province of Trento

**Infrastructure:** Dom and Agnese Tunnels, SS 240 in Loppio and Valdi Ledro

**Year:** 2012

#### Description

The job commissioned by the Autonomous Province of Trento was aimed at monitoring the functioning status and at verifying the geometric features of the Dom Tunnel (for a length of approx. 1,120 m) and a section of the Agnese Tunnel (approximately 150 m), both of which are located along the SS240 in the Province of Trento.

The analysis of the results were used by the Transport Office (Ufficio Viabilità) of the Province of Trentoto design maintenance works for both the infrastructures. To carry out the survey, Sineco used the TSS –Tunnel Scanner System –which permits to continuously and simultaneously acquire geometric and visual data of the inside of a tunnel.

The TSS consists of an automatic survey system, installed on the vehicle, and thanks to the use of infra-red rays and lasers it permits to simultaneously obtain:

- 1 extremely-high-resolution digital photograph;
- 1 transversal geometric profile with the possibility to extract sections in correspondence of any progressive;
- 1 extremely-high-resolution thermo-graphic photograph of the inside of the tunnel.

Some features of the system: scanner rotating speed up to 18,000 rpm; rotating angle of 360 degrees; translation speed up to 12.5 Km/h according to the required resolution.

#### Settori / Sectors

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring

1 – Imbocco della galleria Agnese

1 – Entrance of the Agnese Tunnel



## GALLERIE DOM E AGNESE, STRADA PROVINCIALE SS240

DOM ANDAGNESE TUNNELS –PROVINCIAL ROADSS240

Lo studio ha quindi fornito i seguenti elaborati tecnici:

- 1 Rappresentazioni planimetriche di immagini visive ad alta risoluzione, termografiche e profilometriche;
- 1 Sezioni trasversali significative, in formato dxf;
- 1 Dettagli visivi, termografici e profilometrici, bi-tridimensionali, di zone caratteristiche, con identificazione e quantificazione delle tipologie di degrado presenti;

1 Analisi delle interferenze mediante verifica del “gabarit”.  
Tra gli ulteriori vantaggi del sistema TSS, ricordiamo la possibilità di eseguire il rilievo senza operare in regime di deviazione di corsia o prevedere la chiusura della carreggiata poiché il rilievo si svolge con la tecnica dello “stop and go”, percorrendo la galleria in corrispondenza della mezzzeria della carreggiata.

The analysis provided the following technical documents:

- 1 Planimetric representations of high-resolution visual, thermographic and profilometric images;
- 1 Significant transverse sections in .dxf format;
- 1 2D or 3D visual, thermographic and profilometric details of significant areas with the identification and quantification of types of current degradation;
- 1 Analysis of interferences with “garabit” controls.

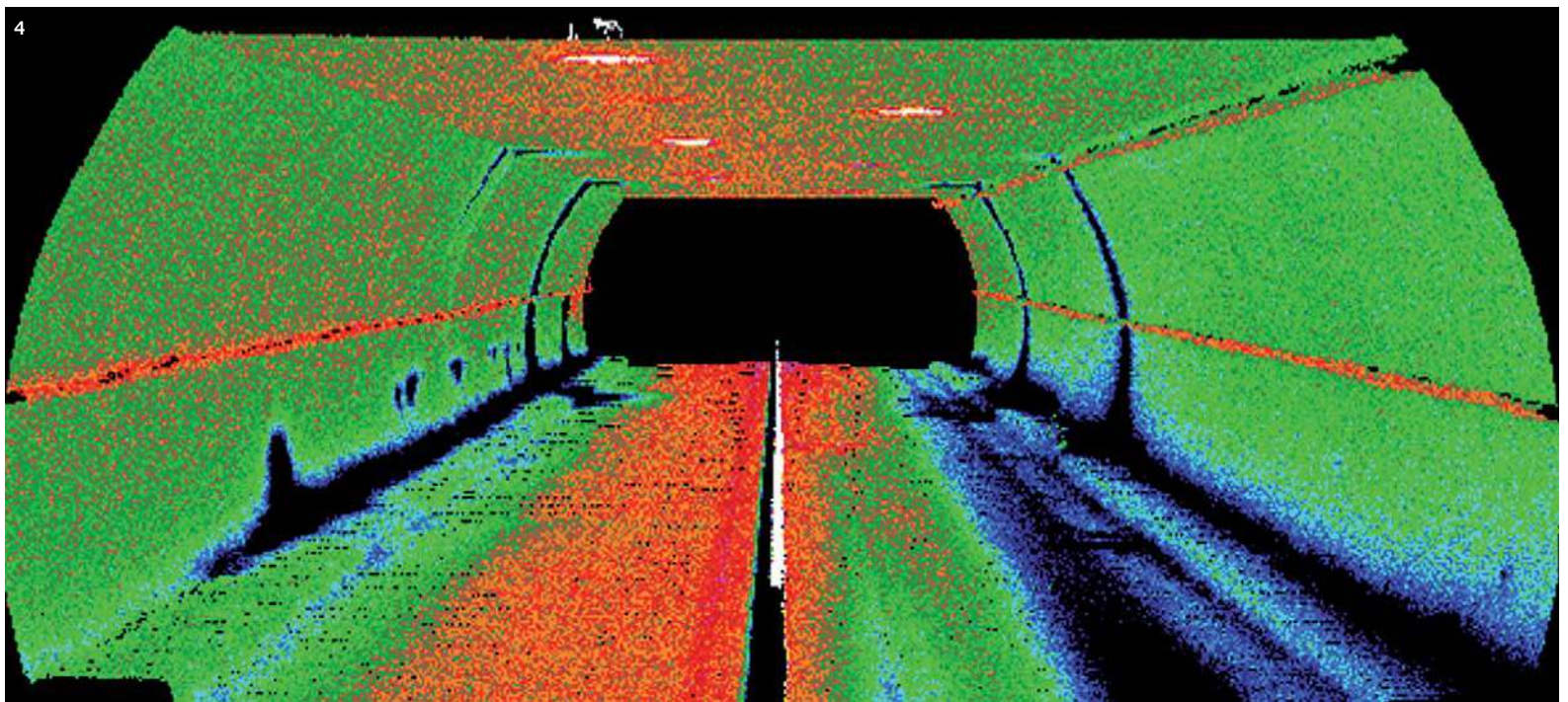
Among further advantages offered by the TSS system, the possibility to carry out the survey without forcing any lane deviation or closing since the survey is conducted with the “stop and go” technique, as saying moving along the tunnel on the centre of the lane.



- 2 - Veicolo con sistema TTS (Tunnel Scanner System)
- 3 - Immagine fotografica rilevata con TunnelScanner System
- 4 - Visualizzazione del dato termografico


- 2 - Vehicle with TTS -TunnelScanner System
- 3 - Photograph obtained with the TunnelScanner System
- 4 - View of the thermographic data





## PAVIMENTAZIONI, AUTOSTRADA A35

### PAVEMENT –A35 MOTORWAY

<b>Servizio:</b> Verifica caratteristiche prestazioni dei materiali stradali
<b>Settore:</b> 
<b>Committente:</b> Società di Progetto A35 Brebemi
<b>Opera:</b> Autostrada A35 Brebemi
<b>Anno:</b> 2012


#### Descrizione


Sineco ha collaborato all'attività di verifica delle caratteristiche prestazionali dei materiali che avrebbero costituito la pavimentazione dell'autostrada A35 Brebemi, aperta al traffico il 23 luglio 2014 (Concedente CAL SpA, Concessionario Società di Progetto Brebemi SpA). Coordinatore della campagna di prove è stato il professor Antonio Montepara (Università di Parma). L'iniziativa è derivata dalla scelta della Direzione Tecnica di Brebemi di procedere a una verifica sulla rispondenza delle caratteristiche meccaniche adottate nel dimensionamento delle pavimentazioni con quelle realmente raggiungibili dalle miscele descritte nelle specifiche tecniche di capitolato e, sulla scorta dei risultati delle prove, all'eventuale rimodulazione del mix-design da adottare al fine di raggiungere i requisiti prestazionali ipotizzati nel calcolo delle pavimentazioni. L'attività si è basata su una serie di verifiche riguardanti il conglomerato bituminoso da adottare per lo strato di base previsto nel progetto proposta dal Consorzio BBM, la sua rispondenza alle caratteristiche meccaniche ipotizzate nel calcolo e le modalità tecniche per ottenere una miscela con prestazioni aderenti a quanto previsto nel progetto. Nel dettaglio, lo studio si è articolato nelle seguenti fasi attuative:

- 1 analisi dettagliata dei documenti tecnici di progetto;
- 1 individuazione dei materiali per la realizzazione della sovrastruttura stradale;
- 1 individuazione delle miscele di conglomerato bituminoso da sottoporre ad indagine prestazionale;
- 1 definizione di un protocollo di prove da realizzare con relativa analisi critica dei risultati;
- 1 individuazione e proposta dei disegni di miscela (mix-design) ottimali.

- 1 - Dyna-Comp- Rullo compattatore pneumatico
- 2 - Dyna-Track- Macchina ormaiola
- 3 - Traffico in autostrada dopo l'apertura del 23 luglio 2014
- 4 - A35, un'autostrada con pavimentazioni a elevate performance
- 5 - Dettaglio della pavimentazione: l'analisi ha riguardato il sottostante strato di base

#### Settore / Sector

-  Lab. prove materiali  
Material test laboratory

<b>Service:</b> Tests on road material performances
<b>Sector:</b> 
<b>Client:</b> Società di Progetto A35 Brebemi
<b>Infrastructure:</b> A35 Motorway "Brebemi"
<b>Year:</b> 2012

#### Description

Sineco collaborated on the verification of the performance characteristics of the materials which would have been used for the pavement of the A35 Brebemi motorway, opened to traffic on July 23rd, 2014 (Granting Company: CAL SpA, Concessionaire: Società di Progetto Brebemi SpA). Coordinator of the test campaign was the Professor Antonio Montepara of the University of Parma.

The initiative originated from the choice of the Technical Department of Brebemi to verify the compliance of the mechanical characteristics adopted in the sizing of pavements and those actually reachable with the mixtures described in the technical specifications; on the basis of test results, to modify, if necessary, the "mix-design" to use in order to reach the performance requirements assumed when calculating pavements.

The activity consisted of a series of tests on the bituminous conglomerate to conduct on the base layer as contained in the draft proposal by the Consorzio BBM, its compliance with the mechanical properties assumed during calculation and the technical procedures to obtain a mix with performance coherent to what foreseen in the project.

More specifically, the analysis was articulated in the following implementation phases:

- 1 detailed analysis of the project technical documents;
- 1 identification of materials for the construction of the road superstructure;
- 1 identification of mixes of bituminous conglomerate and their relative performance tests;
- 1 definition of a test protocol to be carried out and its relative critical analysis of the results;
- 1 identification and proposal of optimal mix design.

- 1 - Dyna-Comp- Compact Pneumatic Roller
- 2 - Dyna-Track- Rutting Machine
- 3 - Traffic on the motorway after opening (July 23<sup>rd</sup>, 2014)
- 4 - A35: a motorway with high-performance pavements
- 5 - A detail of the surface



© leStrade

© Brebemi SpA

## S.I.O.S. E BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM

### S.I.O.S. & BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM

**Servizio:** Ingegneria – Ispezioni opere e software di gestione

**Settori:** <sup>n</sup> <sup>n</sup>

**Committente:** Società autostradali, Gruppo SIAS

**Opera:** Opere d'arte rete autostradale in concessione

**Anno:** 2012–2015

#### Descrizione

Esperienza tecnica e alta tecnologia al servizio della gestione del patrimonio infrastrutturale. Sono gli strumenti alla base del Bridge Management System (BMS) sviluppato, proposto e attuato da Sineco. La continua evoluzione delle tecnologie ha infatti mutato il concetto di manutenzione: da una serie di interventi di riparazione a un complesso sistema di gestione rivolto alla prevenzione del deterioramento e al miglioramento o adeguamento ai nuovi standard normativi.

Tra le risposte concrete alle attuali esigenze manutentive manifestate dai gestori rientra proprio la metodologia esclusiva, riguardante le attività di ispezione e controllo, elaborata da Sineco e denominata SIOS (Sistema Ispettivo Opere Sineco). La sua finalità: valutare la conservazione e la sicurezza delle strutture e quantificarne lo stato di deterioramento. La necessità, stabilita dalle recenti normative nazionali, di eseguire analisi di vulnerabilità sismica delle strutture strategiche ha reso quindi necessario lo sviluppo di un'ulteriore specifica metodologia integrata con SIOS. Le analisi di ispezione e quelle di vulnerabilità sismica sono state quindi riunite nel sistema SIOSWeb, applicazione "web based" progettata per garantire ai gestori l'accesso a dati ispettivi e sismici aggiornati in continuo.

**Service:** Engineering – Infrastructure Inspections and Management Software

**Sectors:** <sup>n</sup> <sup>n</sup>

**Client:** Motorways of the SIAS Group

**Infrastructure:** Infrastructures along the motorway network under concession

**Year:** 2012–2015

#### Description

Technical Know-how and high-tech tools for the management of the infrastructure assets.

These are the tools behind Bridge Management System (BMS), developed, offered and used by Sineco.

In fact, the continuous technological evolution has changed the concept of maintenance: from a series of repairing works to a complex system of management aimed at preventing deterioration, improving or upgrading structures to the new normative standards.

Among the solid answers to the current maintenance needs expressed by Clients, we find the exclusive methodology regarding the inspective and audit activities, elaborated by Sineco and called SIOS (Sistema Ispettivo Opere Sineco).

Its purpose: to assess conservation and safety conditions of infrastructures and to determine the level of deterioration.

As established by recent national regulations, the need to conduct analysis of seismic vulnerability of strategic infrastructures led to the mandatory development of another specific methodology integrated to the SIOS. The inspective analysis and the seismic vulnerability ones were therefore joint into the SIOS.Web system, a web-based application designed to guarantee Clients the access to constantly-updated inspective and seismic data.

#### Settori / Sectors

<sup>n</sup> Ingegneria  
Engineering

<sup>n</sup> Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

1 – Viadotto autostradale

2 – Attività di ispezione condotta con tablet

1 – Motorway Viaduct

2 – Inspective activity conducted via tablet



## S.I.O.S. E BRIDGE MANAGEMENTSYSTEM

### S.I.O.S. & BRIDGE MANAGEMENTSYSTEM

SIOSWeb permette per esempio di accedere facilmente e in tempo reale a:

- | dati di inventario;
- | dati di ispezione continuamente aggiornati;
- | risultati delle analisi di vulnerabilità sismica;
- | eventuali segnalazioni di "danneggiamenti critici" e identificazione di interventi urgenti da effettuare;
- | l'ente gestore dell'infrastruttura può così controllare, in tempo reale, lo stato di avanzamento delle ispezioni e la registrazione dei risultati in termini di valore indice, sia a livello di opera sia a livello del singolo elemento strutturale;
- | un ulteriore beneficio raggiunto attraverso l'utilizzo del sistema è stato l'azzeramento del tempo di digitalizzazione dei dati raccolti sul campo, rendendo fruibili in tempo reale i risultati di ispezioni e controlli.

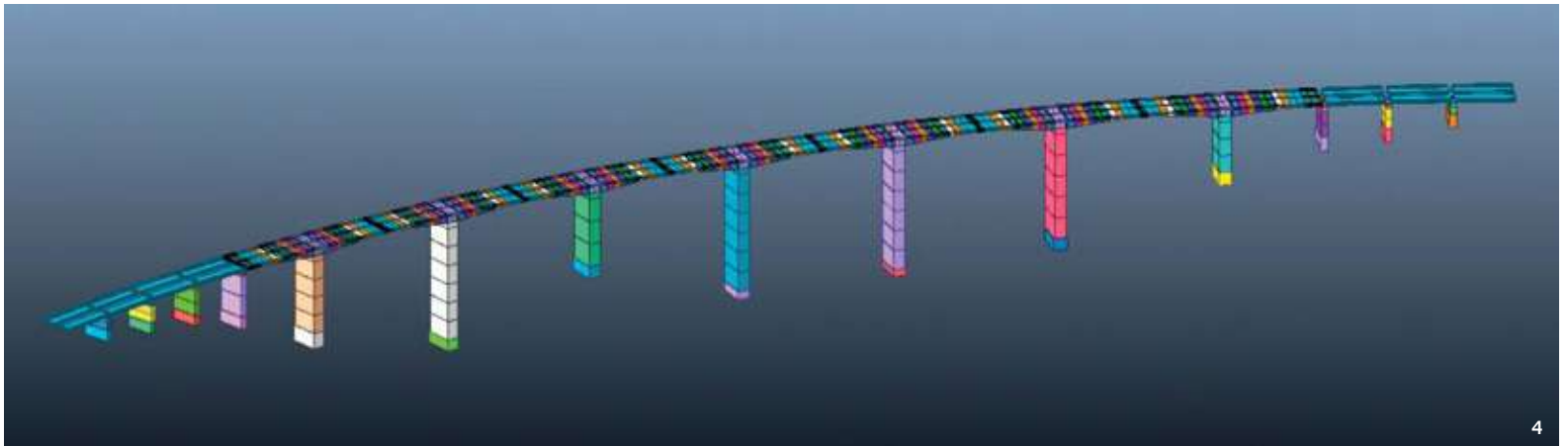
For example, SIOS.Web permits to easily access to the following real time data:

- | inventory Data;
- | constantly-updated inspection data;
- | results of the seismic vulnerability analysis;
- | possible warning for "critical damages" and identification of urgent works to carry out;
- | the Body controlling the infrastructure can therefore check in real time the state of progress of inspections and the acquisition of results in terms of index value, both for the entire infrastructure and each single structural element;
- | another benefit offered by the use of this system was the possibility to set to zero the time needed for the digitalization of data collected on site, making available in real time the results of inspections and audit.



- 3 - Esempio di schermata SIOSWeb
- 4 - Rappresentazione dello stato di conservazione di un ponte
- 5 - Dati di ispezione aggiornati in tempo reale
- 5 - Esempio di scheda ispettiva Sineco di elemento strutturale

- 3 - Example of SIOS.Web Screenshot
- 4 - Mapping of the state of conservation of a bridge
- 5 - Inspection Data updated in real time
- 5 - Sineco sample structural element inspection form



4

NEOSoft

Home page Pagina Clienti Spedizioni Foto Documentazione Informazioni su

Report

Elementi Operati

Strada	Tip. Opera	Comune/Prov.	Dirigente	Program.
420	viabilità	Parma	Stella	140371
420	viabilità	Parma	Stella	140400
420	viabilità	Parma	Stella	152774
420	viabilità	Parma	Stella	152411
420	viabilità	Parma	Stella	152206
420	viabilità	Parma	Stella	152227
420	viabilità	Valle Latta	Stella	154390
Proprietà Iniziale (M): 154295 Proprietà Finale (M): 154390 NP Computo: 15				
420	viabilità	Valle Latta	Stella	154327
420	viabilità	Parma	Stella	153901

Ultimo Esportato: Stato di Avanzamento

Data	Tip.	Opera	Avanzamento	Stato
17/Jan/2014	Esportazione Annuale	Valle Latta	62.96%	Stato
28/Jan/2014	Esportazione Annuale	Valle Latta	64.98%	Stato

Statistiche Valore Indice

Elemento	Valore Medio
TRACI	0.47
SMALL	7.17
TRACI20	0.40
SMALL20	4.12
PIE	1.34
PIQUIN	7.43
Media di opere	0.82

Grafico Valore Indice

Valle Latta - Direzione: Francia

Legenda

- Tracce
- Impugnati
- Fuori
- Tracce
- Impugnati
- Fuori

5

6

PIER N.1

PIER CAP N°1

Sez. Levante

Sez. Livorno

Sez. Livorno

CLASSIFICAZIONE

	LOW	REGUL	HIGH
Efficienza	LOW	REGUL	HIGH
Purt presence	LOW	REGUL	HIGH
Patched Area	LOW	REGUL	HIGH
Crack presence	LOW	REGUL	HIGH
Surface delamination	LOW	REGUL	HIGH
Wasting	LOW	REGUL	HIGH
CLASSIFICAZIONE			
Delaminations	LOW	REGUL	HIGH
Spalling	LOW	REGUL	HIGH
Concrete chattering	LOW	REGUL	HIGH
Surface cracks	LOW	REGUL	HIGH
Reinforcement	LOW	REGUL	HIGH
Seepage	LOW	REGUL	HIGH
CLASSIFICAZIONE			
Steel reinforcement exposure	LOW	REGUL	HIGH
Delaminations	LOW	REGUL	HIGH
Reinforcing rods	LOW	REGUL	HIGH
Reinforcing rods exposure	LOW	REGUL	HIGH
OVERALL EVALUATION	LOW	REGUL	HIGH

## OPERE D'ARTE, AUTOSTRADA A6

### WORKS OF ART – A6 MOTORWAY

**Servizio:** Analisi ispettiva delle opere d'arte

**Settore:**  n

**Committente:** Autostrada Torino–SavonaSpA

**Opera:** Autostrada A6 Torino–Savona

**Anno:** 2013–adoggi

#### Descrizione

Tra gli incarichi più recenti acquisiti da Sineco in materia di ispezioni periodiche di tratte autostradali registriamo quello riguardante l'Autostrada A6 Torino–Savona, 126 km complessivi di infrastruttura autostradale a pedaggio aperti al traffico in varie fasi tra il 1960 e il 1976. La Società è subentrata in questa attività a Spea Ingegneria Europea nel maggio 2013. Le ispezioni effettuate da quest'ultima hanno avuto la funzione di "memoria storica" delle anomalie riscontrate negli anni precedenti, nonché, come è evidente, di punto di partenza delle nuove indagini specialistiche. Il metodo impiegato è consistito nella predisposizione di schede di ispezione suddivise per opera, in cui per ogni elemento (spalle, travi, pile, eccetera) vengono registrate: la descrizione del difetto, la sua posizione, l'anomalia riscontrata e una valutazione che può variare da un minimo di 10 (difetti lievi) a un massimo di 70 (dove i difetti possono pregiudicare la stabilità dell'opera).

Il programma, come da normativa, prevede lo svolgimento di quattro visite ispettive all'anno (almeno una deve essere condotta da un ingegnere). Nel 2013 la quasi totalità delle opere è stata ispezionata a distanza ravvicinata con l'impiego di mezzi speciali by-bridge, mentre tutte le parti dell'infrastruttura autostradale sono state visionate con ispezioni da terra.

Progressivamente, anche i dati relativi alle opere dell'A6 confluiranno nel SIOS (Sistema Ispezione Opere Sineco), uniformando la metodologia a quella già adottata per le altre opere ricadenti sulle tratte autostradali gestite dalle altre concessionarie del Gruppo.

**Service:** Inspection and Analysis of the Works of Art

**Sector:**  n

**Client:** Autostrada Torino–SavonaSpA

**Infrastructure:** A6 Motorway "Torino–Savona"

**Year:** 2013–today

#### Description

Among more recent tasks entrusted to Sineco and concerning periodic inspections of highways, we can point out the one on the A6 highway Torino–Savona, a total of 126 km of toll-highway infrastructure opened to traffic in several stages between 1960 and 1976.

The Company took over Spea Ingegneria Europea in May 2013. The inspections carried out by the latter have had the purpose of creating an "historical memory" of the abnormalities found in previous years, and, as shown, a starting point for the new specific surveys.


The method consisted in the preparation of inspection sheets divided by work, in which for each element (shoulders, beams, piles, etc.) the following data were recorded: defect description, location, abnormality and assessment – which could vary from a minimum of 10 (minor defects) to a maximum of 70 (where the defects can affect the stability of the work).

The program, as by law, contemplated the execution of four inspections per year (at least one to be conducted by an engineer). In 2013, almost all of the infrastructures were inspected at close range with the use of by-bridges special equipment, while all parts of the motorway infrastructure were examined with ground inspections.

Gradually, the data related to the A6 infrastructures converge into the SIOS system for work inspection owned by Sineco, standardizing the methodology already adopted for other works falling in the motorways managed by other Concessionaires of the Group.

- 1 – L'A6 Torino–Savona, detta anche "la Verdemare", dal 2013 rientra tra le infrastrutture autostradali ispezionate periodicamente da Sineco
- 2 – Attività ispettiva
- 3 – Orografia tipica dell'itinerario autostradale
- 4 – Ripristino pile viadotto Stura di Demonte
- 5 – Demolizione e ricostruzione del Viadotto Pesio

#### Settore / Sector

 n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

- 1 – The A6 Torino–Savona, also called "the Verdemare", in 2013 was included in the highway infrastructures periodically inspected by Sineco
- 2 – Inspection Activity
- 3 – Typical Highway Route Orographic
- 4 – Restoring piles in Stura viaduct
- 5 – Demolition and rebuilding of Pesio Viaduct







## MILANO TANGENZIALE EST A51 E NORD A52

### TANGENZIALE EST A51 AND NORD A52 OF MILANO

**Servizio:** Rilievo geometrico/topografico della carreggiata stradale

**Settore:** n

**Committente:** Serravalle Engineering Srl

**Opera:** A51 Autostrada Tangenziale Est e A52 Autostrada Tangenziale Nord di Milano

**Anno:** 2013

#### Descrizione

Nell'ambito della realizzazione delle barriere di sicurezza e dell'impianto di illuminazione sulle tangenziali Est e Nord di Milano, la Società Serravalle Engineering ha affidato a Sineco l'incarico di condurre un rilievo topografico mediante tecnologia "Laser Mobile Mapper" sull'intero sviluppo delle due tangenziali, in entrambe le direzioni di marcia, ovvero per complessivi 84 km circa di carreggiata. La scelta di questa tecnica di rilievo è stata motivata dal fatto di poter effettuare il rilievo da veicolo in movimento e dunque con la massima sicurezza e senza nessun impatto sul traffico veicolare.

La strumentazione impiegata è stata il Lynx Mobile Mapper che rappresenta il risultato dell'integrazione di due strumentazioni: il sistema laser LiDAR, composto da 2 sensori con range di acquisizione maggiore di 200m e frequenza di 400.000 impulsi laser al secondo, e il sistema POS Applanix 420-V4, formato da GPS, piattaforma inerziale e odometro di precisione. Completa la dotazione strumentale il sistema di video acquisizione ad alta risoluzione che, per il caso specifico, è stato configurato con n° 2 telecamere posizionate frontalmente ed a 45° rispetto alla direzione di marcia.

L'espletamento del servizio si è articolato nelle seguenti fasi:

- 1 rilievo Laser Scanner, comprensivo delle attività iniziali di taratura e controllo, effettuato a velocità di crociera di circa 60-70 km orari, percorrendo la sola corsia di marcia ed entrambe le carreggiate;
- 1 preprocessamento dei dati acquisiti in campagna per l'ottenimento delle nuvole di punti laser 3D, calibrate ed appoggiate a terra mediante l'utilizzo dei "Ground Control Point" (GCP);
- 1 processamento finale dei dati con relativo output delle informazioni richieste dal Cliente.

**Service:** Geometric/Topographic Survey of the motorway lane

**Sector:** n

**Client:** Serravalle Engineering Srl

**Infrastructure:** A51 Motorway "Autostrada Tangenziale Est" and A52 Motorway "Tangenziale Nord di Milano"

**Year:** 2013

#### Description

As part of implementation of safety barriers and lighting systems on the Tangenziale Est and Nord of Milan, the Serravalle Engineering Company entitled Sineco to conduct a topographical survey with the "Laser Mobile Mapper" on the entire development of the two ring roads, in both directions, for a total of approximately 84 km of roads. The choice of this survey technique was motivated by the fact that it permits to perform the survey through a moving vehicle and therefore with the highest level of safety and no impact on traffic.

The technology applied was the Lynx Mobile Mapper that represents the result of the integration of two instruments: the LiDAR laser system, consisting of two sensors with acquisition ranges greater than 200 m and frequency of 400,000 laser pulses per second; and the Applanix 420-V4 POS system, consisting of a GPS system, an inertial platform and an accuracy odometer. The high-resolution video capturing system completes the instrumental equipment which, for the specific case, had been configured with no. 2 cameras positioned frontally and at 45 degrees to the moving direction.

The service counted of the following phases:

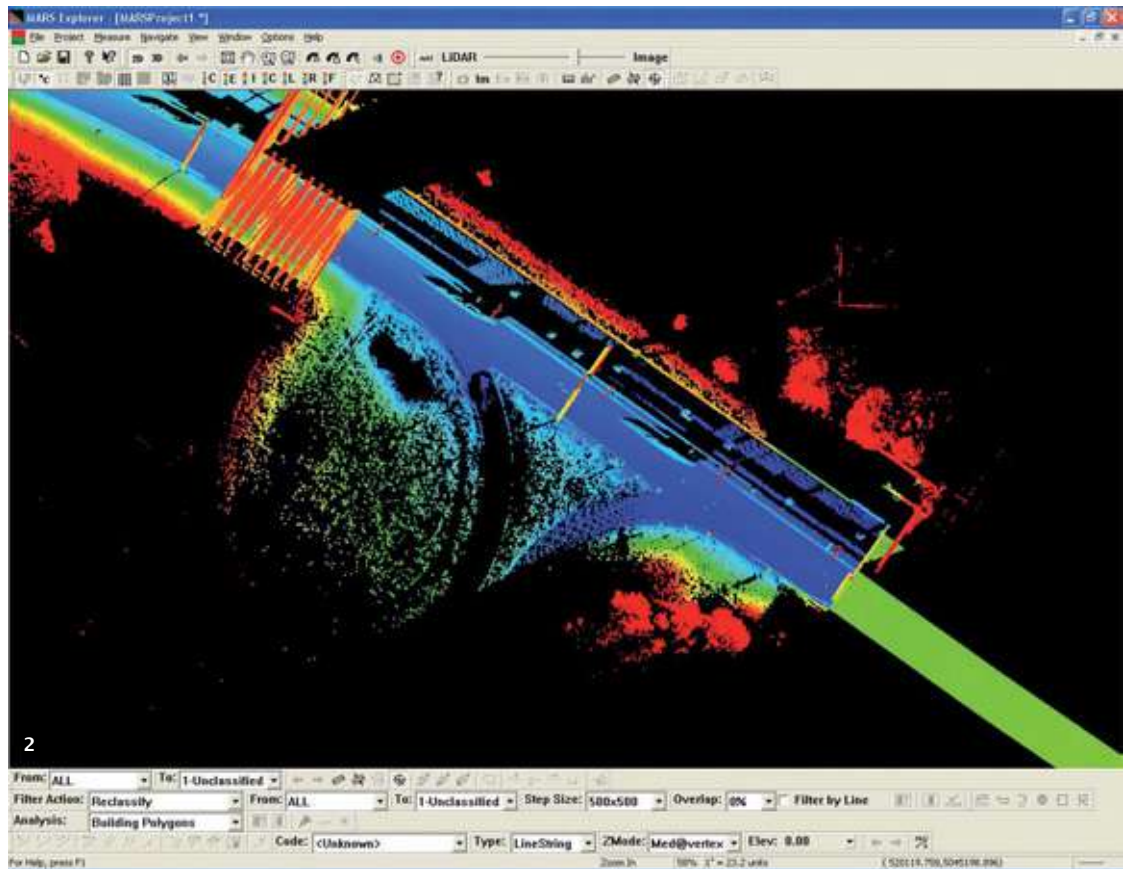
- 1 laser Scanner Survey, including the initial setting and control tasks, performed at a cruising speed of about 60-70 km/h, along a single lane and both carriageways;
- 1 Pre-processing of data acquired during the campaign to obtain 3D Laser Point Clouds, calibrated and positioned on the ground through the use of "Ground Control Points" (GCP);
- 1 final Processing of data and the output of information requested by the Client.

#### Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

- 1 - Nuvola di punti laser -casello autostradale
- 2 - Nuvola di punti laser -rappresentazione in funzione delle quote

- 1 - Laser point clouds -motorway barrier
- 2 - Laser point clouds -color by elevation



## MILANO TANGENZIALE EST A51 E NORD A52

TANGENZIALE EST A51 AND NORD A52 OF MILANO

In particolare, sono stati forniti i seguenti prodotti:

- 1 | nuvole di punti semplificate, del solo oggetto “strada”, riportanti per ogni punto le coordinate (X,Y,Z) e l’intensità (I) del raggio riflesso;
- 1 | polilinee 3D in coordinate WGS84 dei cigli asfalto destro e sinistro, delle linee di demarcazione orizzontale, per le tratte in trincea, la polilinea 3D dello spigolo interno della canaletta perimetrale;
- 1 | sezioni trasversali quotate in formato dwg;
- 1 | filmato video frontale/45° del tracciato autostradale.

Con incarico successivo, è stata richiesta e fornita la restituzione di n° 40 portali segnaletici presenti lungo la Tangenziale Nord e la distanza tra il montante del portale e la superficie della pavimentazione.

In particular, the following products were provided:

- 1 | simplified “Point Clouds” of the only “road”, including coordinates (x, y, z) for each point and the intensity (I) of the reflected beam;
- 1 | “3D Polylines” with WGS84 coordinates of the left and right side of the asphalt edges, of the horizontal lane markings, and the 3D polylines of the inside corner of the perimeter canal along the line cuts;
- 1 | cross sections listed in format “.dwg”;
- 1 | front and 45-degree videos of the motorway route.

During a further service, it was requested and provided the creation of no. 40 portal signs present along the north ring road and the distance between the portal and the pavement surface.



3



4

3 - Barriera autostradale

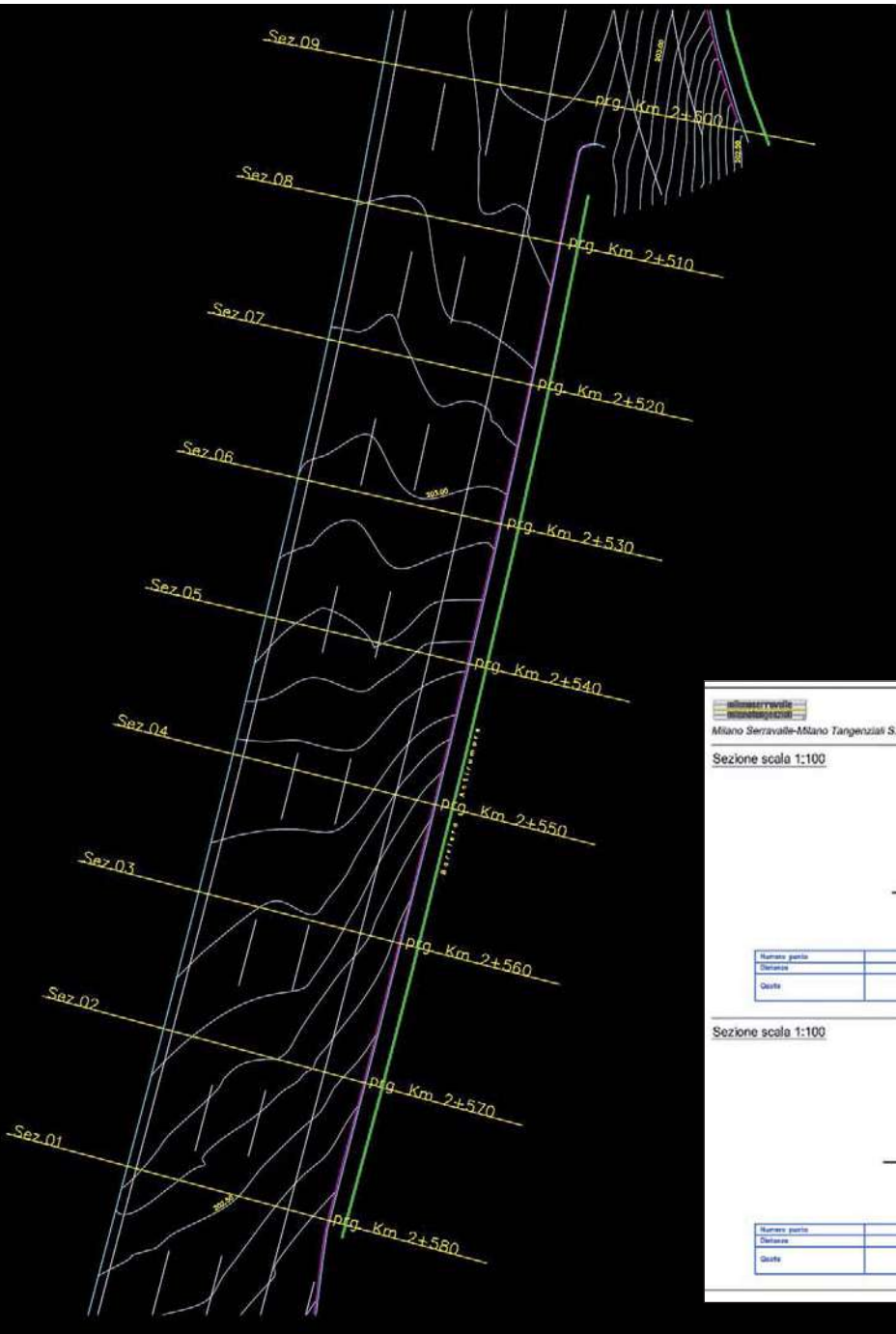
4 - Video tracciato

5 - Sezioni trasversali passo costante, curve di livello e sezione della carreggiata

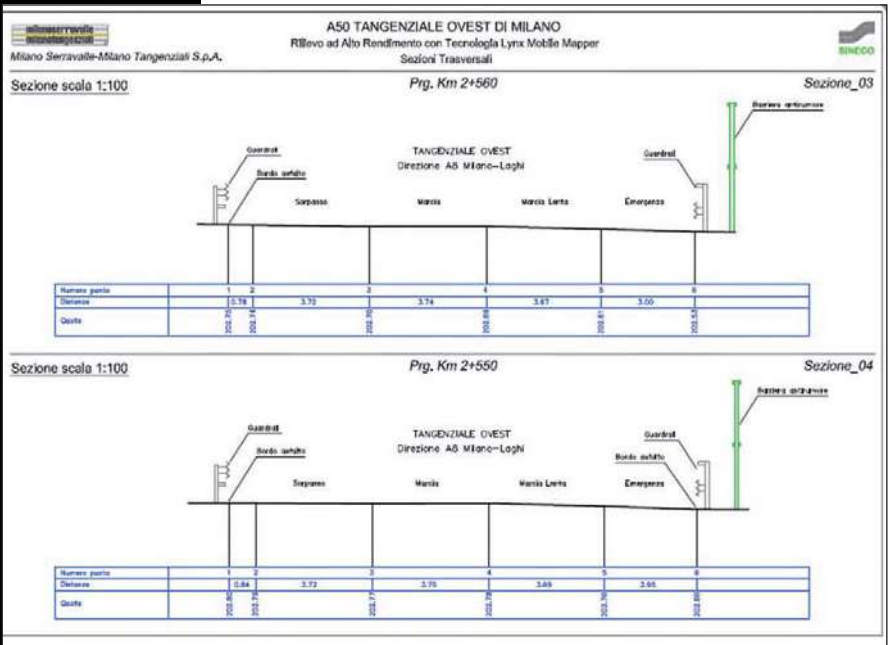
3 - Motorway barrier

4 - Right of view video

5 - Cross sections at constant pitch, contour lines and section of a carriageway



5



## RETE AUTOSTRADALE BRASILIANA

### BRAZILIAN MOTORWAY NETWORK

**Servizio:** Rilievo geometrico/topografico della carreggiata stradale

**Settore:** <sup>n</sup>

**Committente:** Gruppo Ecorodovias

**Opera:** Rete autostradale gestita dalla concessionaria brasiliana Ecorodovias

**Anno:** 2013

**Service:** Geometric/Topographic Survey of the motorway lane

**Sector:** <sup>n</sup>

**Client:** Gruppo Ecorodovias

**Infrastructure:** Motorway Network managed by the Brazilian Ecorodovias

**Year:** 2013

#### Descrizione

Rilievo della rete autostradale gestita dalla concessionaria brasiliana Ecorodovias con l'obiettivo di realizzare un modello digitale 3D da utilizzare come supporto ai progetti di adeguamento della piattaforma autostradale, interventi di manutenzione e nuove opere. L'intervento ha comportato il rilievo di circa 2.200 km di autostrada impiegando circa 70 ore (16 giorni di campagna). Tra i risultati ottenuti: 1,5 Terabyte di dati laser acquisiti e una banca dati di 2.650.000 immagini georiferite ad alta definizione. La strumentazione impiegata è stata il laser scanner dinamico Lynx Mobile Mapper. La tecnologia –come già sottolineato rendendo conto di numerosi casi stradali e autostradali, ma anche aeroportuali o ferroviari, italiani –permette di effettuare in modo rapido misure georiferite per mezzo di un sistema di posizionamento POS LV420 Applanix, con precisione paragonabile a quella topografica, alla frequenza di oltre 400.000 punti al secondo, ottenendo nuvole di punti 3D ad alta densità. Il suo impiego ha consentito di restituire una fotografia dettagliata della rete (dagli svincoli ai viadotti, a tutte le opere d'arte autostradali) in "Point Cloud" ovvero nuvole di punti laser. In fase di elaborazione, i dati acquisiti sono stati trattati con specifici software che hanno permesso l'estrazione automatica delle principali "feature" stradali. In particolare, sono stati restituiti i seguenti prodotti: Modelli Digitali del Terreno (DTM), mappe a curve di livello, polilinee 3D dei bordi di pavimentazione, digitalizzazioni e rendering di alcuni assetti stradali (per esempio portali segnaletica).

#### Description

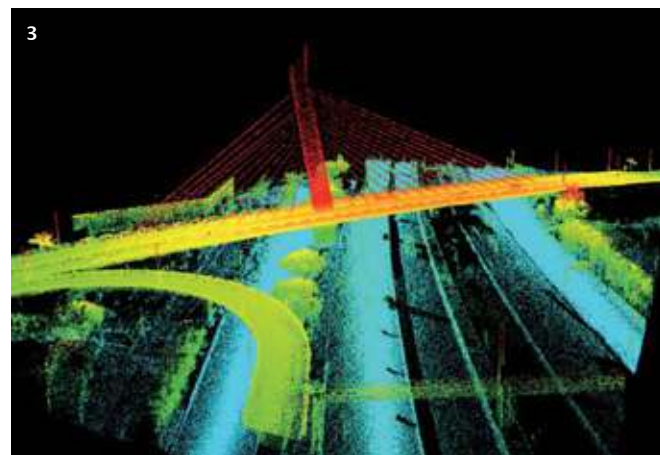
Survey of the motorway network managed by the Brazilian Ecorodovias with the aim of creating a 3D digital model used as support for motorway adapting projects, maintenance and new works. The intervention resulted in the detection of approximately 2,200 km of motorway taking about 70 hours (16 days of campaign). Among the results: acquiring of 1.5 terabytes of laser data and a database of 2,650,000 high-definition georeferenced images. The used instrumentation was the laser scanner dynamic Lynx Mobile Mapper. The technology –as already pointed out for numerous roads and motorways cases, but also for Italian airports or railways –permits to perform quick georeferenced measurements through the positioning of the POS LV420 Applanix system, with an accuracy comparable to the topographic one, at a frequency of over 400,000 points per second, obtaining 3D high density Point Clouds. Its use has produced a detailed picture of the network (from junctions to viaducts, to all highway artworks) in "Point Clouds", as saying clouds of laser points. During processing, the acquired data were treated with specific software that enabled the automatic extraction of the main Road "features". In particular, the following products were created: Digital Terrain Models (DTM), maps with contour lines, polylines, 3D of flooring edge, digitalization and rendering of some road assets (e.g. portals signs).

#### Settore / Sector

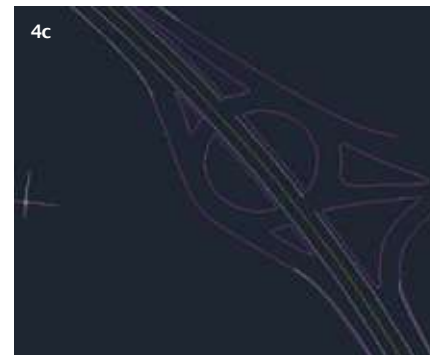
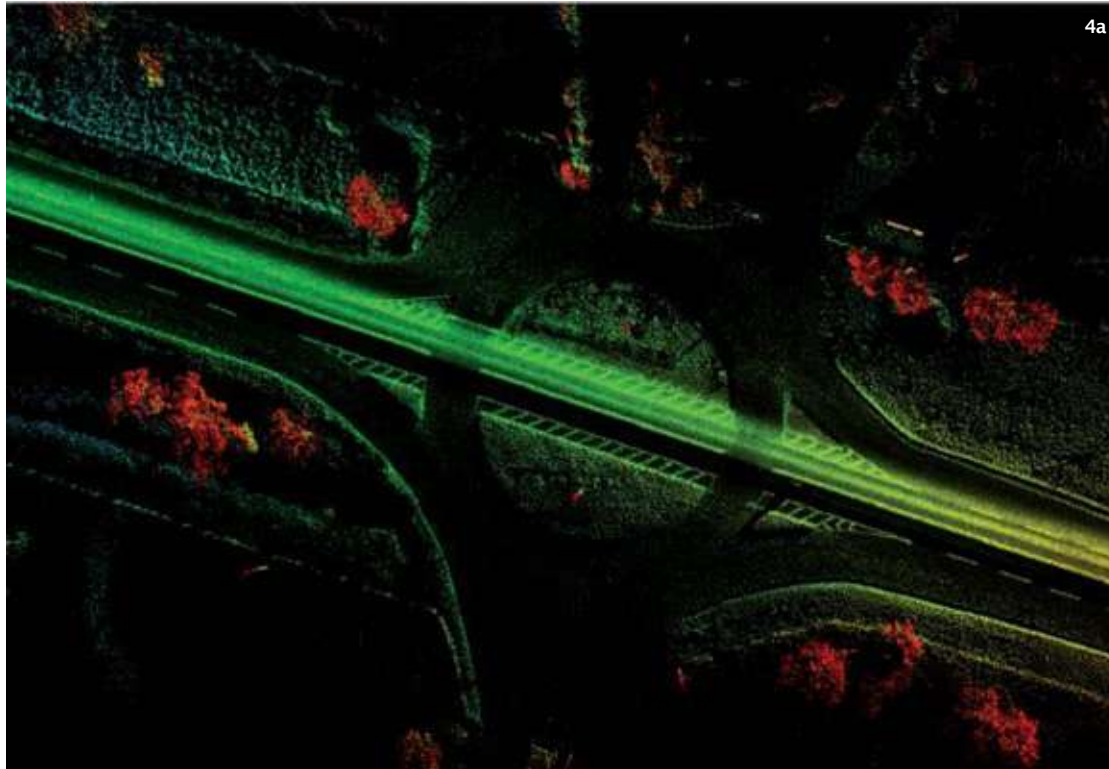
<sup>n</sup> Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

- 1 – Tecnologia italiana al servizio del miglioramento delle autostrade brasiliane
- 2 – Particolare "sensore laser" su veicolo Lynx Mobile Mapper
- 3 – BR 116 "Nova Dutra" –Località Guarulhos: Nuvola di punti di un ponte strallato.

- 1 – Italian technology for Brazilian motorways upgrade service
- 2 – Detail of the "laser sensor" installed on the Lynx Mobile Mapper
- 3 – BR 116 "Nova Dutra" –Guarulhos: point clouds of a cable-stayed bridge



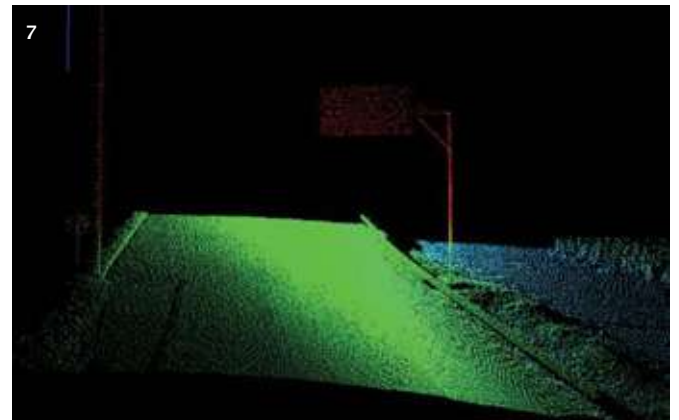
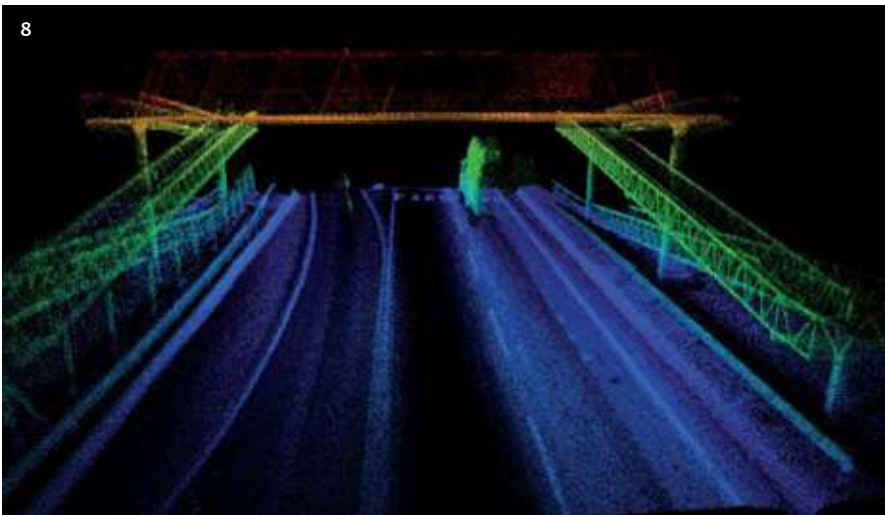
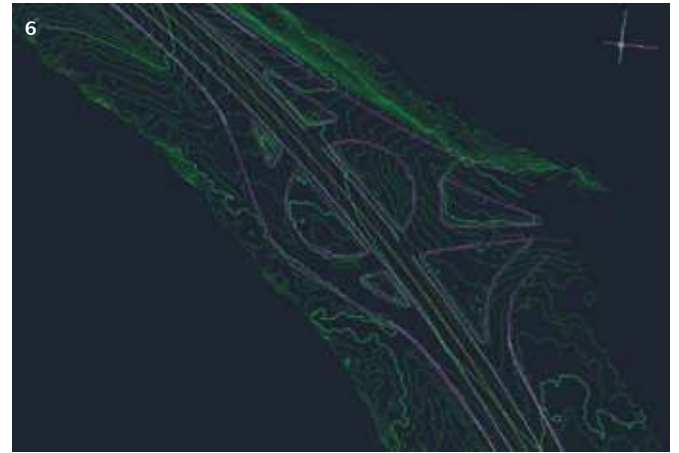
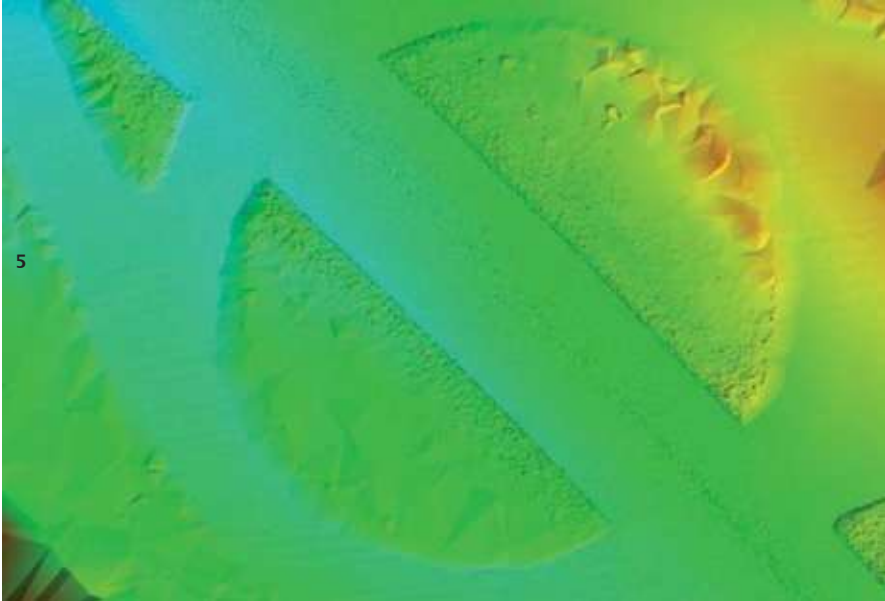
## RETE AUTOSTRADALE BRASILIANA BRAZILIAN MOTORWAY NETWORK



- 4 - BR 277 "Grande Estrada": vettorializzazione segnaletica orizzontale della nuvola di punti di rotondina
- 5 - Realizzazione del modello digitale del terreno DTM
- 6 - Realizzazione di una mappa a curve di livello
- 7 - Individuazione di un portale su "Point Cloud"
- 8 - Individuazione di un sovrappasso
- 9 - Barriera autostradale della rete Ecorodovias

- 4 - BR 277 "Grande Estrada": Vectorization of road markings on the point cloud of a roundabout
- 5 - Realization of a digital model of the DTM soil
- 6 - Realization of a Contour line map
- 7 - Gate identification from the laser point cloud
- 8 - Overpass identification
- 9 - Ecorodovias network motorway barrier





## RETE AUTOSTRADALE BULGARARA

### BULGARIAN MOTORWAY NETWORK

**Servizio:** Verifica dei parametri meccanici della pavimentazione

**Settori:** n n

**Committente:** Leigh&Fisher Ltd

**Opera:** Autostrade M1, M2, M3, M4, Bulgaria

**Anno:** 2014

#### Descrizione

Nell'ambito dei progetti autostradali finanziati dall' "Operational Programme Transport" 2007-2013, Sineco è stata incaricata di svolgere una serie di verifiche sulla qualità delle nuove pavimentazioni realizzate in Bulgaria e riguardanti 4 progetti di tratte autostradali. L'indagine, in particolare, è stata finalizzata a definire la capacità portante e ha comportato l'impiego della strumentazione F-Heavy Weight Deflectometer che ha effettuato un rilievo a stazionamento fisso con passo di battuta di 100, 300 e 400 m, in funzione della tipologia e sviluppo della tratta da testare. Alcune componenti della strumentazione: 9 geofoni verticali a 4,5 Hz, per la misura delle deflessioni, una piastra di carico segmentata con diametro 300 mm e relativa cella di carico, GPS per la georeferenziazione delle misure, sensori integrati per la lettura della temperatura dell'aria e della superficie della pavimentazione. Lo strumento ha consentito di acquisire i bacini di deflessione prodotti dal carico di caduta sulla pavimentazione e, da questi, di calcolare, applicando specifici algoritmi di back-calculation, il modulo elastico dei singoli strati della pavimentazione e del sottofondo. L'analisi deflettometrica è stata integrata da:

- 1 carotaggi (Ø 150) finalizzati sia alla verifica degli spessori degli strati bituminosi, sia al prelievo di campioni di materiale da sottoporre a prove di laboratorio per la verifica del contenuto di bitume e della percentuale dei vuoti;
- 1 prove DCP, Dynamic Cone Penetrometer, per la verifica del CBR del sottofondo stradale.

**Service:** Tests on pavement mechanic parameters

**Sectors:** n n

**Client:** Leigh&Fisher Ltd

**Infrastructure:** M1/M2/M3/M4 Motorways in Bulgaria

**Year:** 2014

#### Description

As part of the highway projects funded by the "Operational Programme Transport" between 2007 and 2013, Sineco was chosen to carry out a series of surveys on the quality of new pavements built in Bulgaria and related to 4 motorways projects.

The survey, in particular, aimed at defining their bearing capacity; it involved the use of the F-Heavy Weight Deflectometer which carried out a fixed positioning survey with a beating step of 100, 300 and 400 m, depending on type and development of the tested route.

Some components of the equipment: 9 vertical geophones at 4.5 Hz to measure deflections; a segmented loading plate with a diameter of 300 mm and its load cell; GPS to georeference the measurements; integrated sensors for the reading of air and pavement surface temperatures.

The instrument permitted to acquire the deflection basins produced by the load falling on the pavement and, through these, to calculate, the elastic module of each pavement layers and its foundation by applying specific back-calculation algorithms. The deflectometric analysis was complemented by:

- 1 core sample (Ø 150) aimed to verify the thickness of asphalt layers, and to sample materials subject to laboratory tests to verify the content of bitumen and void percentage;
- 1 dynamic Cone Penetrometer tests (DCP), to verify the CBR of road foundations.

#### Settori / Sectors

n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

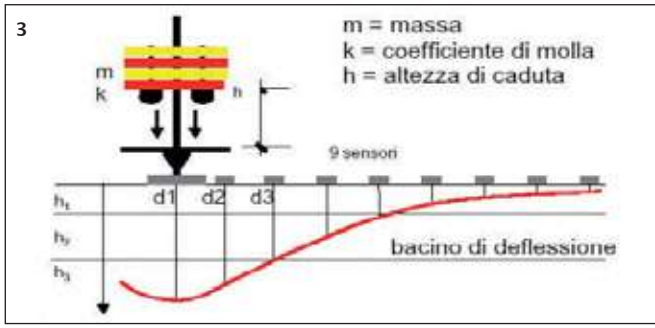
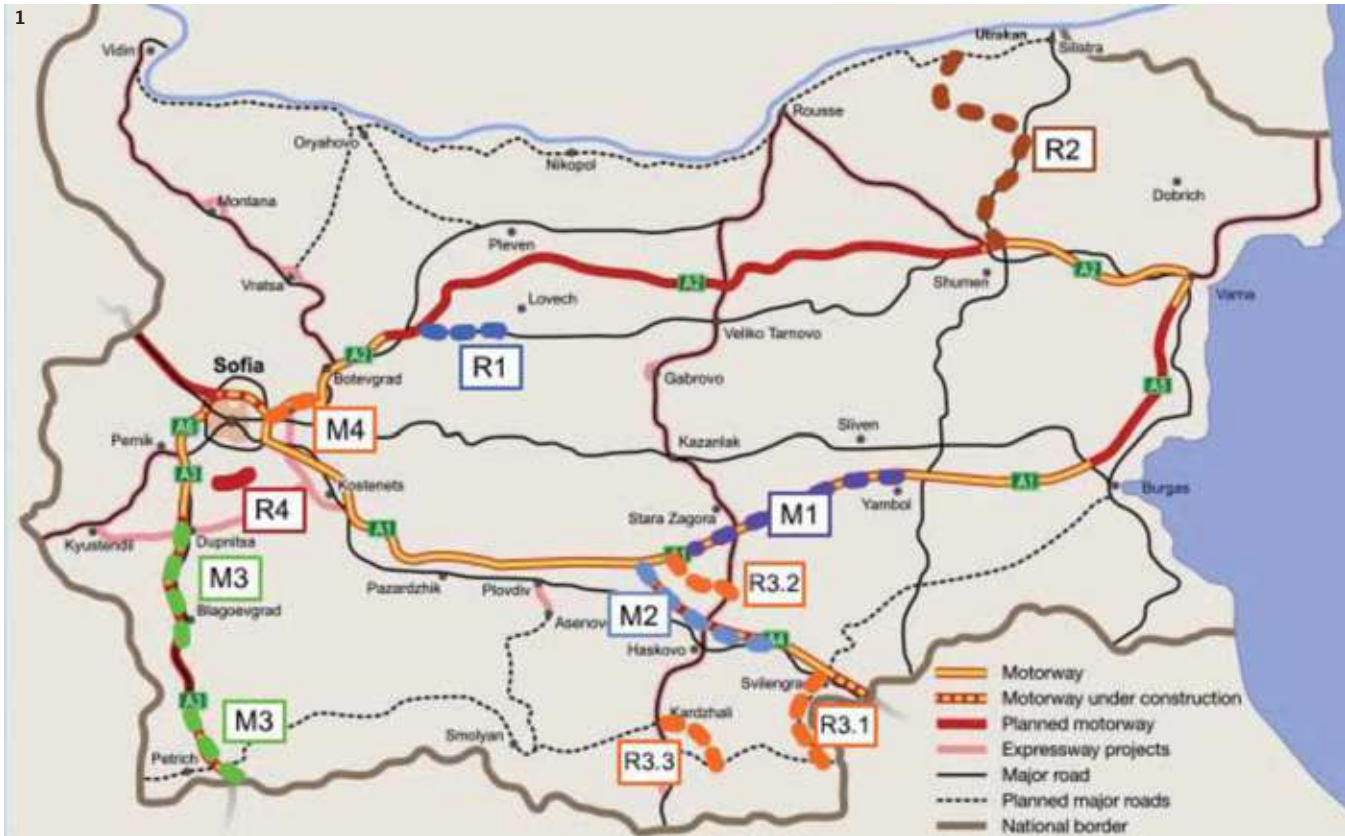
- 1 - Localizzazione degli interventi
- 2 - Strumentazione HWD
- 3 - Schema bacino di deflessione
- 4 - Tratto autostradale bulgaro

1 - Locations

2 - HWD Instruments

3 - Model of deflection basin

4 - Bulgarian Motorway Section



## OPERE D'ARTE, RETE ANAS BASILICATA E LOMBARDIA

### WORKS OF ART, ANAS NETWORK IN BASILICATA AND LOMBARDY REGIONS

**Servizio:** Accatastamento e verifiche geometriche delle opere d'arte

**Settori:** ■ ■

**Committente:** ANAS SpA

**Opera:** Reti viarie ANAS Basilicata e Lombardia

**Anno:** 2014

#### Descrizione

Una "fotografia" dettagliata delle reti viarie di due regioni italiane è quella scattata da Sineco nel 2014 nel corso delle attività di accatastamento e ispezione delle opere d'arte di Basilicata e Lombardia, svolte per conto di Anas e relative ai network viari gestiti dall'Ente attraverso i propri compartimenti territoriali.

L'attività in Lombardia è stata svolta su 32 strade statali, per un totale di 930 km, mentre, per quanto riguarda il monitoraggio lucano, il servizio ha interessato una rete di 27 statali per complessivi 970 km circa. In rassegna sono state passate le opere d'arte maggiori, quali ponti e gallerie stradali, così come quelle minori: tombini, sottovia, muri, reti paramassi, barriere antirumore, eccetera.

Nel dettaglio, l'attività è consistita nell'accatastamento, declinabile in localizzazione dell'opera, dati generali, dati geometrici, materiale fotografico; quindi nelle ispezioni visive, comprendenti la valutazione dello stato di fatto dei manufatti corredato da particolari fotografici degli elementi significativi. Il servizio ha infine previsto, per una parte delle opere d'arte maggiori, un rilievo laser scanner statico finalizzato alla ricostruzione geometrica della struttura con produzione di tavole grafiche in formato dwg contenenti piante, sezioni e particolari costruttivi.

**Service:** Stacking Project and Geometric Tests on works of art

**Sectors:** ■ ■

**Client:** ANASSpA

**Infrastructure:** ANAS Road Networks in Basilicata and Lombardia

**Year:** 2014

#### Description

A "snapshot" of detailed road networks of two Italian regions was taken by Sineco in 2014 during the stacking and inspection activities of the works in Basilicata and Lombardy, carried out on behalf of Anas and related to the road network managed by the authority through its local offices.

The activity in Lombardy was carried out on 32 state roads, for a total of 930 km, while in the Lucanian territory, Sineco examined a road network of 27 national roads for a total of approximately 970 km.

Major works, such as bridges and tunnels, as well as minor ones were analyzed: drains, underpasses, walls, rockfall protections, noise barriers, etc.

In details, the activity consisted of the stacking, by location of works, of general information, geometric data, and photographic material; as well as visual inspections, including the assessment of the status of works with photographic details of significant elements.

Finally and for certain major works, the service included a static laser scanner survey aimed at the geometric structure reconstruction with the creation of graphic tables (in .dwg format) containing plans, sections and construction details.

#### Settori / Sectors

■ Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

■ Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

1 - Cartografia di base

2 - Ispezione con mezzi speciali

3 - Ispezioni da terra

1 - Basic Mapping

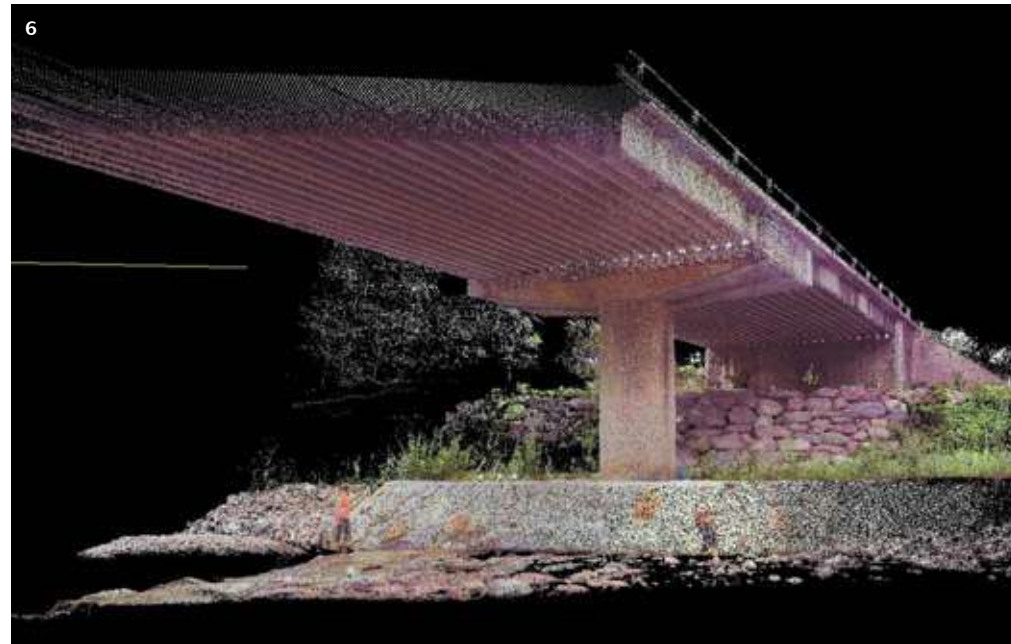
2 - Inspection with special machines

3 - Ground Inspections



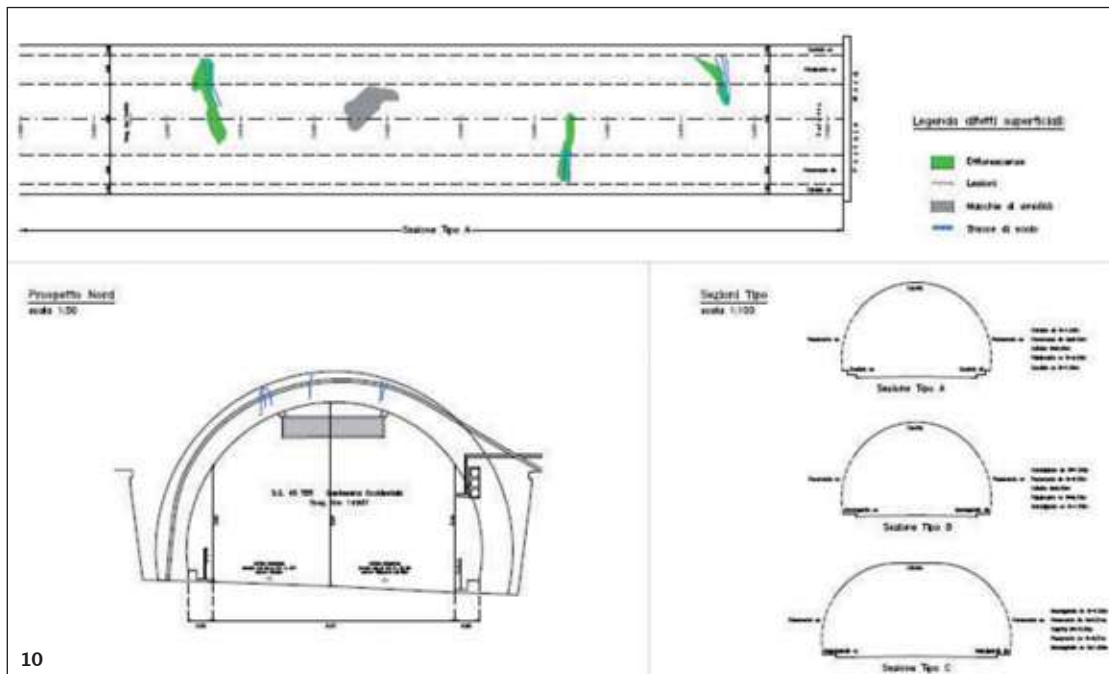
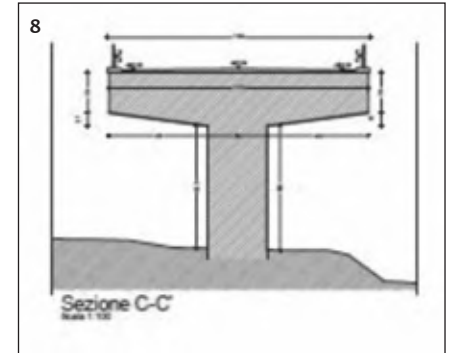
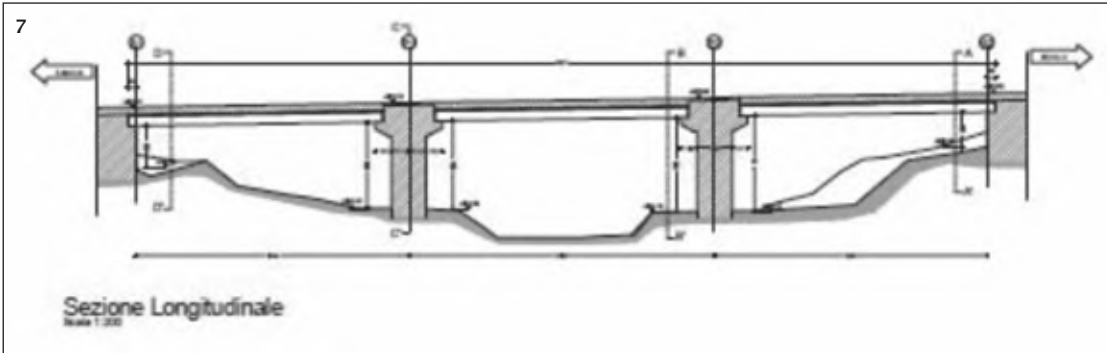
## OPERE D'ARTE, RETE ANAS BASILICATAE LOMBARDIA

WORKS OF ART, ANAS NETWORK IN BASILICATA AND LOMBARDY REGIONS



- 4 - Nuvola di punti panoramica di insieme
- 5 - Posizionamento laser scanner statico
- 6 - Nuvola di punti intradosso impalcato
- 7 - Sezione longitudinale ricostruita
- 8 - Sezione trasversale pila
- 9 - Nuvola di punti imbocco galleria
- 10 - Sezioni geometriche galleria e mappatura difetti

- 4 - Point Clouds - Overview
- 5 - Positioning of static laser scanner
- 6 - Point Clouds - intrados of the bridge deck
- 7 - Rebuilt longitudinal section
- 8 - Cross section of piles
- 9 - Point Clouds - tunnel entrance
- 10 - Geometric sections of the tunnel and Mapping of defects



10

## PAVIMENTAZIONI, AUTOSTRADA A24-A25

### PAVEMENT –A24–A25MOTORWAYS

<b>Servizio:</b> Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni
<b>Settore:</b> <a href="#">n</a>
<b>Committente:</b> Strada dei Parchi SpA
<b>Opera:</b> Autostrade A24 Roma–Teramo e A25 Torano–Pescara
<b>Anno:</b> 2014

#### Descrizione

Sineco ha effettuato un'indagine finalizzata alla misura del Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) e delle caratteristiche di tessitura (Hs) delle pavimentazioni delle autostrade A24 e A25, per il calcolo dell'Indicatore di Qualità IPav. A tal fine è stata utilizzata l'apparecchiatura SCRIM-TEX (Sideway Force Coefficient Routine Investigation Machine-Texture) che ha permesso di rilevare, senza soluzione di continuità e ad una velocità di circa 60 km/h, l'intera estensione autostradale. Lo SCRIM-TEX è costituito da un veicolo sul quale sono installati due "ruotini" di misura, uno per lato, aventi caratteristiche di resilienza e pressione di gonfiaggio standard, inclinati di 20° rispetto alla direzione di marcia. Anteriormente ai sistemi di misura è montato un dispositivo che provvede all'innaffiamento della pavimentazione così da riprodurre una superficie stradale bagnata con uno spessore del velo idrico pressoché costante. Le ruote di misura vengono fatte transitare sulla parte di pavimentazione più sollecitata dal traffico. Il rilievo della tessitura (TEX) viene eseguito con due ulteriori strumenti, posizionati su entrambi i lati del veicolo, che prevedono l'impiego di una tecnologia di tipo laser con frequenza di 64 kHz. I valori degli indici CAT e Hs sono stati rilevati e restituiti con passo di 10 m.

Tra gli ulteriori parametri rilevati, inoltre, rientrano il profilo longitudinale della pavimentazione, condotto anch'esso in continuo alla velocità di circa 60 km/h, da cui è stato ricavato il parametro IRI (International Roughness Index), restituito ogni 20 m di corsia stradale.

In funzione dei valori di CAT e Hs e di IRI sono stati calcolati rispettivamente gli indicatori IA1 e IA2 e, infine, l'indicatore IPAV con la seguente formula:

$$IPAV = 0,6 IA1 + 0,4 IA2$$

- 1 - Veicolo SCRIM con particolare del ruotino di misura
- 2 - Tratto autostradale
- 3 - Valore degli indici rilevati
- 4 - Ancora un'immagine della rete gestita da Strada dei Parchi

#### Settore / Sector

[n](#) Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

<b>Service:</b> Tests on pavement status indexes
<b>Sector:</b> <a href="#">n</a>
<b>Client:</b> Strada dei Parchi SpA
<b>Infrastructure:</b> A24 Motorway "Roma–Teramo" and A25 Motorway "Torano–Pescara"
<b>Year:</b> 2014

#### Description

Sineco has carried out a survey aimed at measuring the Sideway Force Coefficient (SFC) and the characteristics of the texture (Hs) of the A24 and the A25 pavements, for the calculation of Quality Indicator IPAV.

For this purpose the SCRIM-TEX (Sideway-Force Coefficient Routine Investigation Machine-Texture) was used since it permitted to seamlessly detect the motorway entire extent at a speed of about 60 km/h.

The SCRIM-TEX consists of a truck on which two "small measurement wheels" are installed (one per side) offering standard characteristics of resilience and inflation pressure, and an angle of 20 degrees to the direction of travel. In front of the measurement systems, a device for the watering of pavement is installed to reproduce a wet road surface with an almost constant thickness of the water veil. The measuring wheels transited on the most traffic stressed pavement section.

The survey of the texture (TEX) was executed with two additional tools, positioned on both sides of the vehicle, and involving the use of a laser technology with a frequency of 64 kHz. The values of the SFC and Hs indexes were acquired and returned with a pitch of 10 meters.

Among other detected parameters, we find the longitudinal regularity of pavements, conducted at a constant speed of approx. 60 km/h, which permitted to calculate the parameter IRI (International Roughness Index) for every 20 m of the road lane.

In function of the CAT & Hs and IRI values, the IA1 and IA2 and the IPAV indicator were respectively calculated through the following formula:

$$IPAV = 0,6 IA1 + 0,4 IA2$$

- 1 - SCRIM vehicle and detail of the measuring wheel
- 2 - Motorway section
- 3 - Values of the surveys indexes
- 4 - A further image of the network managed by Strada dei Parchi



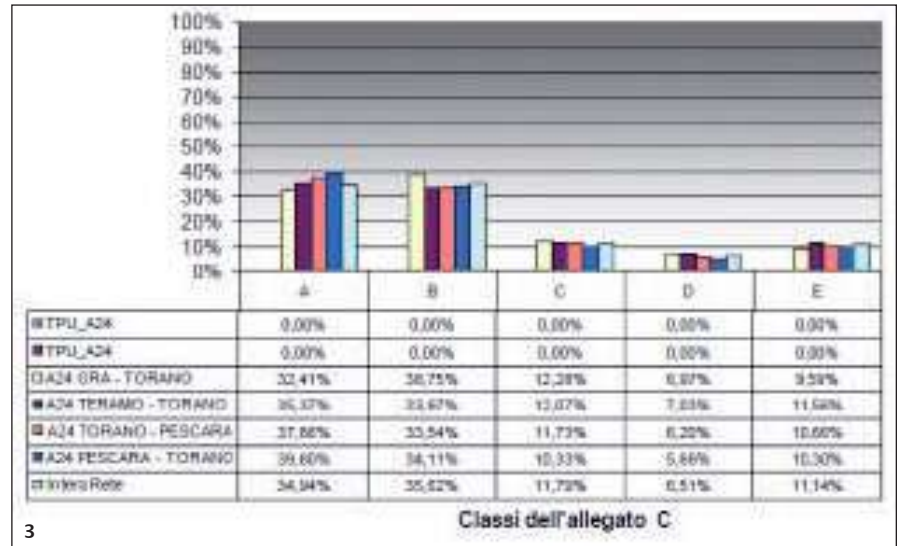




1



2



3





4

© Strada dei Parchi SpA

## VIADOTTI, AUTOSTRADA A6

### VIADUCTS –A6 MOTORWAY

<b>Servizio:</b> Ingegneria –Progetto di adeguamento sismico
<b>Settori:</b>  
<b>Committente:</b> Autostrada Torino–SavonaSpA
<b>Opera:</b> Viadotti Franco Romano e Sabbione AutostradaA6
<b>Anno:</b> 2014



#### Descrizione

Sineco si è occupata della redazione di un progetto esecutivo finalizzato al miglioramento del livello prestazionale dei viadotti Generale Franco Romano e Sabbione, situati al km 45+796 dell'autostrada A6 Torino–Savona, nei riguardi di azioni sismiche secondo le Norme Tecniche DM 14/1/2008. Per l'acquisizione dei dati sono state considerate le seguenti fonti:

- 1 elaborati grafici costruttivi e di contabilità e documentazione all'epoca di costruzione;
- 1 documentazione relativa agli interventi successivi alla costruzione;
- 1 risultati delle ispezioni annuali svolte da Sineco, che per conto della concessionaria monitorano lo stato di conservazione delle opere presenti lungo l'itinerario autostradale;
- 1 risultati delle verifiche e degli accertamenti geometrici, strutturali e funzionali svolti appositamente per questo progetto.

La scelta progettuale è quindi consistita nel miglioramento sismico dell'opera attraverso il recupero delle strutture esistenti, realizzate negli anni 1969–70 dall'ingegner Silvano Zorzi e dimensionate secondo la normativa dell'epoca che non prevedeva la verifica dell'opera nei confronti di eventi sismici.

Le analisi svolte e le verifiche numeriche dimostravano che le fondazioni e i fusti delle pile erano idonei dal punto di vista del comportamento sismico, mentre le criticità erano da ricondurre al collegamento tra pila e impalcato ed al funzionamento dei giunti in corrispondenza delle selle Gerber, sia in direzione trasversale che longitudinale.

<b>Service:</b> Engineering –Seismic Adjustment Project
<b>Sectors:</b>  
<b>Client:</b> Autostrada Torino–SavonaSpA
<b>Infrastructure:</b> Viaducts General Franco Romano and Sabbione –A6 Motorway “Torino–Savona”
<b>Year:</b> 2014

#### Description

Sineco was responsible for the drafting of an executive project aimed at improving the performance level of the “General Franco Romano” and “Sabbione” viaducts, located at km 45 +796 on the A6 Torino–Savona motorway, in regard to seismic actions as defined by the Technical Standards (Italian Ministerial Decree of January 14th, 2008).

For the acquisition of data the following sources were considered:


- 1 construction drawings, accounting records and the documentation of the time of construction;
- 1 documentation relating to the interventions after construction;
- 1 results of annual inspections conducted by Sineco who monitors the works preservation state along the motorway route on behalf of the Client;
- 1 results of geometric structural and functional tests and investigations, specifically conducted for this project.

The design choice, carried out by Sineco's engineering technical area, therefore consisted in a seismic improvement of work through the recovery of existing structures, built in 1969 and 1970 by Engineer Silvano Zorzi according to the legislation of that period which did not include the test of the viaducts in relation to seismic events.

The analyzes and numerical checks showed that foundations and the stems of the piles were suitable from the seismic behavior point of view, while the criticalities were due to the connection between the pile and the deck and the functioning of the joints in correspondence of the Gerber saddle, both in transverse and longitudinal direction.

#### Settori / Sectors

 Ingegneria  
Engineering

 Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections

1 – Vista del viadotto Generale Franco Romano Via Nord

1 – View of the “Generale Franco Romano” viaduct (North Direction)



1



## VIADOTTI, AUTOSTRADA A6

VIADUCTS -A6 MOTORWAY

La progettazione prevedeva per il viadotto in oggetto le seguenti tipologie di intervento:

- | rinforzo strutturale delle selle Gerber;
- | consolidamento delle solette in corrispondenza delle selle Gerber mediante strutture d'irrigidimento;
- | interventi di consolidamento del nodo pila-impalcato e di adeguamento dei varchi di giunto;
- | nuovi apparecchi di appoggio in grado di garantire i cinematici e gli spostamenti sismici;
- | posa in opera di nuovi apparecchi di giunto.

Nella stesura degli elaborati progettuali, particolare attenzione è stata posta allo studio delle interferenze dovute alla presenza di canalette porta cavi (telefonici ed elettrici), linee elettriche aeree e tubazioni d'acqua irrigua.

Therefore, the design provided the following types of intervention:

- | structural reinforcement of the saddle Gerber support;
- | slabs consolidation in correspondence of the saddle Gerber by stiffening structures;
- | consolidation interventions of pile/bridge-deck node and adaptation of joint openings;
- | new support devices able to ensure kinematic and seismic movements;
- | installation of new joint equipments.

In the drafting of the design projects, special attention was paid to the study of interference due to the presence of telephone and electricity wire conduits, overhead electrical power lines and irrigation water pipes.



- 2 - Particolare di sella Gerber e giunto del viadotto Generale Franco Romano
- 3 - Sottoimpalcato di una piazzola dismessa: il progetto prevede la manutenzione anche di questi elementi dell'opera
- 4 - Pile e impalcato del viadotto Generale Franco Romano

- 2 - Detail of the saddle Gerber and of the joint of the "Generale Franco Romano" viaduct
- 3 - Bridge deck of a disused area: the project also includes the maintenance of these elements
- 4 - Piles and bridge deck of the "Generale Franco Romano" Viaduct



## SW “TRANSITI ECCEZIONALI”, AUTOSTRADA A35

### “EXCEPTIONAL TRANSPORT” SOFTWARE –A35 MOTORWAY

**Servizio:** Ingegneria–Software di analisi trasporti eccezionali

**Settore:** n

**Committente:** BREBEMI SpA

**Tecnica impiegata:** Analisi Ispettive, Verifiche Sismiche e Progettazione

**Opera:** Itinerario Autostradale A35 “Brebemi”

**Anno:** 2014

#### Descrizione

Tra le più recenti innovazioni 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:

- 1 modulo anagrafica opere civili e cantieri;
- 1 modulo anagrafica del trasporto eccezionale (azienda, pesi, geometria, numero di assi, ecc.);
- 1 modulo di verifica geometrica dei transiti eccezionali rispetto alle sagome limiti presenti sul tracciato (franchi–cavalcavia, larghezze di piattaforma, ecc.);
- 1 modulo di verifica strutturale delle opere d’arte interessate dal trasporto eccezionale; l’elaborazione avviene mediante una schematizzazione della struttura agli elementi finiti (FEM);
- 1 modulo di verifica al transito, nell’ipotesi di imporre una velocità ridotta di percorrenza;
- 1 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.

- 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

**Service:** Engineering–Exceptional Transport Analysis Software

**Sector:** n

**Client:** BREBEMI SpA

**Applied Technology:** Inspective Analysis, Seismic Tests and Design

**Infrastructure:** A35 Motorway “Brebemi”

**Year:** 2014

#### Description

Among the most recent 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:

- 1 registry of civil works and construction sites;
- 1 registry of exceptional transport (company, weights, geometry, number of axis, etc.);
- 1 verification of geometric exceptional transits compared to track shape limits (free–board overpasses, platform width, etc...);
- 1 verification for structural works affected by exceptional transport; processing is done by a Finite Element Method diagram (FEM);
- 1 verification on transit, assuming the imposition of a reduced cruising speed;
- 1 managing users and permissions.

Any encountered problems are detailed on either a final report, (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.

- 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
- 5 – The software is managed via server and remotely controlled

#### Settore / Sector

n Ingegneria  
Engineering



■ ■ ■	122 / 125	AEROPORTO DI ROMA FIUMICINO
■ ■ ■	126 / 129	AEROPORTO DI BOLOGNA
■	130 / 131	AEROPORTO DI VENEZIA
■ ■ ■	132 / 135	AEROPORTO DI DOHA (QATAR)
■	136 / 137	AEROPORTO DI PISA
■	138 / 139	AEROPORTO DI PARMA
■ ■ ■	140 / 143	AEROPORTO DI MILANO LINATE
■ ■ ■	144 / 147	AEROPORTO DI GENOVA
■ ■ ■	148 / 151	AEROPORTO DI MILANO MALPENSA
■ ■ ■	152 / 155	AEROPORTO DI BERGAMO ORIO AL SERIO
■	156 / 157	AEROPORTO DI FIRENZE
■	158 / 159	AEROPORTO DI NAPOLI

■ ■ ■	122 / 125	<i>AIRPORT OF FIUMICINO, ROMA</i>
■ ■ ■	126 / 129	<i>BOLOGNA AIRPORT</i>
■	130 / 131	<i>VENEZIA AIRPORT</i>
■ ■ ■	132 / 135	<i>DOHA AIRPORT (QATAR)</i>
■	136 / 137	<i>PISA AIRPORT</i>
■	138 / 139	<i>PARMA AIRPORT</i>
■ ■ ■	140 / 143	<i>LINATE AIRPORT, MILANO</i>
■ ■ ■	144 / 147	<i>GENOVA AIRPORT</i>
■ ■ ■	148 / 151	<i>MALPENSA AIRPORT, MILANO</i>
■ ■ ■	152 / 155	<i>BERGAMO AIRPORT "ORIO AL SERIO"</i>
■	156 / 157	<i>FIRENZE AIRPORT</i>
■	158 / 159	<i>NAPOLI AIRPORT</i>



# AEROPORTI AIRPORTS

## Settori / Sectors

- n Ingegneria  
Engineering
- n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections
- n Lab. prove materiali  
Material test laboratory
- n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys
- n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys
- n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring
- n Monitoraggio ambientale  
Environmental monitoring

## AEROPORTO DI ROMA FIUMICINO

AIRPORT OF FIUMICINO, ROMA

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** ADR EngineeringSpA

**Opera:** Aeroporto "Leonardo da Vinci" di Roma Fiumicino

**Anno:** 2008–2009

### Descrizione

Su incarico di ADR Engineering, tra l'ottobre 2008 e il marzo 2009, Sineco ha condotto una campagna di rilievi ad alto rendimento finalizzata all'analisi degli ammaloramenti superficiali, delle caratteristiche funzionali e strutturali delle pavimentazioni flessibili e semirigide delle infrastrutture di volo dell'aeroporto di Roma Fiumicino. Le infrastrutture, oggetto di studio, sono state quelle ricadenti nei cosiddetti "Sistema Pista 1", "Sistema Pista 2", "Sistema Pista 3" e "Apron", per uno sviluppo complessivo lineare di 60 km circa di piste, taxiway e raccordi.

In particolare, finalità dello studio è stata la determinazione, per ogni singola infrastruttura, del parametro PCN (Pavement Classification Number) così come definito dall'Annesso 14 dell'ICAO, dell'indice IRI (International Roughness Index), che rappresenta lo standard internazionale di riferimento per definire le caratteristiche di regolarità longitudinale, della regolarità trasversale espressa in termini di ormaia (RUT) e, infine, dello stato di ammaloramento superficiale tramite la determinazione dell'indice PCI (Pavement Condition Index) così come definito dalla norma ASTM D 5340–98.

**Service:** Tests on pavement status indexes

**Sector:** n

**Client:** ADR EngineeringSpA

**Infrastructure:** "Leonardo da Vinci" Airport of Fiumicino, Roma

**Year:** 2008–2009

### Description

On behalf of ADR Engineering and from October 2008 to March 2009, Sineco carried out a high-yield survey campaign aimed at analyzing superficial deterioration, and functional and structural features of the flexible and semi-flexible pavements on the flight infrastructures in the Airport of Fiumicino (Roma).

The analyzed infrastructures were those belonging to the so-called "Sistema Pista 1" (Runway 1 System), "Sistema Pista 2" (Runway 2 System), "Sistema Pista 3" (Runway 3 System), and the apron for an overall linear development of approx. 60 km in runways, taxiways and junctions.

Most specifically, the aim of the analysis was to determine the PCN Parameter (Pavement Classification Number) for each infrastructure – as defined by the ICAO Annexo. 14; the IRI Index (International Roughness Index) which represents the international standard of reference for the definition of features of longitudinal regularity; the transversal regularity expressed in terms of RUT; finally, the superficial deterioration conditions through the calculation of the PCI Index (Pavement Condition Index) as defined by the ASTM D 5340–98 Normative.

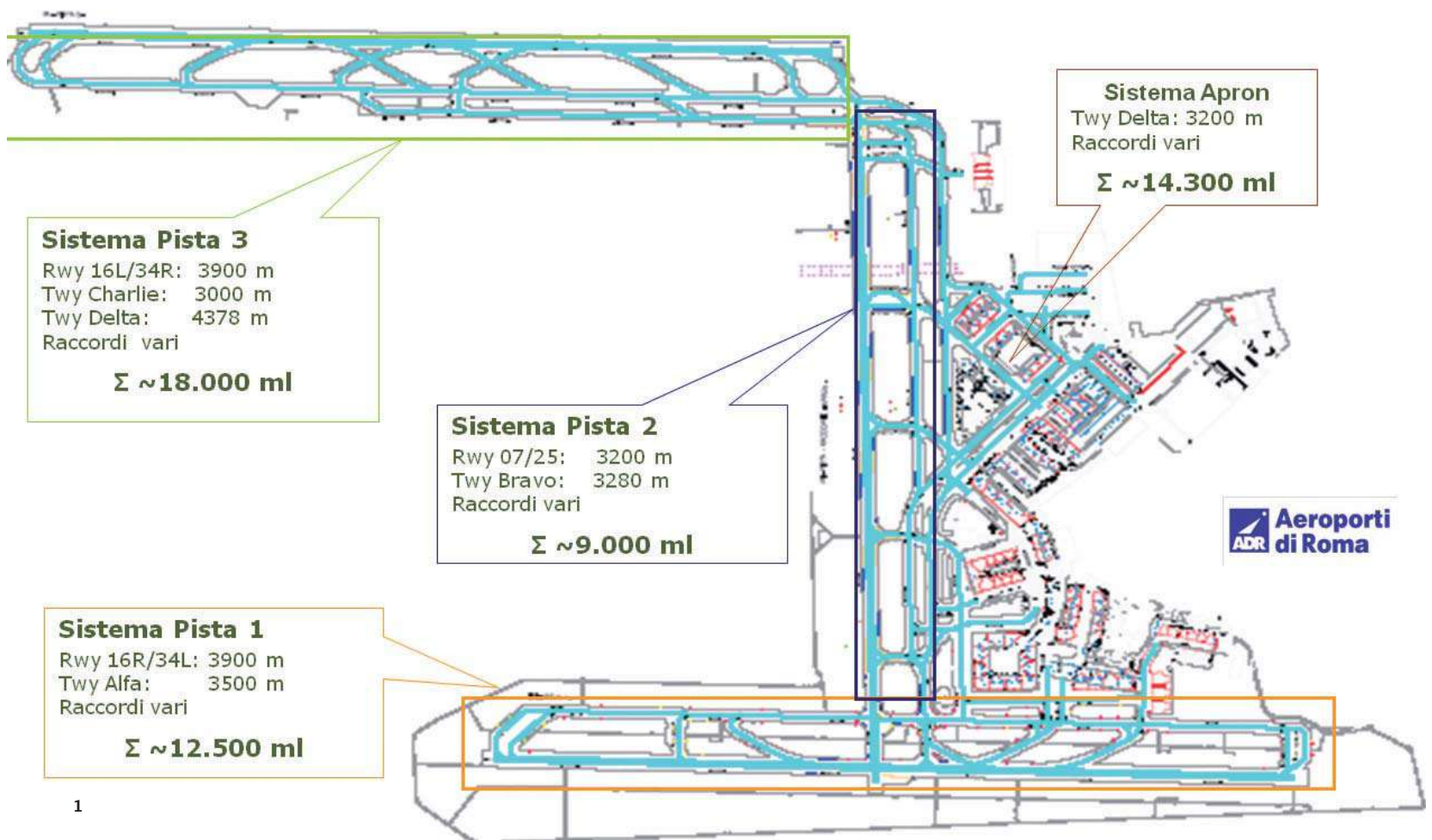
#### Settore / Sector

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

- 1 - Ubicazione generale dei rilievi
- 2 - Fase di acquisizione dati con HWD

1 - Surveyed Area

2 - HWD Data Acquisition Phase



1



2

## AEROPORTO DI ROMA FIUMICINO

AIRPORT OF FIUMICINO, ROME

In funzione del dato da rilevare, sono state impiegate diverse strumentazioni tra cui in particolare:

- 1 strumentazione HWD (Heavy Weight Deflectometer), per la verifica delle caratteristiche meccaniche (Moduli Elastici) delle pavimentazioni e del sottofondo;
- 1 strumentazione ARAN (Automatic Road Analyzer), che ha effettuato il rilievo senza soluzione di continuità, impiegando diversi sottosistemi tra loro integrati tra cui un sistema di navigazione POS LV420 Applanix, necessario per la georeferenziazione dei dati, un sistema profilometrico longitudinale formato da laser SDP di Classe 1; una barra profilometrica anteriore per la misura del profilo trasversale e delle ormaie;
- 1 infine, il sistema LRIS (Laser Road Imaging System), posto sul retro del veicolo ARAN, per l'acquisizione di immagini digitali ortopiane ad alta definizione (grandezza pixel 1\*1 mm) della superficie pavimentata da cui ricavare la natura e severità degli ammaloramenti superficiali.

L'indagine georadar è stata opportunamente integrata da una campagna di carotaggi di calibrazione per la verifica puntuale degli spessori. L'incarico ha infine previsto l'informatizzazione dei dati e la fornitura di un software di visualizzazione delle immagini digitali georiferite relative alla superficie delle pavimentazioni.

In relation to the specific data to collect, different technologies were used, in particular:

- 1 the HWD (Heavy Weight Deflectometer), to verify the mechanic features (elastic moduli) of pavements and subgrade;
- 1 the ARAN (Automatic Road Analyzer), to carry out a seamless survey using different integrated subsystems such as the POS LV420 Applanix navigation system – necessary for data georeferencing; a longitudinal profilometric system with a Class 1 SDP Laser; a frontal profilometric bar to measure the transverse profile and RUT;
- 1 finally, the LRIS (Laser Road Imaging System) installed on the back of the ARAN vehicle to collect high-definition orthorectified digital images of the pavement to extract information on the nature and depth of superficial deterioration (pixels of 1\*1 mm)

The georadar survey was duly integrated with a calibration coring campaign to accurately verify the thicknesses. Finally, the project included the computerization of data and the provision of a software to view the georeferenced digital images of the pavement surface.



3 – ARAN (Automatic Road Analyzer)  
4 – Aeromobile a Fiumicino

3 – ARAN (Automatic Road Analyzer)  
4 – An aircraft in Fiumicino, Rome



## AEROPORTO DI BOLOGNA

### BOLOGNA AIRPORT

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni e rilievo geometrico delle infrastrutture di volo

**Settori:** n n

**Committente:** SAB SpA

**Opera:** Aeroporto "Guglielmo Marconi" di Bologna

**Anno:** 2009

#### Descrizione

Il rilievo, effettuato nel 2009, ha riguardato la pista di volo, la taxiway e vari raccordi dell'aeroporto internazionale "Guglielmo Marconi" di Bologna. Finalità delle prove è stata la determinazione, per ogni singola infrastruttura di volo, del parametro PCN (Pavement Classification Number), così come definito dall'Annesso 14 dell'ICAO, dell'indice IRI (International Roughness Index), che rappresenta lo standard internazionale di riferimento per definire le caratteristiche di regolarità longitudinale, della regolarità trasversale espressa in termini di ormaia (RUT) e, infine, dello stato di ammaloramento superficiale tramite la determinazione dell'indice PCI (Pavement Condition Index) così come definito dalla norma ASTM D 5340-98. L'incarico ha infine previsto l'informatizzazione dei dati e la fornitura di un software di gestione delle pavimentazioni. In funzione del dato da rilevare, sono state impiegate diverse strumentazioni, tra cui in particolare:

- 1 strumentazione HWD (Heavy Weight Deflectometer) Mod. Dynatest e il Georadar SIR 10 GSSI (con doppia antenna, bistatica da 2500 MHz e monostatica da 400 MHz), per la verifica delle caratteristiche meccaniche e stratigrafiche delle pavimentazioni rispettivamente;
- 1 strumentazione ARAN (Automatic Road Analyzer), che ha effettuato indagini senza soluzione di continuità, a una velocità costante di circa 40 km/h, impiegando diversi sottosistemi tra loro integrati tra cui un sistema di navigazione POS LV 420 Applanix, necessario per la georeferenziazione dei dati, un sistema profilometrico longitudinale formato da laser SDP di Classe 1; una barra profilometrica anteriore con sensori ultrasonici per la misura del profilo trasversale e delle ormaie.

**Service:** Tests on pavement status indexes and Geometric Survey of Flight Infrastructures

**Sectors:** n n

**Client:** SAB SpA

**Infrastructure:** "Guglielmo Marconi" Airport of Bologna

**Year:** 2009

#### Description

Conducted in 2009, the survey covered the runway, taxiway and the various junctions of the international airport "Guglielmo Marconi" of Bologna.

Purpose of the tests was to determine, for each flight infrastructure, the PCN parameter (Pavement Classification Number) – as defined in Annex 14 of ICAO – the IRI index (International Roughness Index) – the international standard of reference for the definition of features of longitudinal regularity – the transverse regularity expressed in terms of rutting (RUT) and, finally, the status of surface deterioration through the determination of the PCI index (Pavement Condition Index) – as defined by ASTM D 5340-98.

The task included the computerization of data and the provision of software for the management of pavements.

Depending on the collected data, different instruments have been employed, including in particular:

- 1 HWD (Heavy Weight Deflectometer) Mod. Dynatest and GSSI GPR SIR 10 (with a double antenna: bistatic with a frequency of 2500 MHz and monostatic with a frequency of 400 MHz), for the verification of the mechanical and stratigraphic pavement characteristics;
- 1 ARAN (Automatic Road Analyzer), which has carried out seamless analysis, at a constant speed of about 40 km/h, using different integrated subsystems including the POS LV 420 Applanix navigation system – necessary for the georeferencing of data; a profilometric longitudinal system equipped with a Class 1 SDP laser; a frontal profilometric bar with ultrasonic sensors to measure the transverse profile and ruts.

#### Settori / Sectors

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

1 - Planimetria dell'aeroporto di Bologna

2 - Vista frontale del veicolo ARAN

3 - Sotto-insieme "Roughness" dell'ARAN: il laser SDP

1 - Planimetry of Bologna Airport

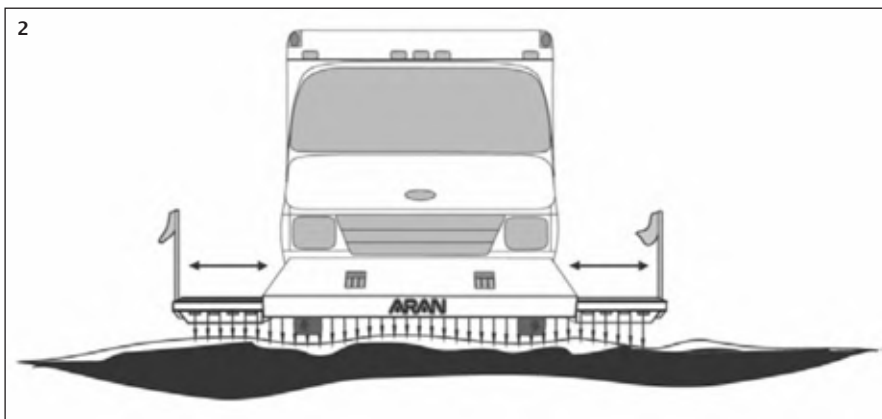
2 - ARAN vehicle: frontal view

3 - ARAN "Roughness" subset: SDP laser

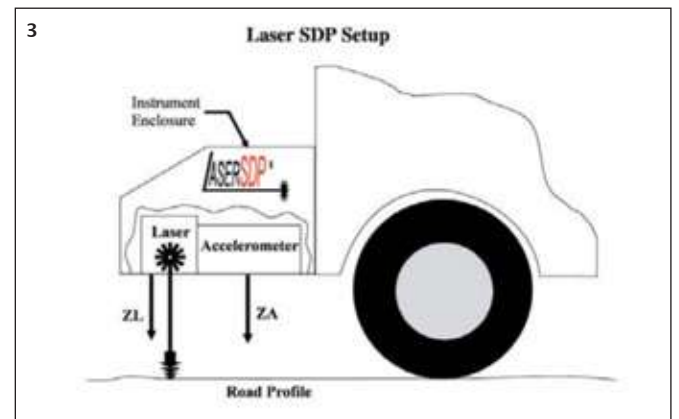
1



2



3



## AEROPORTO DI BOLOGNA

### BOLOGNA AIRPORT

E, infine:

- 1 il sistema LRIS (Laser Road Imaging System), posto sul retro del veicolo ARAN, per l'acquisizione di immagini digitali ortopiane ad alta definizione (grandezza pixel 1\*1 mm) della superficie pavimentata da cui ricavare la natura e severità degli ammaloramenti superficiali.

L'indagine deflettometrica HWD è consistita in un rilievo stazionamento fisso, avvenuto secondo allineamenti longitudinali paralleli all'asse dell'infrastruttura, con passo di battuta di 50 o 100 m a seconda della sua estensione. L'indagine georadar, al fine di avere la corrispondenza tra punto battuta HWD e spessori della pavimentazione, è stata realizzata in corrispondenza degli stessi allineamenti, con un rilievo in continuo e restituendo i valori stratigrafici solo in corrispondenza dei test deflettometrici. I radargrammi acquisiti sono stati elaborati mediante l'utilizzo del programma Radan v. 6.5 - Road Structure Module della GSSI, nonché degli applicativi Radar Manager e Pavimentazioni sviluppati da Sineco.

Da ultimo, si è proceduto a un aggiornamento della planimetria di tutto il sedime aeroportuale "airside", comprese le strip, utilizzando per il rilievo topografico il Lynx Mobile Mapper, che ha permesso di eseguire il rilievo in tempi estremamente rapidi e in orario notturno, senza dunque penalizzare l'esercizio aeroportuale.

And, finally:

- 1 the LRIS (Laser Road Imaging System), installed on the back of the ARAN vehicle, for the acquisition of high-definition digital straightplane images (pixel size of 1\*1 mm) of the paved surface, used to deduce the nature and the conditions of surface deteriorations.

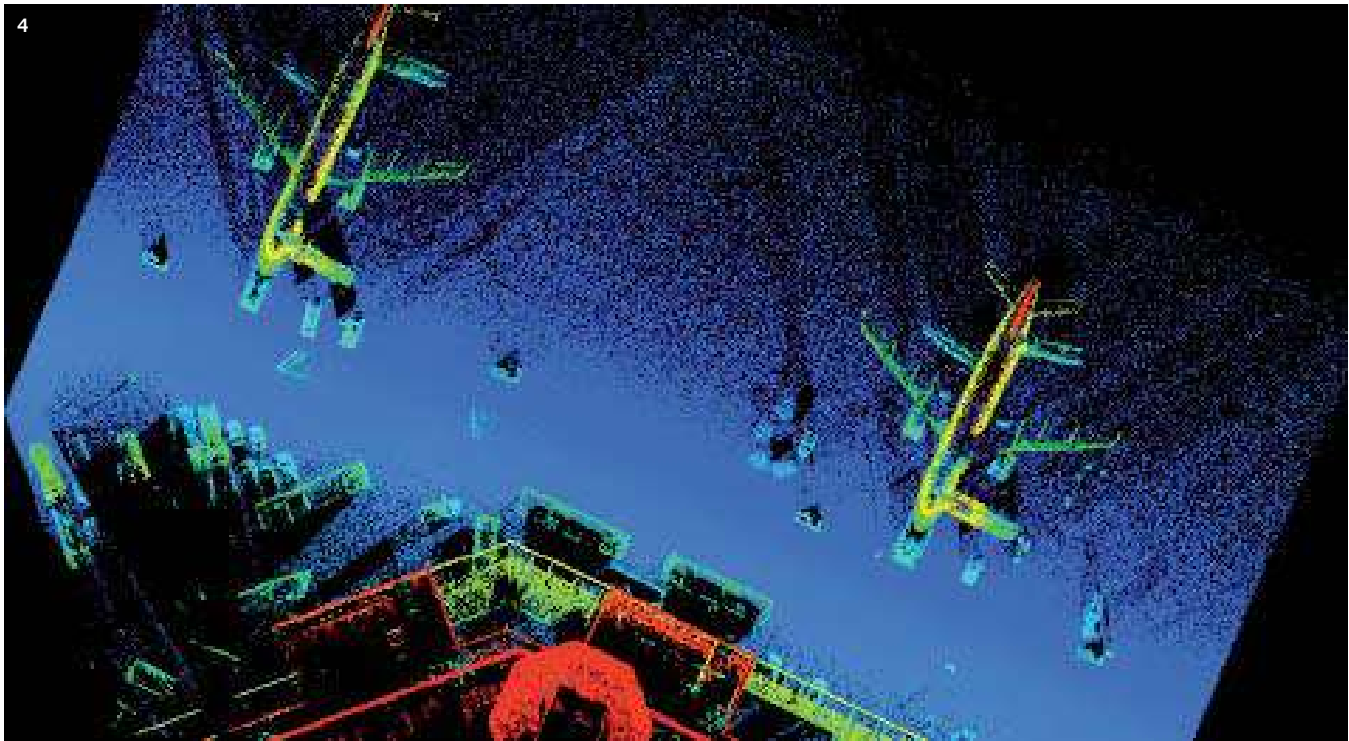
The HWD deflectometric survey consisted of a fixed positioning survey, carried out according to longitudinal alignments parallel to the axis of the infrastructure, with a beating step of 50 or 100m, depending on its extension. In order to obtain the correspondence between the HWD beating point and the pavement sensors, the georadar survey was conducted in correspondence of the alignments, with a seamless survey and returning stratigraphic values in correspondence of the deflectometric tests only. The acquired radargrams were processed using the program Radan v. 6.5 - Road Structure Module software by GSSI, as well as Radar Manager and pavement applications developed by Sineco.

Finally, SINECO proceeded with the upgrade of the pavement planimetry of the entire "airside" airport ground, including the strips and using the Lynx Mobile Mapper for the topographic survey, which permitted to conduct the survey in an extremely short period of time and during night, without penalizing the airport activities.

- 4 - Nuvola di Punti laser piazzale aeromobili
- 5 - Piano Quotato del sedime aeroportuale

- 4 - Point Cloud of the Aircraft Parking Area
- 5 - Contour plan of the Airport Ground





## AEROPORTO DI VENEZIA

### VENEZIA AIRPORT

<b>Servizio:</b> Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni
<b>Settore:</b> <b>n</b>
<b>Committente:</b> SAVE SpA
<b>Opera:</b> Aeroporto "Marco Polo" di Venezia
<b>Anno:</b> 2009–2011

#### Descrizione

Due campagne di rilevamento distinte nel tempo (2009 e 2011) per offrire un quadro dettagliato dello stato delle pavimentazioni dell'aeroporto "Marco Polo" di Venezia, gestito da Save SpA. Nel corso della prima campagna sotto l'occhio tecnologico dell'analisi è stata messa essenzialmente la pista principale di volo RWY 04–22 la cui pavimentazione è stata sottoposta a un'indagine mirante alla determinazione del grado di regolarità longitudinale, tramite determinazione dell'indice IRI (International Roughness Index), nonché a una verifica delle pendenze trasversali e al relativo grado di ormaiamento. Questi parametri sono stati ottenuti impiegando la strumentazione ARAN (Automatic Road Analyzer) che ha effettuato indagini senza soluzione di continuità, a una velocità costante di circa 50 km/h, percorrendo l'infrastruttura secondo allineamenti paralleli al "Center Line". Nel 2011, invece, si è proceduto a effettuare un'indagine allo scopo di rilevare i moduli elastici e i parametri ACN/PCN (norma ICAO–Annesso 14), non solo della pista di volo, ma anche della pista secondaria 04L–22R, delle bretelle A, H e dei vari Raccordi. In quest'ultimo caso, la strumentazione utilizzata è stata l'apparecchiatura deflettometrica HWD (Heavy Weight Deflectometer – Mod. 8082), eseguendo il rilievo secondo linee di misura parallele all'asse e con passo di battuta di 100 m e 50 m rispettivamente per la pista di volo e per bretelle e raccordi.

- 1 – Planimetria generale rilievi PCI
- 2 – Vista dell'aeroporto di Venezia
- 3 – Fase di acquisizione dati con HWD
- 4 – Schermata del software utilizzato per l'elaborazione del PCI (Pavement Condition Index)

#### Settore / Sector

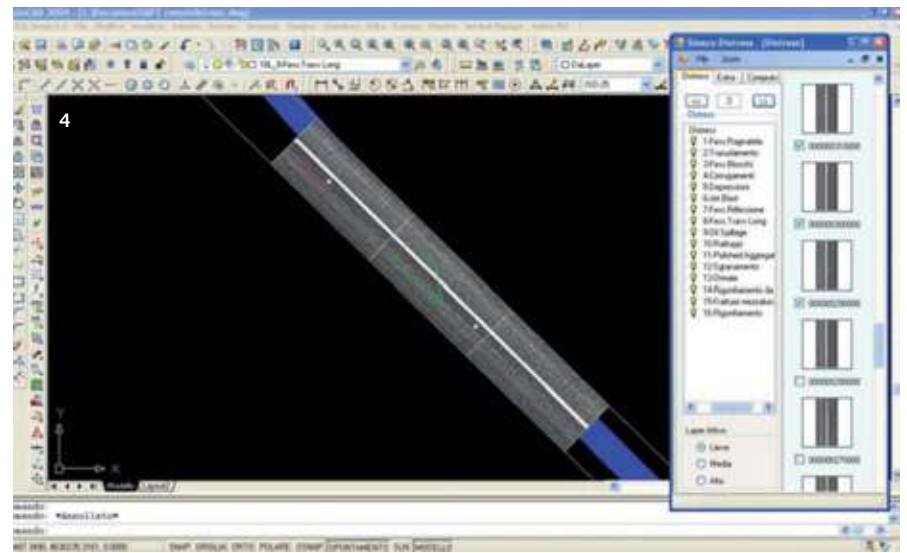
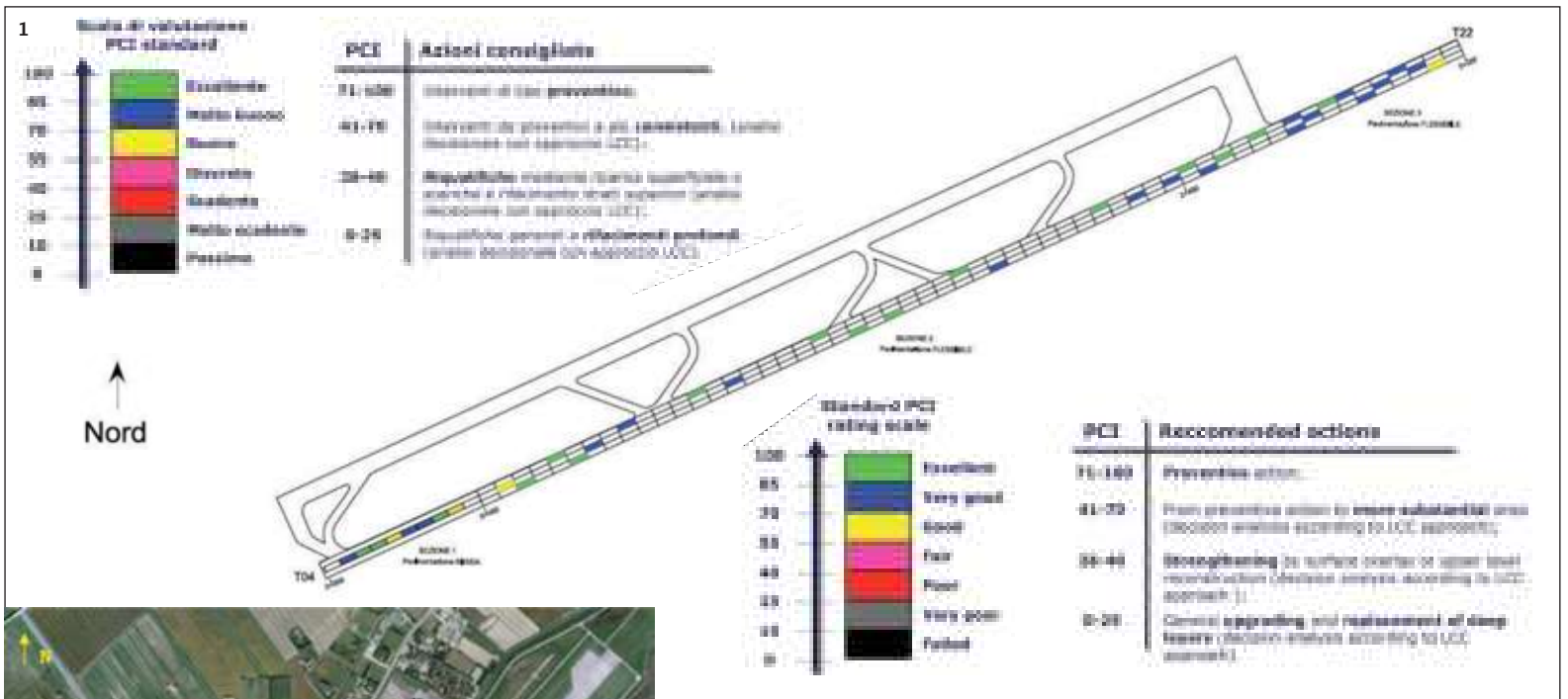
- n** Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

<b>Service:</b> Tests on pavement status indexes
<b>Sector:</b> <b>n</b>
<b>Client:</b> SAVE SpA
<b>Infrastructure:</b> "Marco Polo" Airport of Venezia
<b>Year:</b> 2009–2011

#### Description

Two separate survey campaigns (in 2009 and 2011) to offer a detail picture on the conditions of the pavements of the "Marco Polo" Airport of Venezia, managed by Save SpA. During the first campaign, under the watchful technological eye was placed the main RWY 04–22 runway, on which pavement a survey was conducted to assess the level of longitudinal regularity – through the determination of the IRI Index (International Roughness Index) – as well as to verify transverse slopes and their rutting. These parameters were obtained by using the ARAN (Automatic Road Analyzer) which carried out seamless surveys at a constant speed of approx. 50 km/h, moving along the infrastructure parallelly aligned to the "Center Line". Whereas, in 2011 a survey was carried out to assess the elastic modulus and the ACN/PCN parameters (Annex 14 of the ICAO Normative) not only of the main runway but also of the secondary 04L–22R runway, the A and H taxiways and several junctions. In this case, the HWD (Heavy Weight Deflectometer – Mod. 8082) was used and the survey was carried out along the measuring lines parallel to the axis and with a beating step of 100 m and 50 m for the runway and for the taxiways and junctions, respectively.

- 1 – General Planimetric Plan – PCI Surveys
- 2 – Aerial view Venezia Airport
- 3 – HWD Data Acquisition Phase
- 4 – Screenshot of the software use to calculate the PCI (Pavement Condition Index)



## AEROPORTO DI DOHA (QATAR)

### DOHA AIRPORT (QATAR)

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** Istituto Meccanica dei Materiali SA di Lugano (CH)

**Opera:** Aeroporto internazionale di Doha (Qatar)

**Anno:** 2010

#### Descrizione

Su incarico dell'IMM (Istituto Meccanica dei Materiali) di Lugano, Svizzera, Sineco ha effettuato una campagna di rilievi ad alto rendimento delle pavimentazioni dell'aeroporto internazionale di Doha (Qatar), nell'ambito di una serie di attività affidate da Qatar Airways. Le prove eseguite, finalizzate all'accertamento delle caratteristiche strutturali delle pavimentazioni, hanno interessato le Taxiway Zulu, D1, D2, D2Est e P e sono state realizzate impiegando il deflettometro dinamico HWD (Heavy Weight Deflectometer). Tale apparecchiatura, mediante l'applicazione di un carico impulsivo sulla superficie pavimentata, consente di rilevare in maniera automatica, rapida e non invasiva lo stato di deformazione indotto nella pavimentazione ("bacino di deflessione"), dalla cui entità e conformazione è possibile, in post processing, ricavare le caratteristiche di resistenza della pavimentazione e del sottofondo. I test deflettometrici, accreditati alla norma UNI-EN 17025, sono stati ubicati secondo la seguente disposizione:

- 1 twy Zulu: n°4 allineamenti longitudinali (L=1300 m circa) disposti simmetricamente a 3,00 e 7,00m, a destra ed a sinistra dal "Center Line" con frequenza di 1 test ogni 50 m;
- 1 twy D1, D2, D2Est e P: n°1 allineamento in "Center Line", per un'estensione complessiva di 2.000 m circa e con frequenza di 1 test ogni 20 m.

Durante l'esecuzione dei test deflettometrici HWD, si è effettuato un controllo continuo della temperatura della pavimentazione al fine di garantire l'esecuzione delle misure all'interno dei limiti di accettabilità imposti dalle norme.

**Service:** Tests on pavement status indexes

**Sector:** n

**Client:** Institute of Mechanics of Materials SA of Lugano (Switzerland)

**Infrastructure:** Doha International Airport (Qatar)

**Year:** 2010

#### Description

On behalf of the Institute of Mechanics of Materials (IMM) in Lugano, Switzerland, Sineco has carried out a campaign of high-yield surveys on the pavement of the international Doha airport (Qatar), as part of a series of activities assigned by Qatar Airways.

Aimed at assessing the pavement structural characteristics, tests focused on the Taxiways Zulu, D1, D2, and D2Est P and were conducted by using the dynamic deflectometer HWD (Heavy Weight Deflectometer).

Through the application of an impulsive load on the paved surface, the HWD permits to detect in an automatic, rapid and non-invasive way, the status of deformation induced in the pavement ("deflection basin"), whose magnitude and shape permit to calculate, during the post-processing phase, the resilience characteristics of pavement and foundation.

Deflectometric tests, in compliance with the UNI-EN 17025 normative, were conducted according to the following configuration:

- 1 twy Zulu: no. 4 longitudinal alignments (L=about 1,300 meters) symmetrically arranged at 3.00 and 7.00 meters, on the right and on the left from the "Center Line", with a frequency of 1 test every 50 meters;
- 1 twy D1, D2, D2Est and P: no. 1 alignment to the "Center Line", for a total extension of 2,000 meters and with a frequency of approximately 1 test every 20 meters.

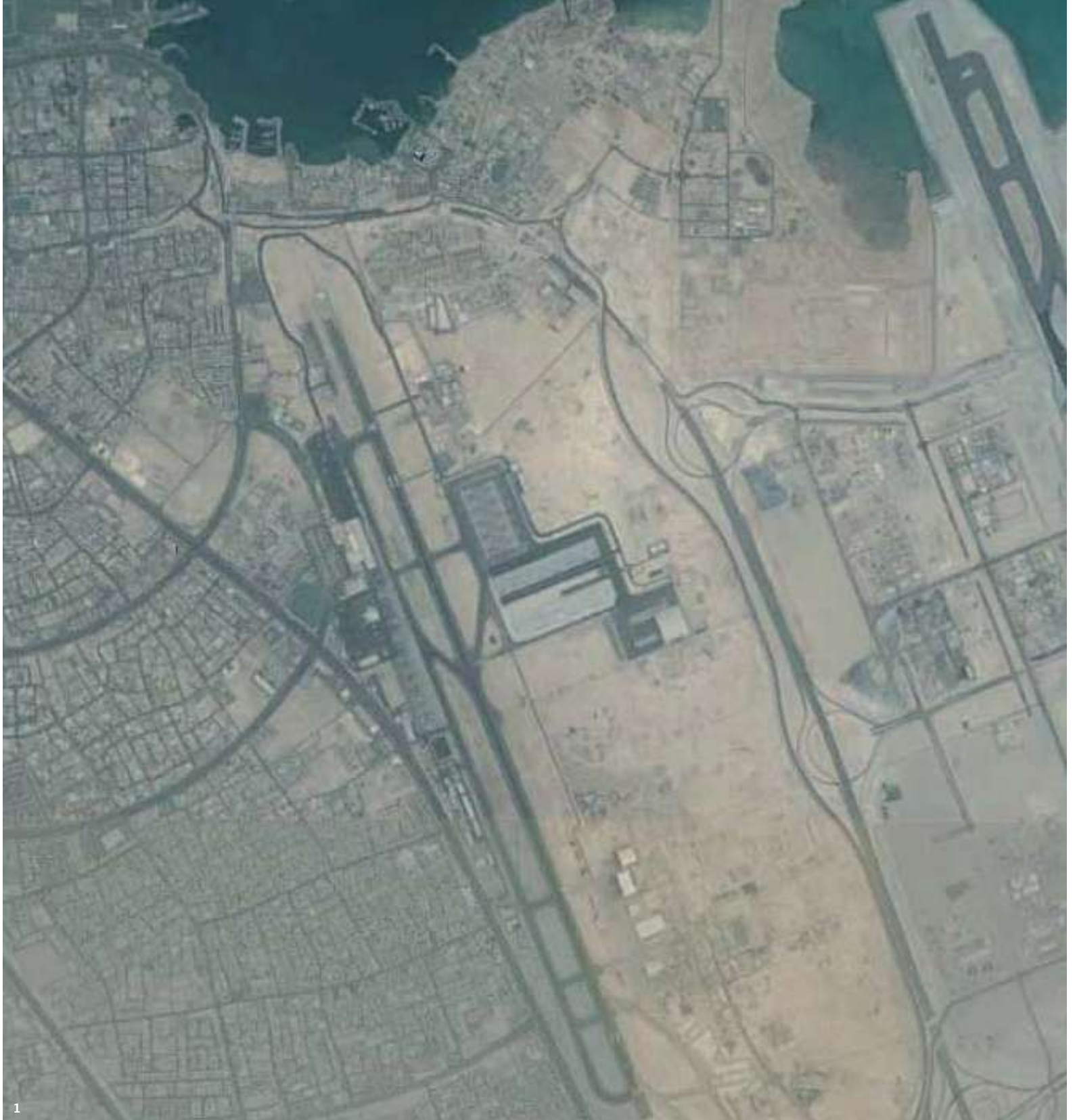
During the execution of the HWD deflectometric tests, a control on the pavement temperature was carried out in order to ensure the execution of measures within the acceptable limits imposed by regulations.

#### Settore / Sector

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

1 - Vista aerea dell'aeroporto di Doha

1 - Aerial view of Doha Airport



1

## AEROPORTO DI DOHA (QATAR)

DOHA AIRPORT (QATAR)

Le misure strumentali sono state infine integrate da un accurato esame visivo dello stato di ammaloramento superficiale presente in diversi punti delle infrastrutture di volo, registrando le varie tipologie di degrado (ormaie, irregolarità, fessurazioni in maglia, ecc.) e le corrispondenti severità. La fase di analisi ed elaborazione dei dati è avvenuta mediante specifici software che hanno consentito di ricavare, in funzione dei bacini di deflessione misurati e della composizione stratigrafica delle pavimentazioni, le resistenze meccaniche (Moduli Elastici) degli strati della pavimentazione, compreso il sottofondo) e di individuare dall'analisi dei risultati eventuali criticità strutturali. Infine, noti i moduli elastici dinamici delle pavimentazione, il servizio ha previsto la determinazione dei valori di ACN/PCN di ogni singola infrastruttura, così come definito dall'Annesso 14 delle Norme ICAO.

The instrumental measures have been finally integrated with a thorough visual examination of the status of surface deterioration at several points of the flight infrastructures, recording various degradation types (rutting, irregularities, cracks knit, etc.) and the corresponding severities.

The phase of data analysis and processing was achieved thanks to specific software which permitted to obtain, in function of the deflection basins and the stratigraphic pavement composition, mechanical resilience (elastic modules) of the pavement layers, (including the substrate) and to identify through the results any critical structural aspects.

Finally, known the dynamic elastic modules of the pavement, the service has provided the calculation of the ACN / PCN values of every single infrastructure, as defined in Annex 14 of ICAO standards.



2 - Misura della temperatura della pavimentazione  
3 - Rilievi deflettometrici con HWD

2 - Pavement temperature measuring  
3 - Deflectometric surveys with HWD



## AEROPORTO DI PISA

### PISA AIRPORT

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** Società Aeroporto Toscano Galileo Galilei SpA

**Opera:** Aeroporto "Galileo Galilei" di Pisa

**Anno:** 2010

#### Descrizione

Un'altra mappatura completa delle caratteristiche strutturali di portanza di una pavimentazione aeroportuale è stata effettuata da Sineco nel 2010 sulla pista di volo dell'aeroporto di Pisa. In questo caso l'analisi deflettometrica –effettuata tramite rilievo a stazionamento fisso con passo di battuta di circa 100 m, realizzata tramite apparecchiatura HWD (Heavy Weight Deflectometer) –ha consentito di determinare i moduli elastici e i parametri ACN/PCN della pavimentazione della pista di volo RWY 04R/22L. Per ottenere un quadro diagnostico completo dell'infrastruttura, a integrazione dei parametri sopracitati, è stato anche calcolato l'indice PCI (Pavement Condition Index), secondo la norma ASTM D 5340-98, che ha permesso di valutare lo stato di ammaloramento superficiale della pavimentazione. In questo caso, è stata utilizzata la strumentazione LRIS (Laser Road Imaging System), implementata nel veicolo ARAN, che consente di condurre il rilievo senza soluzione di continuità, a una velocità costante di circa 60 km/h ed in orario notturno. Grazie al sistema profilometrico laser di cui l'ARAN è dotato, i dati PCI sono stati integrati con quelli relativi alla regolarità longitudinale e trasversale, espressi in termini di indice IRI e RUT rispettivamente.

**Service:** Tests on pavement status indexes

**Sector:** n

**Client:** Società Aeroporto Toscano Galileo Galilei SpA

**Infrastructure:** "Galileo Galilei" Airport of Pisa

**Year:** 2010

#### Description

Another complete mapping of the structural bearing features of flight pavement was conducted by Sineco in 2010 on the runway of Pisa Airport.

In this case, the deflectometer analysis was carried out through a fixed positioning survey with a beating step of 100m conducted with an Heavy Weight Deflectometer (HWD); it permitted to calculate the elastic modules and the ACN/PCN parameters of the RWY 04R/22L runway pavement.

In order to obtain a complete diagnostic framework of the infrastructure, in addition to the above-mentioned parameters, the PC Index (Pavement Condition Index) was also calculated in accordance with the ASTM D 5340-98 Normative and it permitted to assess the deterioration status of the pavement surface.

In this case, the LRIS (Laser Road Imaging System) was installed on the ARAN vehicle and its use permitted to carry out a seamless survey at a constant speed of approx. 60 km/h and at night.

Thanks to the profilometric laser system the ARAN is provided with, the PCI data were integrated to those related to the longitudinal and transverse regularity, expressed as IRI and RUT respectively.

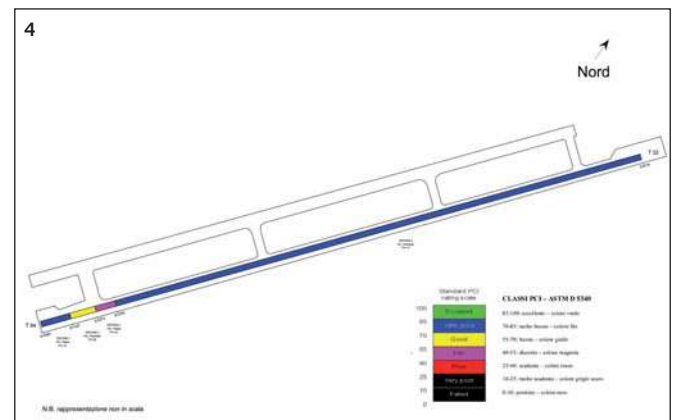
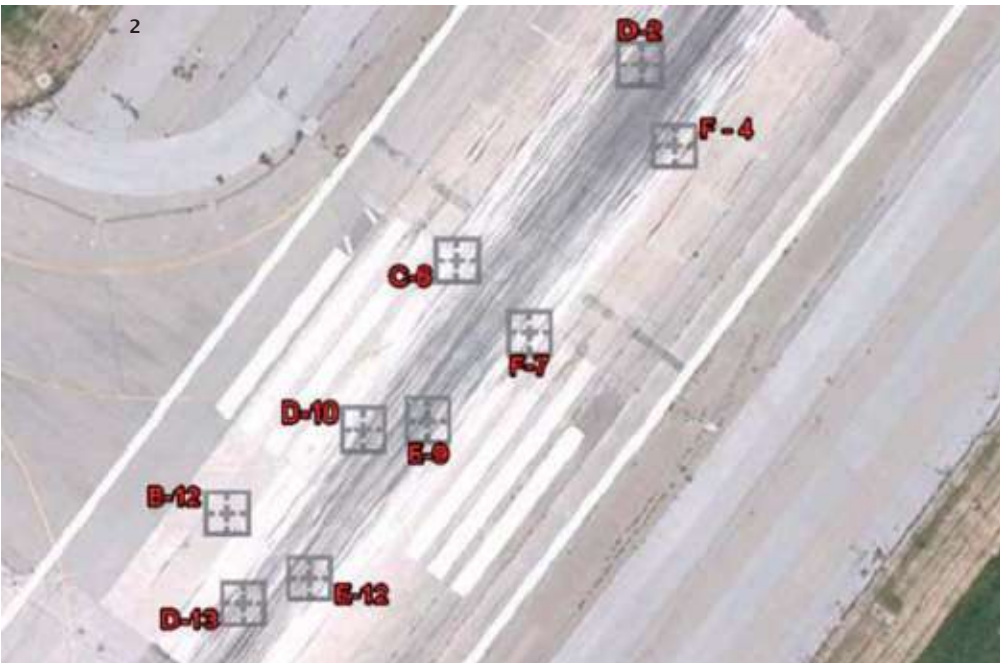
#### Settore / Sector

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

- 1 - Vista dell'aeroporto di Pisa
- 2 - Pavimentazione rigida: esempio di lastre di pista oggetto del rilievo
- 3 - Particolare interno dell'ARAN
- 4 - Planimetria PCI medio delle sezioni

- 1 - Aerial view of Pisa Airport
- 2 - Rigid Pavement: Example of surveyed runway slabs
- 3 - ARAN Interior View
- 4 - Planimetric plan of sections with average PCI





## AEROPORTO DI PARMA

### PARMA AIRPORT

**Servizio:** Ingegneria –Progettazione Intervento di riqualifica delle pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** SO.GE.A.P. SpA

**Opera:** Aeroporto “Giuseppe Verdi” di Parma

**Anno:** 2011

#### Descrizione

Nel 2011 Sineco ha elaborato per SO.GE.A.P., Società di gestione dell’aeroporto di Parma “Giuseppe Verdi”, un progetto di interventi di riqualifica funzionale e strutturale delle pavimentazioni dello scalo. Le ipotesi progettuali formulate, così come le correlate fasi e modalità operative, hanno in particolare riguardato le infrastrutture di volo RWY 02/20, il Raccordo Alpha e Delta, e il Piazzale 300. Le caratteristiche progettuali di ogni intervento sono state definite sulla base di informazioni ottenute da studi di laboratorio sui materiali costituenti le pavimentazioni e da accurate campagne di indagine in sito. Queste ultime, in particolare, sono state svolte impiegando la strumentazione HWD (Heavy Weight Deflectometer) per la caratterizzazione meccanica della pavimentazione (PCN) e del sottofondo, nonché la strumentazione ARAN (Automatic Road Analyzer) per la determinazione dei dati relativi alla regolarità longitudinale (IRI) e trasversale (RUT). Al fine di completare il quadro diagnostico, è stata eseguita un’analisi sulle condizioni di ammaloramento superficiale con il supporto delle immagini ad alta definizione della pavimentazione acquisite dal sistema LRIS (Laser Road Imaging System) pervenendo al calcolo del PCI (Pavement Condition Index), indice che quantifica numericamente il livello di degrado al momento presente. Grazie alla completezza dei dati raccolti sul campo, si è potuto ottimizzare, sia da un punto di vista tecnico che economico, le soluzioni di intervento progettuali che hanno reso possibile un miglioramento delle caratteristiche strutturali e funzionali delle pavimentazioni esistenti, riportandole agli standard di riferimento imposti dalle normative, e conservandone i profili geometrici e le quote finali esistenti.

- 1 – Schema stratigrafico della pavimentazione esistente
- 2 – Schemi stratigrafici della pavimentazione di progetto
- 3 – La pista dell’aeroporto parmense
- 4 – Strumentazione HWD (Heavy Weight Deflectometer)

**Service:** Engineering –Remodelling Projects for Pavement redevelopment

**Sector:** n

**Client:** SO.GE.A.P. SpA

**Infrastructure:** “Giuseppe Verdi” of Parma Airport

**Year:** 2011

#### Description

In 2011 Sineco designed a project for a series of functional and structural upgrading works on the airport pavements, on behalf of SO.GE.AP, the management Company of the “Giuseppe Verdi” airport of Parma. The formulated project hypothesis, as well as the related operating phases and methods, mainly focused on the RWY 02/20 flight infrastructures, the Alpha and Delta Junction, and the “Piazzale 300”.

The project features of each intervention were defined on the basis of data obtained from the laboratory studies on the pavement constituting materials and from accurate campaigns of investigation on site.

These latter, in particular, have been carried out using the Heavy Weight Deflectometer (HWD) for the mechanical qualification of pavements (PCN) and foundation, as well as the Automatic Road Analyzer Tool (ARAN) for the collection of data relating to longitudinal (IRI) and transverse (RUT) roughness.

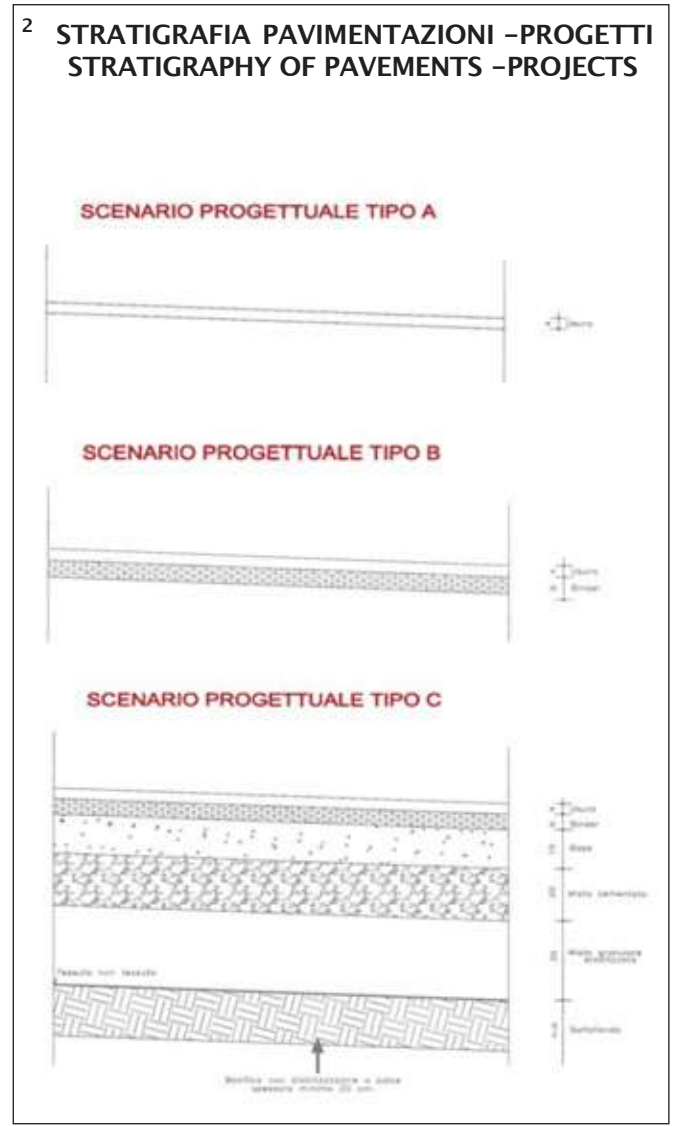
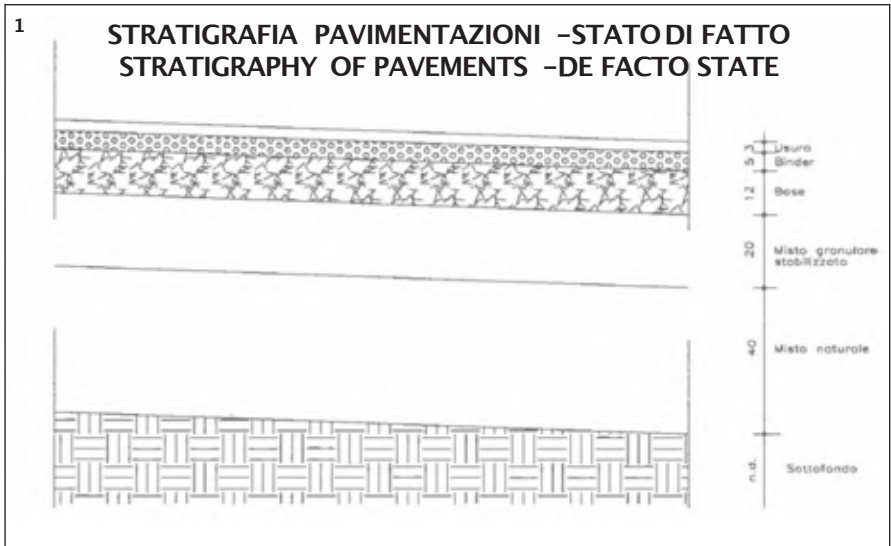
In order to complete the diagnostic frame, Sineco conducted an analysis on surface deterioration conditions with the support of pavement high-definition images acquired by LRIS (Laser Road Imaging System) obtaining the calculation of the PCI (Pavement Condition Index), an index that numerically quantifies the level of degradation at the present moment.

Thanks to the completeness of data collected in the field, it has been possible to optimize –both from a technical and economic point of view –the solutions of intervention project that permitted to improve the structural and functional features of existing pavements, in compliance with standards imposed by regulations, and to maintain existing profiles and geometric dimensions.

- 1 – Stratigraphic Diagram of pre-existing pavement
- 2 – Stratigraphic Diagram of designed pavement
- 3 – Airstrip of Parma Airport
- 4 – Hwd (Heavy Weight Deflectometer)

Settore / Sector

n Ingegneria  
Engineering



## AEROPORTO DI MILANO LINATE

LINATE AIRPORT, MILANO

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni e controlli di laboratorio sui materiali

**Settori:** n n

**Committente:** SEA SpA

**Opera:** Aeroporto "E. Forlanini" di Milano Linate

**Anno:** 2012

### Descrizione

L'obiettivo della prestazione è stata la determinazione delle condizioni strutturali e funzionali della pavimentazione della pista di volo RWY 18-36, al fine di acquisire elementi utili al progetto di riqualifica della pista. Il servizio si è articolato nelle seguenti fasi attuative:

- 1 indagini di portanza mediante deflettometro dinamico pesante (HWD), abbinate ad indagini stratigrafiche georadar (GPR), finalizzate alla valutazione delle condizioni di portanza delle aree pavimentate, espresse in termini di "Moduli Elastici" e spessori degli strati della pavimentazione, di indice CBR del sottofondo e di indice PCN come definito dall'Annesso 14 della norma ICAO;
- 1 indagini profilometriche longitudinali/trasversali mediante profilometro laser (ARAN) di Classe 1, abbinate ad indagini sulle condizioni di ammaloramento superficiale mediante camere a scansione lineare (LRIS) con illuminazione laser, finalizzate alla determinazione delle condizioni funzionali espresse in termini di indice di regolarità longitudinale (IRI), indice di regolarità trasversale (RUT) e di indice di ammaloramento (PCI), così come definito dalla norma ASTM D5340-03;
- 1 esecuzione di prove su piastra a doppio ciclo di carico, secondo norma CNR BU N. 146/92, per la determinazione del modulo di deformazione Md della fondazione/sottofondo e realizzazione di carotaggi meccanici (diametro 150 mm) per prelievo di campioni di conglomerato bituminoso da sottoporre a test di laboratorio (granulometrie inerti, % di bitume e % di vuoti).

Le prove e i risultati ottenuti sono stati rappresentati su supporto planimetrico in formato ".dwg", come pure la distribuzione delle sezioni strutturali/funzionali omogenee e l'ubicazione delle zone ammalorate.

**Service:** Tests on pavement status indexes and Laboratory Tests on materials

**Sectors:** n n

**Client:** SEA SpA

**Infrastructure:** "E. Forlanini" Airport of Milano Linate

**Year:** 2012

### Description

The aim of the service was to determine the structural and functional pavement conditions of the 18-36 runway, and to acquire elements useful to the project of runway pavement upgrading. The service was divided into the following phases of implementation:

- 1 investigations of bearing capacities with a heavy dynamic deflectometer (HWD), combined with georadar stratigraphic investigations (GPR), aimed at assessing the bearing conditions of paved areas, expressed in terms of "Elastic Modules" and thicknesses of pavement layers, the subgrade CBR index and the PCN index as defined in Annex 14 of the ICAO standards;
- 1 longitudinal / transverse profilometric surveys through Class 1 laser profilometer (ARAN), combined with surveys on surface deterioration through linear scanning cameras (LRIS) with laser lighting, aimed at determining the functional conditions expressed in terms of longitudinal roughness index (IRI), transverse-regularity index (RUT) and deterioration index (PCI), as defined by ASTM D5340-03;
- 1 tests on a double cycle load plate, in compliance with the CNR BU no. 146/92 standards, to determine the MD Deformation Modulus of the foundation and to conduct mechanical core samplings (150 mm diameter) for the collection of bituminous conglomerate samples for further laboratory tests (inert granulometry, % of bitumen and % of voids).

The obtained tests and results were represented on a planimetric support in ".dwg" format, as well as the distribution of the homogeneous structural and functional sections and the location of damaged areas.

#### Settori / Sectors

n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

- 1 - Vista dell'aeroporto di Linate
- 2 - Carotaggio di una porzione di pavimentazione flessibile
- 3 - Area di inizio dei rilievi ARAN

- 1 - View of Linate Airport
- 2 - Core sample of the portion of flexible pavement
- 3 - Initial Area of ARAN survey



## AEROPORTO DI MILANO LINATE

LINATE AIRPORT, MILANO

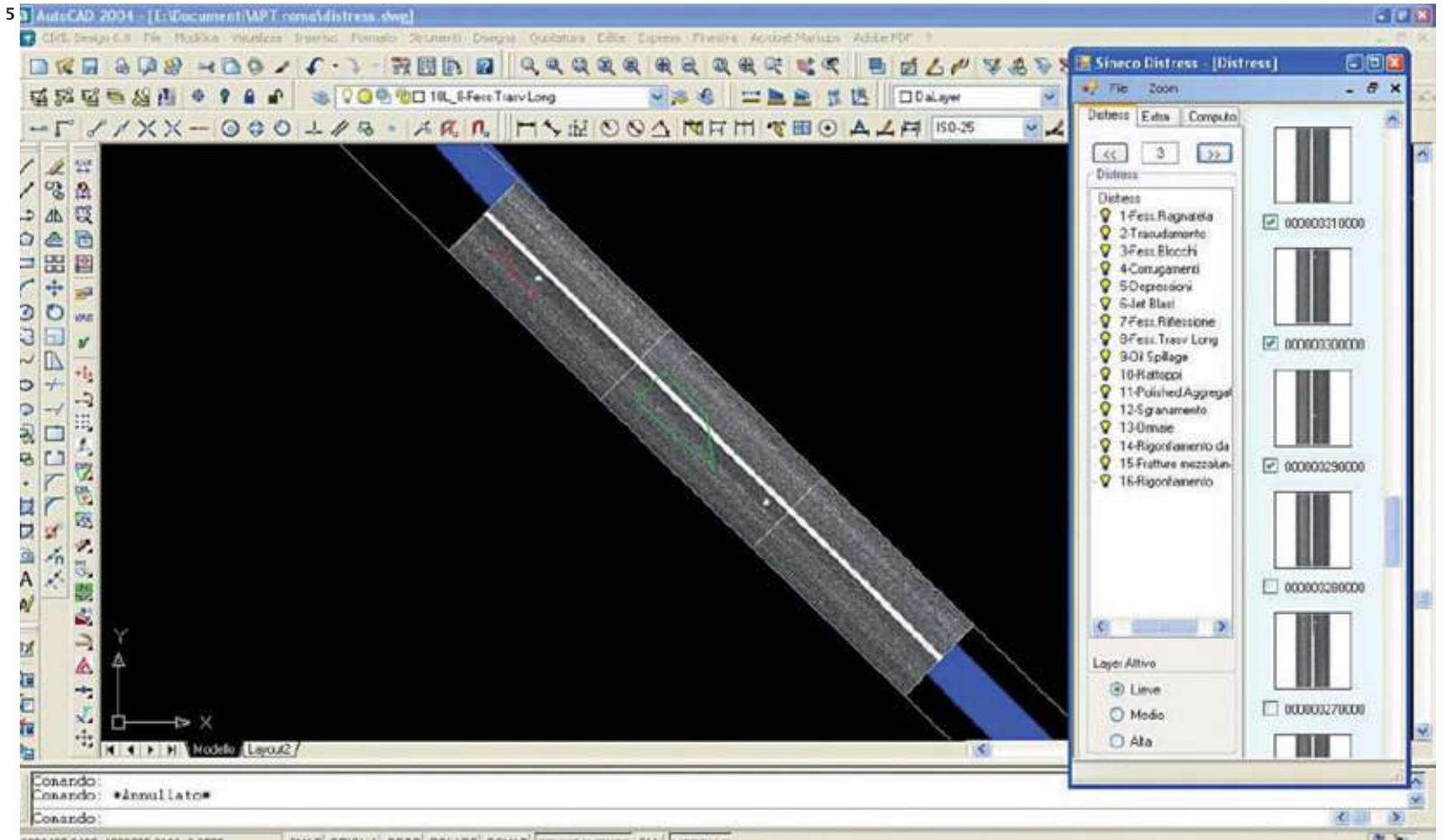
Nel rapporto tecnico finale sono state riportate le considerazioni sullo stato generale dell'infrastruttura di volo, individuando le relative situazioni di criticità e le tipologie degli interventi correttivi.

The final technical report showed considerations on the general status of the flight infrastructure, identifying its critical situations and the types of corrective actions.



- 4 - Veicolo ARAN (Automatic Road Analyzer)
- 5 - Software per il calcolo del PCI (Pavement Condition Index)
- 6 - Preparazione macchinari

- 4 - ARAN Vehicle (Automatic Road Analyzer)
- 5 - Software for the calculation of the Pavement Condition Index(PCI)
- 6 - Preparation of equipment



## AEROPORTO DI GENOVA

### GENOVA AIRPORT

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni e rilievo geometrico delle infrastrutture di volo

**Settore:** n

**Committente:** Aeroporto di Genova SpA

**Opera:** Aeroporto "Cristoforo Colombo" di Genova

**Anno:** 2012

#### Descrizione

Nel 2012 Sineco ha condotto un'approfondita campagna di indagini ad alto rendimento funzionali alle verifiche delle condizioni di portanza e plano-altimetriche delle fasce di sicurezza del sistema delle strip di volo RWY 10-28 dell'aeroporto di Genova.

I rilievi, nello specifico, sono consistiti in:

- 1 indagine deflettometrica dinamica a stazionamento fisso (con passo di battuta a 150 m) con apparecchiatura HWD (Heavy Weight Deflectometer) Mod. Dynatest;
- 1 rilievo plano-altimetrico con laser scanner dinamico Lynx Mobile Mapper, costituito da un modulo di localizzazione POS LV420V4 e da due sensori laser Optech, rotanti a 360° ed in grado di emettere fino a 400.000 impulsi al secondo.

Per quanto concerne il rilievo deflettometrico, esso è stato finalizzato all'aggiornamento del valore PCN (Pavement Classification Number) delle pista di volo, così come definito dall'Annesso 14 dell'ICAO. Il rilievo plano-altimetrico, ha avuto invece lo scopo di eseguire una verifica delle caratteristiche geometriche, delle pendenze e livellette delle fasce di sicurezza della pista di volo, in modo da verificarne la rispondenza agli standard imposti dalla normativa. Allo scopo di minimizzare l'interferenza con l'esercizio aeroportuale, il rilievo è stato eseguito in orario notturno, percorrendo gli shoulder della pista di volo RWY 10-28 e la sola via perimetrale; ciò è stato reso possibile sfruttando la potente gittata dei sensori laser in grado di ricoprire una fascia di 400 m. Con l'obiettivo di procedere in fase di elaborazione dati all'appoggio di precisione delle nuvole di punti laser, il rilievo Lynx Mobile Mapper è stato quindi integrato con un rilievo GPS tradizionale in modalità RTK, svolto utilizzando un'antenna GPS fissa su treppiede (Base-Station) e un'antenna GPS montata su palina (Rover).

**Service:** Tests on pavement status indexes and Geometric Survey of Flight Infrastructures

**Sector:** n

**Client:** Aeroporti di Genova S.p.A.

**Infrastructure:** "Cristoforo Colombo" Airport of Genova

**Year:** 2012

#### Description

In 2012 Sineco conducted a thorough campaign of high-yield functional surveys of bearing and plano-altimetric conditions of the flight strip RWY 10-28 system bands security of the airport of Genoa.

The surveys, specifically, consisted in:

- 1 fixed positioning deflectometric and dynamic survey (with a beating step of 150 m) with Mod. Dynatest HWD equipment (Heavy Weight Deflectometer).
- 1 plano-altimetric survey with the laser scanner dynamic Lynx Mobile Mapper, counting of a POS LV420V4 localization module and two Optech laser sensors, fully rotating and able to emit up to 400,000 pulses per second.

Regarding the deflectometric survey, it was intended to update the runway PCN value (Pavement Classification Number), as defined in Annex 14 of ICAO. The plano-altimetric survey was intended to perform an audit of geometric features of slope and grade lines of the safety bands of the runway in order to verify their compliance with the standards imposed by the regulation.

In order to minimize interference with the airport management, the survey was executed during night, along the shoulders of the RWY 10-28 runway and the only perimeter lane; this was made possible by exploiting the powerful range of laser sensors that can cover a distance of 400 meters.

With the aim of proceeding, during data processing, to the support of the precise laser Point Clouds, the Lynx Mobile Mapper survey was then integrated with a traditional RTK GPS survey, carried out using a GPS aerial installed on a tripod (Base-Station) and a GPS antenna mounted on the pole (Rover).

#### Settore / Sector

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

1 - Vista della pista genovese

1 - Genova runway view





1



## AEROPORTO DI GENOVA

GENOVA AIRPORT

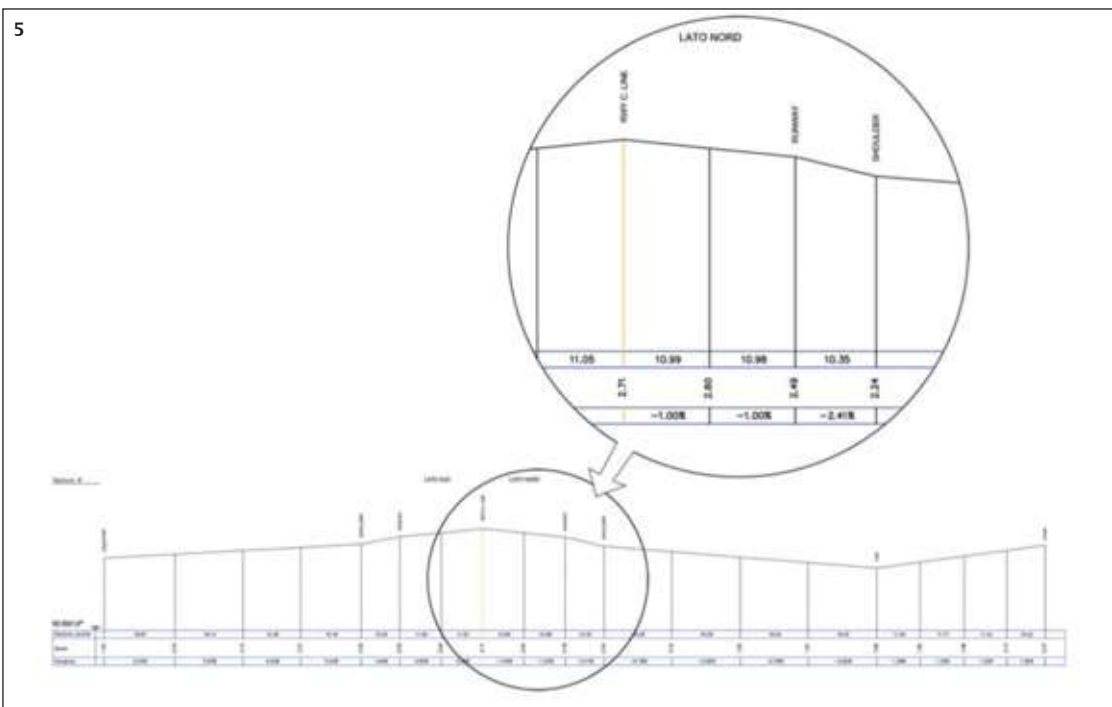
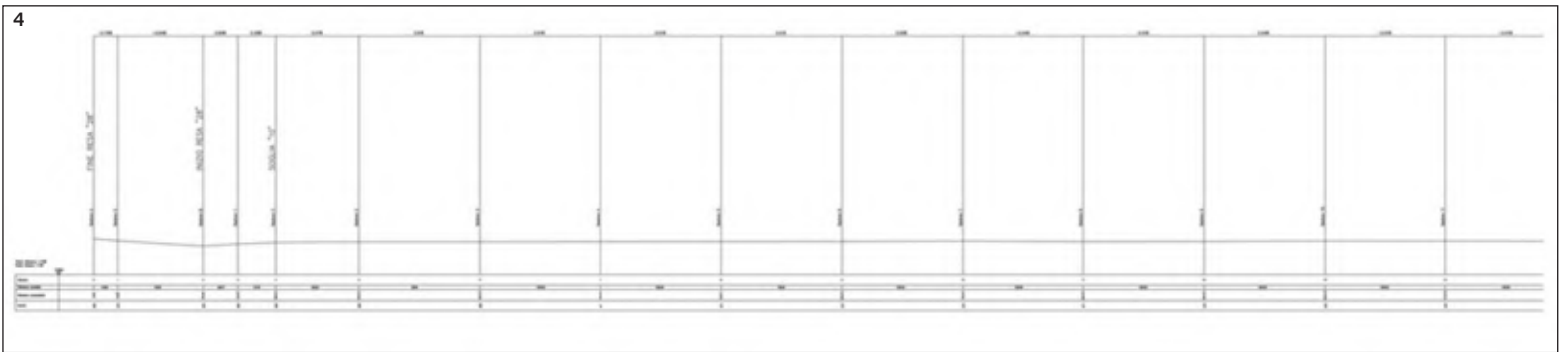
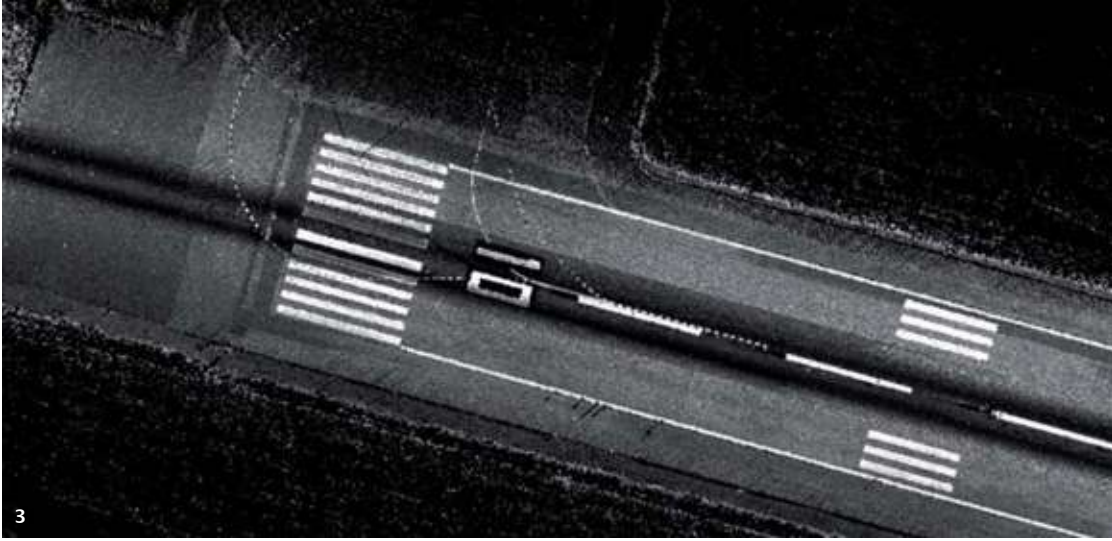
Le misurazioni acquisite dalla Base-Station, in fase di elaborazione, sono state utilizzate per la correzione differenziale DGPS dei dati ricevuti sia dal Rover posto su palina che dal Rover installato sul veicolo Lynx.

The measurements acquired from the Base-Station, during data processing, have been used for differential DGPS correction of collected data from both the Rover installed on the pole and from the Rover Lynx installed on the vehicle.



- 2 - Rilievo con FWD del sistema delle strip di volo
- 3 - Tratto di pista "tradotto" in nuvole di punti 3D
- 4 - Profilo longitudinale
- 5 - Sezione trasversale

- 2 - HWD surveys of the flight strip
- 3 - Runway section "converted" into 3D point clouds
- 4 - Longitudinal profile
- 5 - Cross section



## AEROPORTO DI MILANO MALPENSA

MALPENSA AIRPORT, MILANO

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** Impresa Bacchi Srl

**Opera:** Aeroportocittà di Milano di Milano Malpensa

**Anno:** 2012

### Descrizione

Un'indagine stratigrafica e sulla capacità portante della pavimentazione che ha visto l'impiego congiunto di molteplici strumentazioni Sineco –rilievo deflettometrico, georadar e laser scanner dinamico –è stata compiuta nel 2012 e ha riguardato le pavimentazioni della pista di volo RWY 17L/35R dell'aeroporto internazionale di Milano Malpensa. L'indagine deflettometrica (rilievo a stazionamento fisso con passo di battuta di 50 m per allineamenti interni e di 200 m per gli allineamenti esterni) è stata eseguita con apparecchiatura HWD Heavy Weight Deflectometer Mod. Dynatest, mentre quella georadar (rilievo in continuo con passo di campionamento pari a circa 1 cm circa) con apparecchiatura K2 FastWave della IDS.

Una menzione particolare, però, va all'impiego in ambito aeroportuale del laser scanner dinamico ad alto rendimento Lynx Mobile Mapper. La tecnologia permette di effettuare in modo rapido misure georiferite per mezzo di un sistema di posizionamento POS LV420 Applanix, alla frequenza di oltre 400.000 punti al secondo, ottenendo nuvole di punti 3D ad alta densità. A Malpensa i dati provenienti dal rilievo sono stati utilizzati dal committente Impresa Bacchi per la verifica e l'ottimizzazione degli interventi di riqualifica funzionale e strutturale della pista. Di particolare interesse è stato inoltre la comparazione tra i dati topografici acquisiti con metodologia tradizionale con quelli ottenuti dal rilievo laser dinamico Lynx che ha evidenziato l'assoluta equivalenza delle precisioni.

**Service:** Tests on pavement status indexes

**Sector:** n

**Client:** Impresa Bacchi Srl

**Infrastructure:** Malpensa Airport –Milano

**Year:** 2012

### Description

A stratigraphic and load bearing capacity survey of pavement through the simultaneous use of multiple instruments (such as deflectometric, ground penetrating radar and laser scanner dynamic surveys) was completed in 2012 on the pavement of the RWY 17L/35R runway of the International Airport of Milano Malpensa.

The deflectometric survey (at fix positioning and at a beating step of 50m for internal alignments and of 200m for external alignments) was performed with the HWD Heavy Weight Deflectometer Mod. DYNATEST software, while the GPR (survey with a continuous step sampling of approximately 1 cm) with IDS K2 FastWave.

A special mention, however, goes to the airport use of the Lynx Mobile Mapper, a dynamic high-yield laser scanner. The software permits to quickly perform geo-referenced measurements thanks to the POS LV420 Applanix positioning system, at a frequency of over 400,000 points per second, obtaining 3D high-density point clouds.

In Malpensa the survey data have been used by the Client, the Impresa Bacchi, to verify and optimize functional and structural upgrading works on the runway.

Of particular interest is also the comparison between the topographical data acquired by traditional methodology with those obtained by the dynamic Lynx laser survey which highlighted the absolute equivalence of points.

#### Settore / Sector

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

- 1 - La pista di volo RWY 17L/35R di Malpensa sotto forma di nuvole di punti 3D
- 2 - Vista dello scalo milanese con relativa viabilità di accesso
- 3 - Laser scanner dinamico Lynx Mobile Mapper

- 1 - 3D point cloud of the RWY 17L / 35R runway in Malpensa
- 2 - View of Milano Airport of and its access conditions
- 3 - Lynx Mobile Mapper –Dynamic Laser Scanner



1



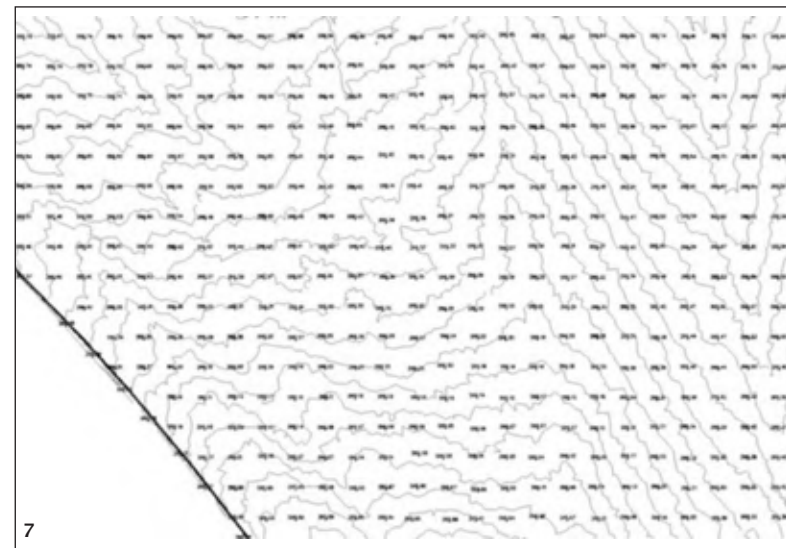
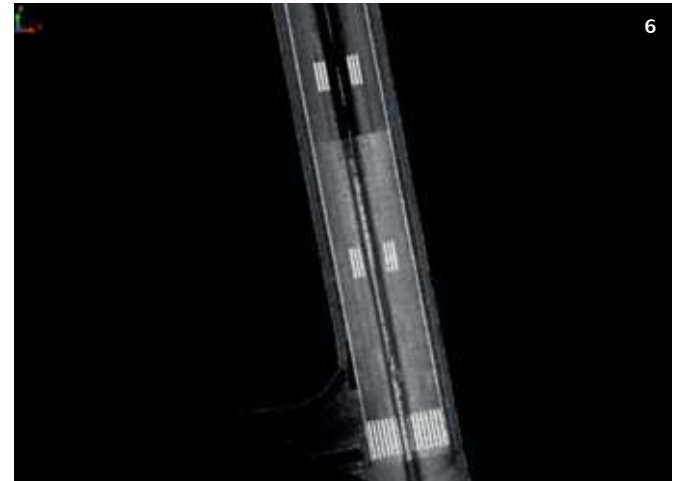
2



3

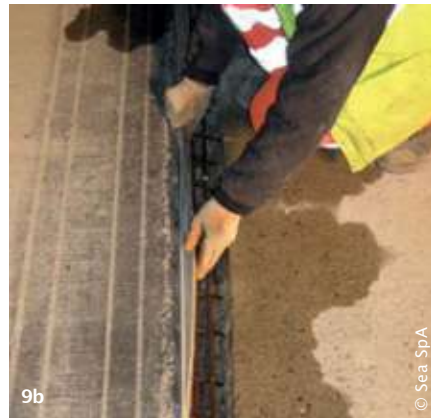
## AEROPORTO DI MILANO MALPENSA

MALPENSA AIRPORT, MILANO



- 4 - Immagine di dettaglio della nuvola di punti
- 5 - In rosso sono rappresentati gli elementi altimetrici eliminati
- 6 - Esempio di Point Cloud di un tratto di pista
- 7 - Planimetria a curve di livello
- 8 - Veduta aerea dello scalo lombardo
- 9 - Attività di manutenzione a Malpensa: riqualifica di lastronati e giunti testate di pista 17L/35R

- 4 - Detailed image of a point cloud
- 5 - Deleted altimetric elements shown in red
- 6 - Example of Point Cloud of a runway section
- 7 - Planimetry of contour lines
- 8 - Aerial View of the Lombard Airport
- 9 - Maintenance works in Malpensa: requalification of tested slabs and joints of the 17L/35R runway



## AEROPORTO DI BERGAMO ORIO AL SERIO

### AIRPORT OF BERGAMO "ORIO AL SERIO"

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** Sacbo SpA

**Opera:** Aeroporto "Il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio

**Anno:** 2013

#### Descrizione

La Società ha effettuato una serie di indagini specialistiche funzionali alla definizione di un vero e proprio "Pavement Management System" avanzato, basato su una "fotografia" dettagliata dello stato strutturale e funzionale delle pavimentazioni delle infrastrutture di volo.

In particolare, sono stati valutati i seguenti parametri:

- 1 moduli elastici della pavimentazione e del sottofondo;
  - 1 indice di regolarità longitudinale IRI, Trasversale RUT e BBI;
  - 1 indice PCI, relativamente allo stato di ammaloramento superficiale (fessure, sgranamenti, ecc.) delle pavimentazioni.
- Il Gestore Aeroportuale ha così potuto acquisire indicazioni e mappe (anche cromatiche) dettagliate dello stato di fatto delle pavimentazioni, nonché un software "Airport Pavement Management System", tramite il quale valutare il decadimento nel tempo dei vari parametri, le tipologie degli interventi manutentivi più efficaci ed i relativi costi, il tutto corredato da efficaci visualizzazioni grafiche e mappe. La flotta di strumentazione schierata è risultata composta da HWD, ARAN & LRIS e Georadar;
- 1 deflettometro HWD consente di ricavare le proprietà meccaniche (Moduli) degli strati, inclusi i sottofondi, determinando eventuali punti deboli della struttura;
  - 1 veicolo ARAN è un sofisticato laboratorio mobile che permette di valutare la geometria e le condizioni di regolarità longitudinale e trasversale del piano aeroportuale, individuando sconnesioni della pavimentazione che superano i valori di soglia definiti dalla normativa di settore (ICAO-ENAC);
  - 1 Sistema LRIS permette invece di acquisire immagini ad alta risoluzione della superficie pavimentata da cui poter leggere e misurare tutte le tipologie di degrado presenti;
  - 1 Strumentazione georadar GPR per la misura degli spessori della pavimentazione.

Il servizio svolto da Sineco ha infine previsto l'informatizzazione di tutti i dati raccolti e la fornitura di uno specifico software "APMS" per la gestione programmata della manutenzione delle pavimentazioni aeroportuali.

**Service:** Tests on pavement status indexes

**Sector:** n

**Client:** Sacbo SpA

**Infrastructure:** International Airport of Bergamo "Orio Al Serio"

**Year:** 2013

#### Description

The Company has carried out a series of functional investigations for the definition of a truly advanced "Pavement Management System", based on a detailed "snapshot" of the structural and functional status of infrastructure flight pavements.

In particular, the following parameters were assessed:

- 1 elastic Modules of pavement and foundation;
- 1 international Roughness Index (IRI), Transverse (RUT) and BBI;
- 1 index PCI, relatively to the state of pavement surface deterioration (cracks, ginning, etc.)

The Airport Operator was able to acquire detailed information and mapping (also chromatic) of the actual pavement conditions, as well as to use a software called "Airport Pavement Management System" to evaluate the decay of several parameters, the most efficient maintenance works and their costs. All was illustrated by effective graphical displays and mappings.

The range of equipment included HWD, ARAN & LRIS and GPR;

- 1 HWD deflectometer allows to obtain the mechanical properties (modules) of layers – including substrates – and to determine possible weak points of the structure;
- 1 ARAN vehicle is a sophisticated mobile laboratory that permits to evaluate the geometry and the conditions of crosswise and longitudinal regularity of the Airport plan, identifying disconnections of the pavement exceeding the threshold values defined by the sector rules (ICAO-ENAC);
- 1 LRIS system permits the acquisition of high-resolution images of the paved surface where it is possible to read and measure all types of current degradation;
- 1 georadar GPR instrumentation to measure of pavement thickness.

The service provided by Sineco included the computerization of all the collected data and the provision of a specific software – "APMS" – for the management of scheduled maintenance works on airport pavements.

#### Settore / Sector

- n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

- 1 - Veicolo ARAN in azione a Orio al Serio
- 2 - Tratto riqualificato della pista di volo di Orio al Serio

- 1 - ARAN vehicle in action at Orio al Serio
- 2 - The upgraded runway of Orio al Serio





1



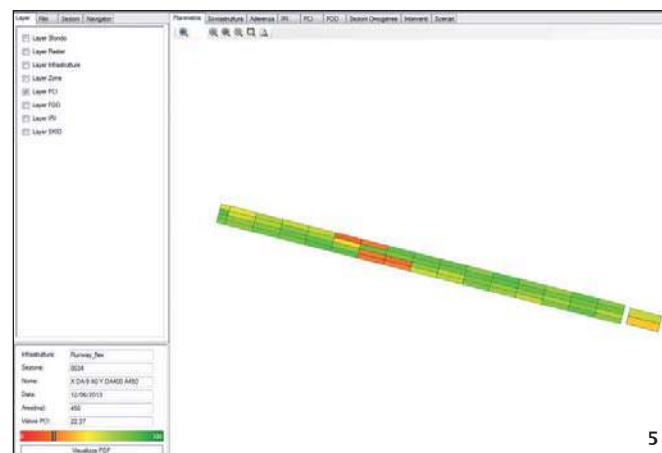
2

© leStrade



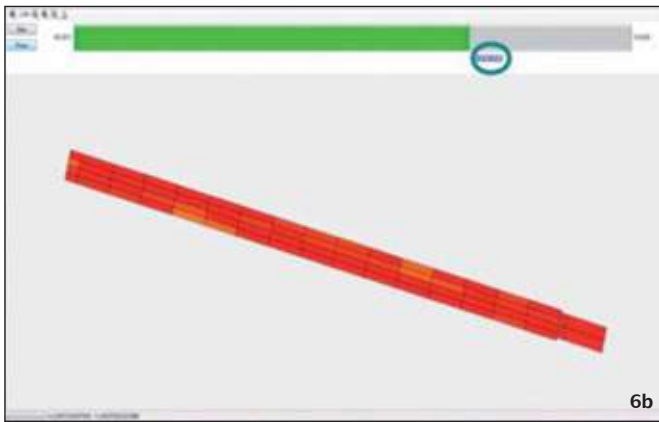
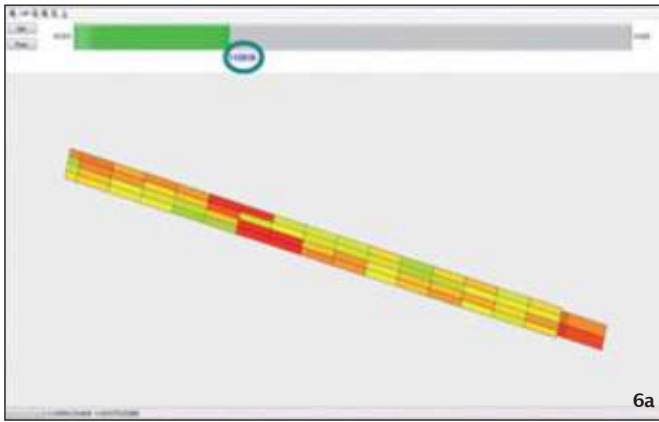
## AEROPORTO DI BERGAMO ORIO AL SERIO

AIRPORT OF BERGAMO "ORIO AL SERIO"



- 3 - Heavy Weigh Deflectometer: una misurazione in notturna
- 4 - Georadar
- 5 - Mappatura cromatica delle valutazioni visive (PCI) in funzione delle criticità riscontrate
- 6 - Simulazione del degrado nel tempo senza effettuare alcun intervento
- 7 - Orio al Serio: dal rilievo visivo alla pavimentazione rinnovata

- 3 - Heavy Weigh Deflectometer: night measurement
- 4 - Georadar
- 5 - Chromatic mapping of Visual evaluations depending on the critical situations identified
- 6 - Simulation of temporal deterioration without intervention
- 7 - Orio al Serio: from visual survey to updated pavement



© iEStrade



## AEROPORTO DI FIRENZE

### FIRENZE AIRPORT

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** Aeroporto di Firenze SpA

**Opera:** Aeroporto "A. Vespucci" -di Firenze

**Anno:** 2013

#### Descrizione

Le indagini svolte sono consistite in rilievi ad alto rendimento delle pavimentazioni dell'aeroporto di Firenze, ovvero nel dettaglio:

- 1 - verifica dei parametri ACN/PCN (norma ICAO Annesso 14), per la pista di volo RWY 05/23, per tutti i Raccordi e per i piazzali di sosta aeromobili;
- 1 - verifica della macrotestitura (MTD-MPD) della pavimentazione della sola RWY 05/23.

I rilievi finalizzati alla determinazione dell'indice ACN/PCN hanno riguardato le pavimentazioni sia di tipo rigido che flessibile e sono stati effettuati mediante deflettometro dinamico HWD (Heavy Weight Deflectometer). I test sono stati condotti con passo variabile da 100 a 50 metri e disposti secondo linee di misura parallele all'asse dell'infrastruttura. Al fine di conoscere lo spessore delle pavimentazioni, l'indagine deflettometrica è stata integrata con un'indagine georadar avvenuta mediante apparecchiatura GSSI-SIR10H con doppia antenna multifrequenza. Il rilievo sulla macrotestitura è avvenuto tramite il veicolo ARAN, eseguendo il rilievo senza soluzione di continuità, ad una velocità costante di circa 60 km/h, ed effettuando allineamenti paralleli al "Center Line", in modo da ricoprire la larghezza critica della pista. Il veicolo è dotato di un insieme di sistemi tra loro integrati, tra cui due profilometri laser di Classe 1, una barra con sensori ultrasonici per la misura del profilo trasversale, un sistema di navigazione POS Applanix LV 420 e da un sistema di video ripresa.

**Service:** Tests on pavement status indexes

**Sector:** n

**Client:** Aeroporti di Firenze SpA

**Infrastructure:** "A. Vespucci" Airport of Firenze

**Year:** 2013

#### Description

Investigations consisted of high-yield surveys on the pavement of Firenze Airport. As saying:

- 1 - verification of ACN/PCN parameters (Annex 14 of the ICAO Normative) for the RWY 05/23 Runway, taxiways and aircraft aprons;
- 1 - verification of the macrotexture (MTD-MPD) of the RWY 05/23 Runway Pavement (only).

Surveys aimed at the calculation of the ACN/PCN index were conducted on both rigid and flexible pavements and were carried out using the HWD -Heavy Weight Deflectometer. Tests were conducted at a variable beating step (from 100 to 50 meters) and along the measuring lines parallel to the infrastructure axis. In order to calculate the thickness of pavements, the deflectometer survey was integrated with a georadar one, carried out using the GSSI-SIR10H system with double multi-frequency antennas. The survey on the macrotexture was carried out using the ARAN vehicle, which permits to conduct a seamless survey, at a constant speed of approx. 60 km/h, performing alignments parallel to the "Center Line" in order to cover the critical width of the runway.

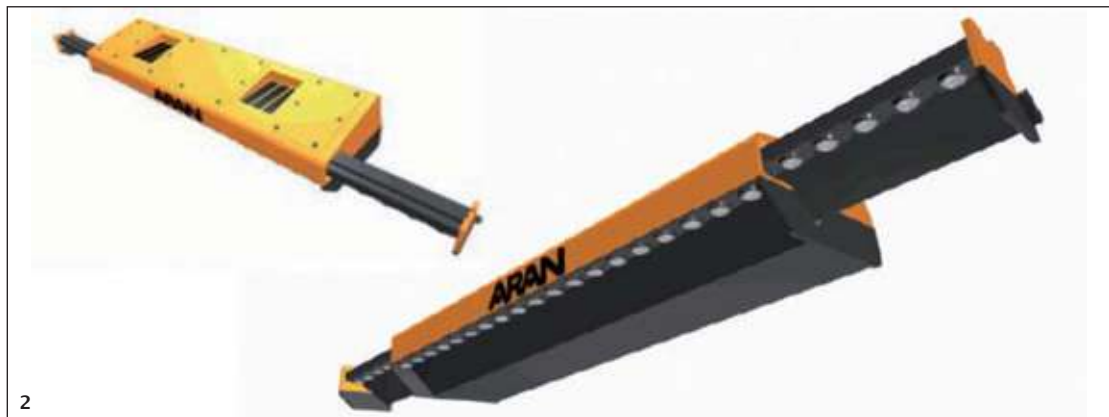
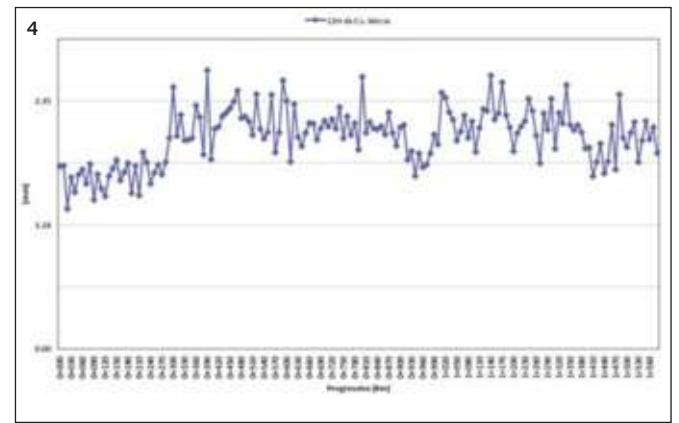
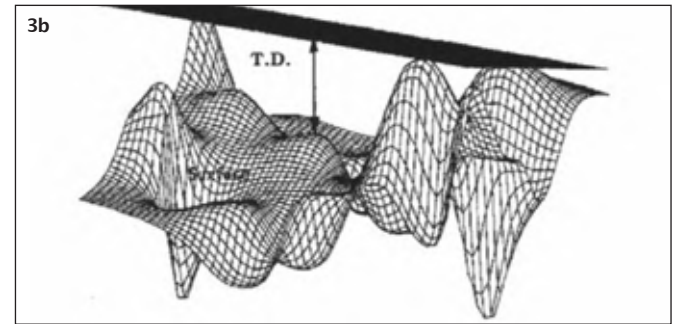
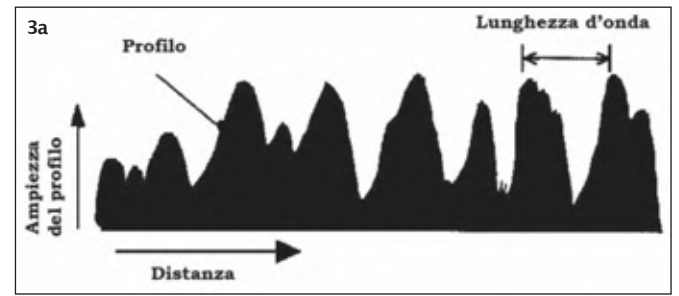
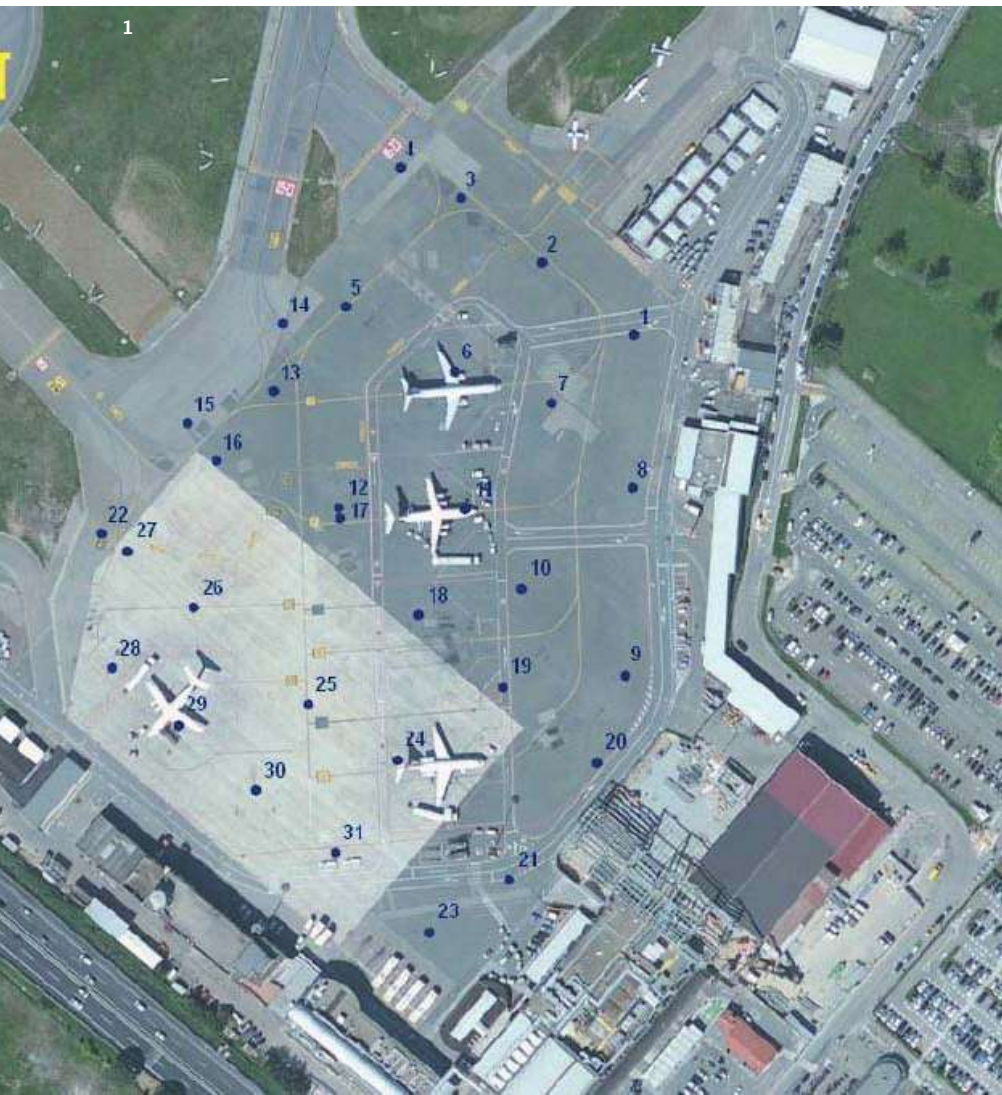
The vehicle is equipped with a set of integrated systems, including two Class-1 laser profilometers, a frontal profilometric bar with ultrasonic sensors to measure the transverse profile, the POS Applanix LV 420 navigation system and a video recording system.

#### Settore / Sector

- n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

- 1 - Punti di battuta HWD nel piazzale Est dell'aeroporto di Firenze
- 2 - Particolare del sensore laser del veicolo ARAN
- 3 - Rappresentazioni grafiche dell'indicatore MTD
- 4 - Distribuzione dei valori MPD lungo la pista fiorentina

- 1 - HWD Beating Steps on the "Piazzale Est" of Firenze Airport
- 2 - A detail of the Laser Sensor and the transverse bar of the ARAN vehicle
- 3 - Graphic Representations of the MTD Index
- 4 - Distribution of MPD values along the Florentine runway



## AEROPORTO DI NAPOLI

### NAPOLI AIRPORT

**Servizio:** Verifica degli indicatori di stato delle pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** Gestione Servizi Aeroporto Capodichino SpA

**Opera:** Aeroporto "U. Niutta" di Napoli-Capodichino

**Anno:** 2013

#### Descrizione

Un'indagine deflettometrica sulla capacità portante delle pavimentazioni condotta con HWD, Heavy Weight Deflectometer -Mod. 8082-091 Dynatest -particolarmente significativa, anche in ragione della sua estensione, è quella che ha visto impegnata Sineco nel 2013 sul sedime dell'aeroporto di Napoli-Capodichino. L'indagine infatti, avvenuta tramite un rilievo con passo di battuta di circa 50 m, ha riguardato la pista di volo RWY 06/24, i raccordi Echo, Foxtrot e Hotel, le taxiway TN e TS, il raccordo Mike, parte della strada perimetrale, piazzali e una strada di servizio. Il calcolo dei moduli elastici della pavimentazione è stato eseguito mediante l'utilizzo dell'applicativo Elmod della Dynatest, software che permette di schematizzare la sovrastruttura come un multistrato elastico e isotropo di spessore semi-infinito. I moduli elastici dei singoli strati possono essere calcolati mediante l'applicazione di differenti algoritmi di back-calculation. Nello specifico:

- 1 - radius of Curvature, Deflection Basin Fit, FEM (Finite Element Method), LET (Linear Elastic Theory);
- 1 - MET (Method of Equivalent Thickness).

L'indagine ha permesso di verificare le condizioni effettive di portanza delle pavimentazioni, mediante la verifica dei valori ACN/PCN definiti dall'Annesso 14 ICAO, e di individuare le aree da sottoporre a interventi di riqualifica strutturale.

**Service:** Tests on pavement status indexes

**Sector:** n

**Client:** Gestione Servizi Aeroporto Capodichino SpA

**Infrastructure:** "U. Niutta" Airport of Napoli-Capodichino

**Year:** 2013

#### Description

A deflectometric analysis on the bearing capacity of pavements conducted with HWD, Heavy Weight Deflectometer -Mod. 8082-091 DYNATEST -and particularly significant due to its size, is the one conducted by Sineco in 2013 on the grounds of the airport of Napoli-Capodichino.

Indeed, the survey was conducted with a beating step of about 50 m, and it examined the RWY 06/24 runway, the Echo, Foxtrot and Hotel taxiways, the TN and TS taxiways, the Mike taxiway, the perimeter street, the yards and a service road.

The calculation of the elastic modules of the pavement was performed through the use of the Elmod DYNATEST, a software that permits to schematize the superstructure as an elastic and isotropic multilayer of semi-infinite thick. The elastic modules of the single layer can be calculated with different back-calculation algorithms. More specifically:

- 1 - radius of Curvature, Deflection Basin Fit, FEM (Finite Element Method), LET (Linear Elastic Theory);
- 1 - MET (Method of Equivalent Thickness).

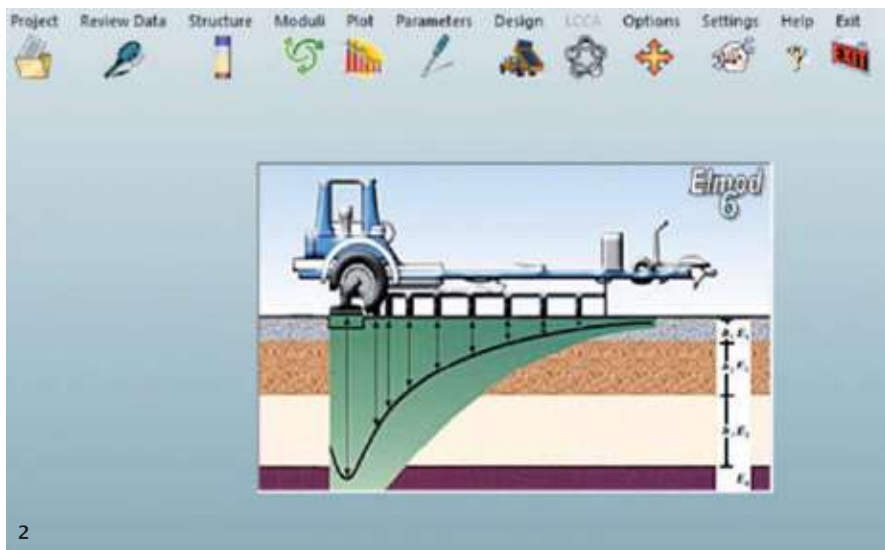
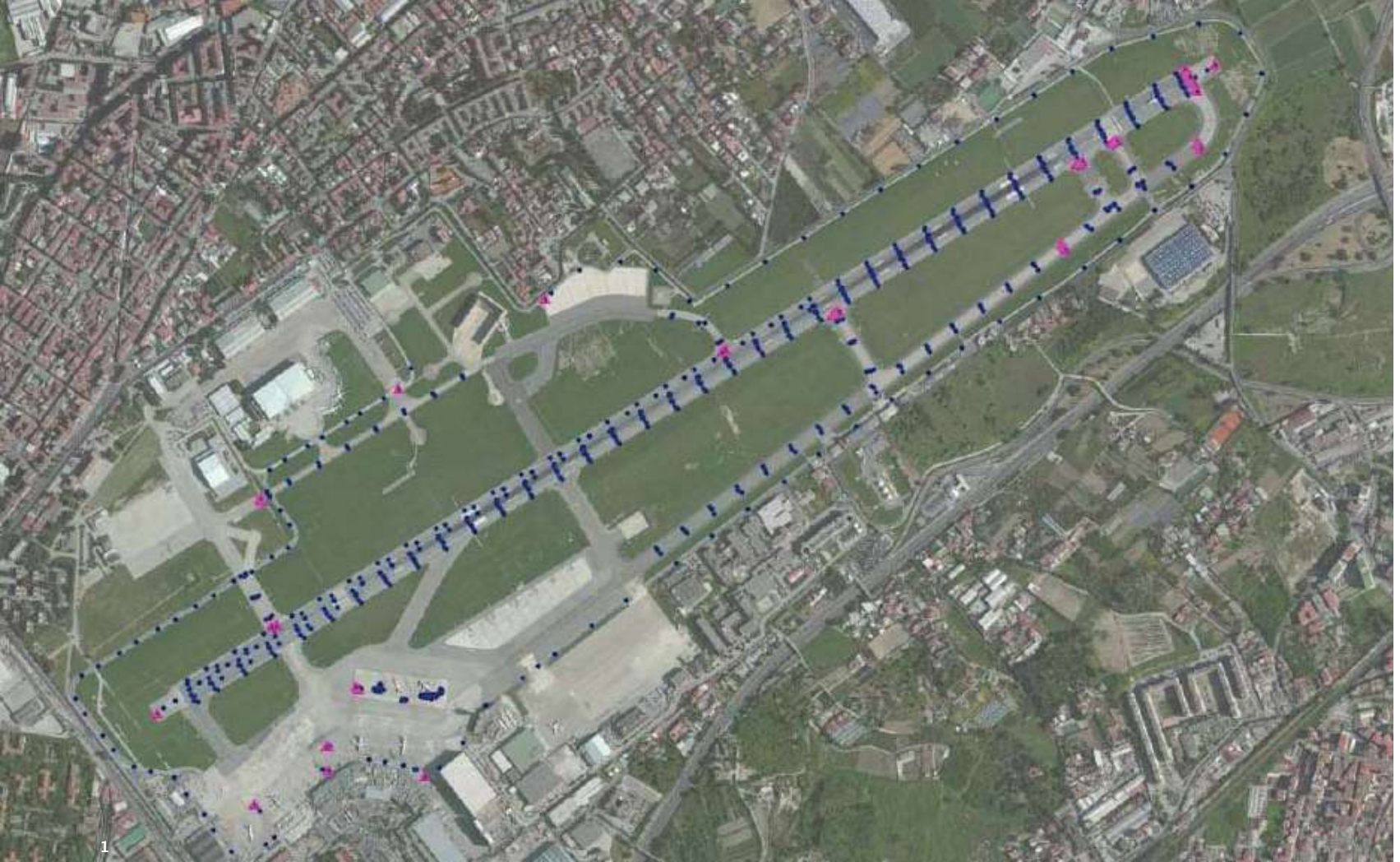
The survey allowed to verify the actual condition of pavement capacity, by checking the ACN/PCN values set in the Annex 14 of the ICAO, and to identify the areas to subject to interventions of structural upgrading.

#### Settore / Sector

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

- 1 - Vista dell'aeroporto e punti di battuta HWD
- 2 - Esempio di back calculation
- 3 - Immagine aerea dello scalo partenopeo

- 1 - View of the airport and HWD lifting points
- 2 - Example of back calculation
- 3 - Aereal image of Napoli Airport



■ ■	162 / 165	GALLERIE "RETE MILANO"
■	166 / 167	LINEA BOLOGNA-PRATO
■ ■	168 / 171	LINEA BUSTO ARSIZIO-MALPENSA
■ ■	172 / 175	LINEA ROMA-FIRENZE
■	176 / 177	FERROVIA "PORRETTANA"
■ ■	162 / 165	<i>"RETE MILANO" TUNNELS</i>
■	166 / 167	<i>BOLOGNA-PRATO RAILWAY</i>
■ ■	168 / 171	<i>BUSTO ARSIZIO-MALPENSA RAILWAY</i>
■ ■	172 / 175	<i>ROMA-FIRENZE RAILWAY</i>
■	176 / 177	<i>"PORRETTANA" RAILWAY</i>



# FERROVIE RAILWAYS

## Settori / Sectors

- Ingegneria  
Engineering
- Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections
- Lab. prove materiali  
Material test laboratory
- Rilievi a rendimento  
High-yield surveys
- Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys
- Monitoraggio strutture  
Structure monitoring
- Monitoraggio ambientale  
Environmental monitoring

## GALLERIE “RETE MILANO”

### “RETE MILANO” TUNNELS

**Servizio:** Monitoraggio strutturale delle gallerie

**Settori:** nn

**Committente:** Ferrovienord SpA

**Opera:** Gallerie ferroviarie “rete Milano”

**Anno:** 2011–2014

#### Descrizione

Su incarico di Ferrovienord, Sineco ha svolto un rilievo visivo, termografico e profilometrico all’interno di 11 gallerie ferroviarie della “rete Milano” e in particolare delle seguenti opere:

igalleria di Castellanza: 6.676m;

igalleria artificiale Interramento Busto A.: 1.587m;

igalleria Gaggione: 158m;

igalleria San Pedrino: 237m;

igalleria Pontelambro: 346m;

igalleria Grimello: 110m;

per uno sviluppo complessivo di circa 13,5 km di fornice. Per l’esecuzione del rilievo è stata impiegata la strumentazione Tunnel Scanner System TSS 360 che abbina un sensore laser e una termocamera ad infrarosso. La strumentazione consente di ottenere simultaneamente un’immagine fotografica e termografica completa del cavo di galleria (paramenti, volta e piattaforma) e di acquisire tutti i dati necessari per il calcolo e la definizione di sezioni trasversali in corrispondenza di una qualsiasi progressiva. Il rilievo avviene in continuo, sui 360° del cavo di galleria, minimizzando i disservizi e l’impatto con il traffico di esercizio. Le caratteristiche peculiari del sistema possono così essere riassunte:

ivelocity massima di rotazione della testa dello scanner: 300 giri al secondo;

irisoluzione massima rilievo fotografico: 10.000 pixel per scansione;

irisoluzione massima rilievo profilometrico: 10.000 pixel per scansione;

ipasso di campionamento: circa 1° 1 sezione trasversale ogni cm;

ipossibilità di riconoscimento degli oggetti postia una distanza fino a 15 metri;

ivelocity di traslazione longitudinale in acquisizione: fino a 12,5 km/h, in funzione della risoluzione richiesta e della sezione di galleria; per le gallerie in oggetto la velocità è risultata di 3,5 Km/h.

1 – Galleria artificiale Domodossola–Caneva: rilievo fotografico e termografico

**Service:** Structural Monitoring of Tunnels

**Sectors:** nn

**Client:** Ferrovienord SpA

**Infrastructure:** “Rete Milano” Railway Tunnels

**Year:** 2011–2014

#### Description

On behalf of Ferrovienord, Sineco carried out a visual, thermographic and profilometric survey in 11 railway tunnels of the “network of Milan” and in particular on the following works:

iCastellanza Tunnel: m6,676

iBusto Arsizio artificial Tunnel: m1,587;

iGaggione Tunnel: m158;

iSan Pedrino Tunnel: m237;

iPontelambro Tunnel: m346;

iGrimello Tunnel: m110;

for a total of approximately 13.5 km of tunnel. For the execution of the survey the TSS 360 Tunnel Scanner System was used combining a laser sensor to an infrared camera. The system permits to simultaneously obtain a photographic and thermographic complete image of the gallery (garments, vault and platform) and to collect all data necessary for the calculation and the definition of cross-sections in correspondence of any progressive.

The survey was conducted seamlessly, at 360 degrees of the gallery void, minimizing inefficiencies and the impact with the traffic.

The peculiar characteristics of the system can be summarized as follows:

imaximum speed of rotation of the scanner head: 300 revolutions per second;

imaximum resolution of the photographic survey: 10,000 pixels per scan;

imaximum resolution of profilometric survey: 10,000 pixels per scan;

isampling step: about no. 1 cross section per cm;

ipossibility of recognition of objects up to a distance of 15 meters;

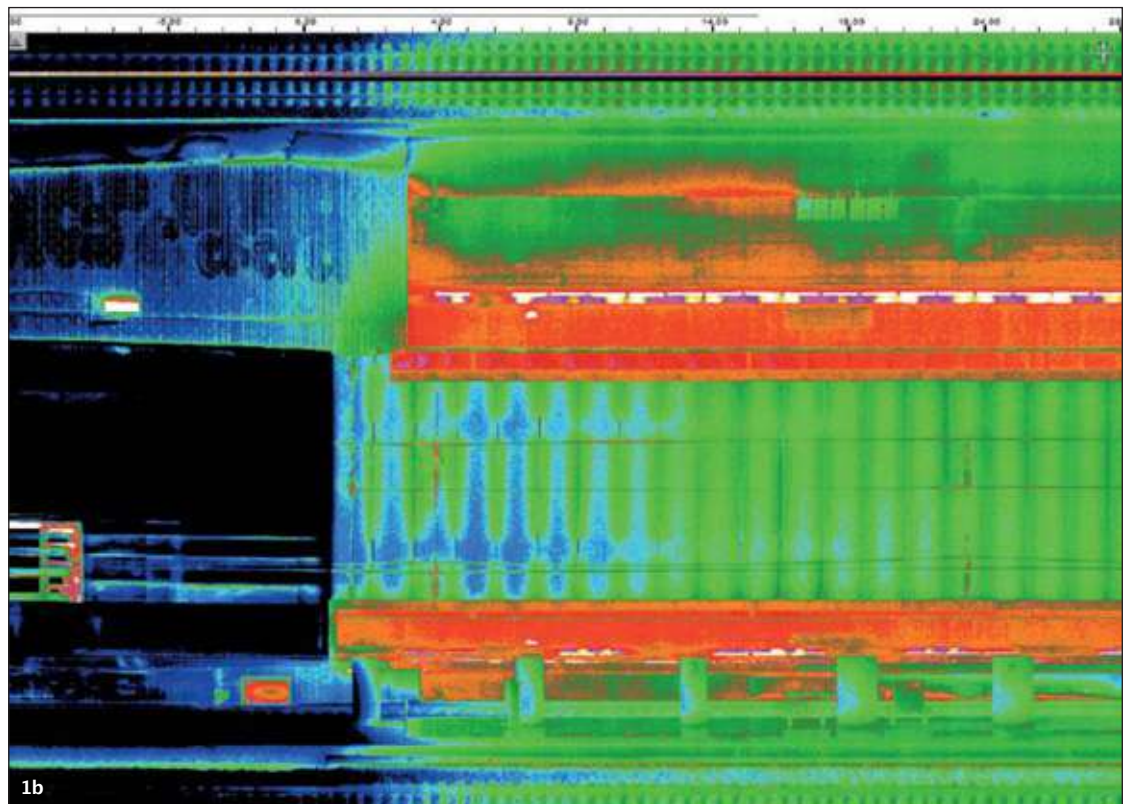
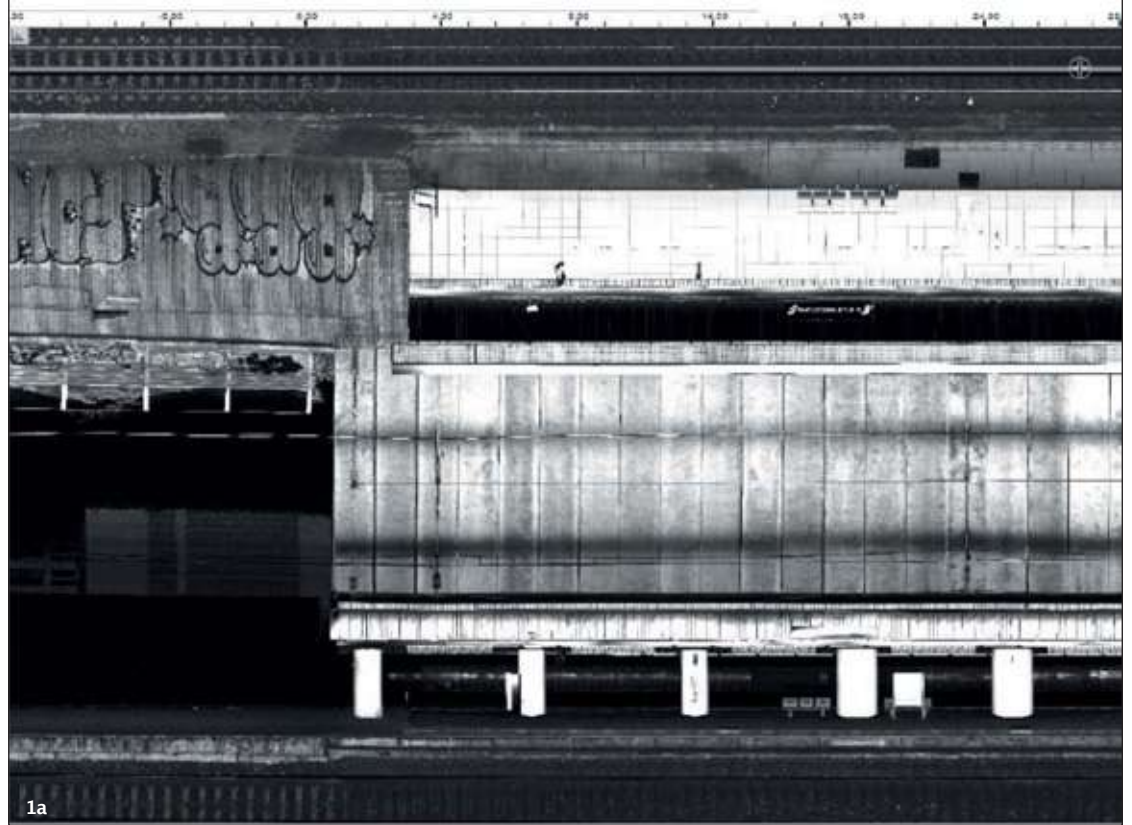
ispeed of longitudinal translation in acquisition: up to 12.5 Km/h, depending on the required resolution and the tunnel section; for tunnels as object the speed is determined to be 3.5 Km/h.

1 – Artificial tunnel of Domodossola–Caneva: photographic and thermographic survey

#### Settori / Sectors

■ Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

■ Monitoraggio strutture  
Structure monitoring



## GALLERIE “RETE MILANO”

### “RETE MILANO” TUNNELS

Tra le risultanze del rilievo si segnalano:

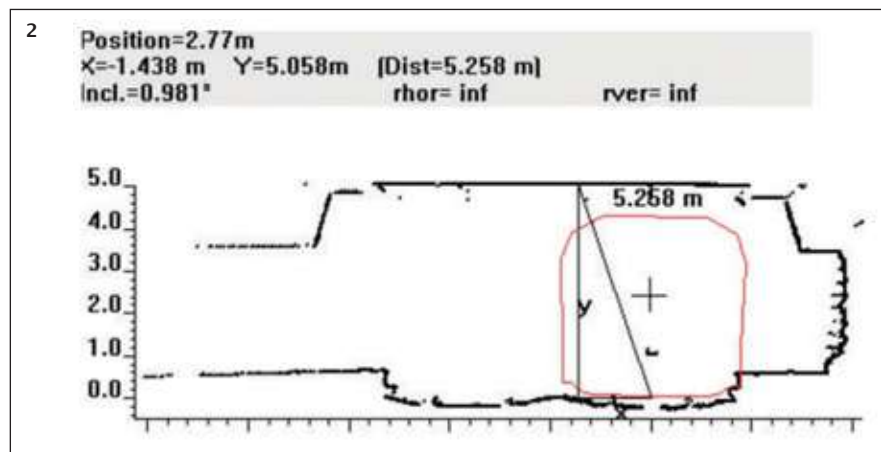
- rappresentazioni planimetriche di immagini visive ad alta risoluzione, termografiche e profilometriche;
- sezioni trasversali significative;
- dettagli visivi, termografici e profilometrici, bi-tridimensionali, di zone caratteristiche.

Il servizio svolto ha infine previsto la fornitura di un software specifico TuView® per la consultazione e gestione dei dati acquisiti, così da consentire alla tecnologia di Ferrovienord la possibilità di consultare, ispezionare ed estrarre le informazioni di interesse secondo necessità.

Among the findings of the survey the following were considered as relevant:

- planimetric representations of high-resolution visual images;
- significant cross-sections;
- visual, thermographic and profilometric, bi-dimensional details of characteristic areas.

The service provided included the provision of the specific TuView® software for the consultation and management of the acquired data, so as to enable the technical structure of Ferrovienord to see, inspect and extract information of interest as needed.



2 - Sezione trasversale

3 - Rilievo fotografico e termografico 3D

4 - Particolare fotografico e profilometrico

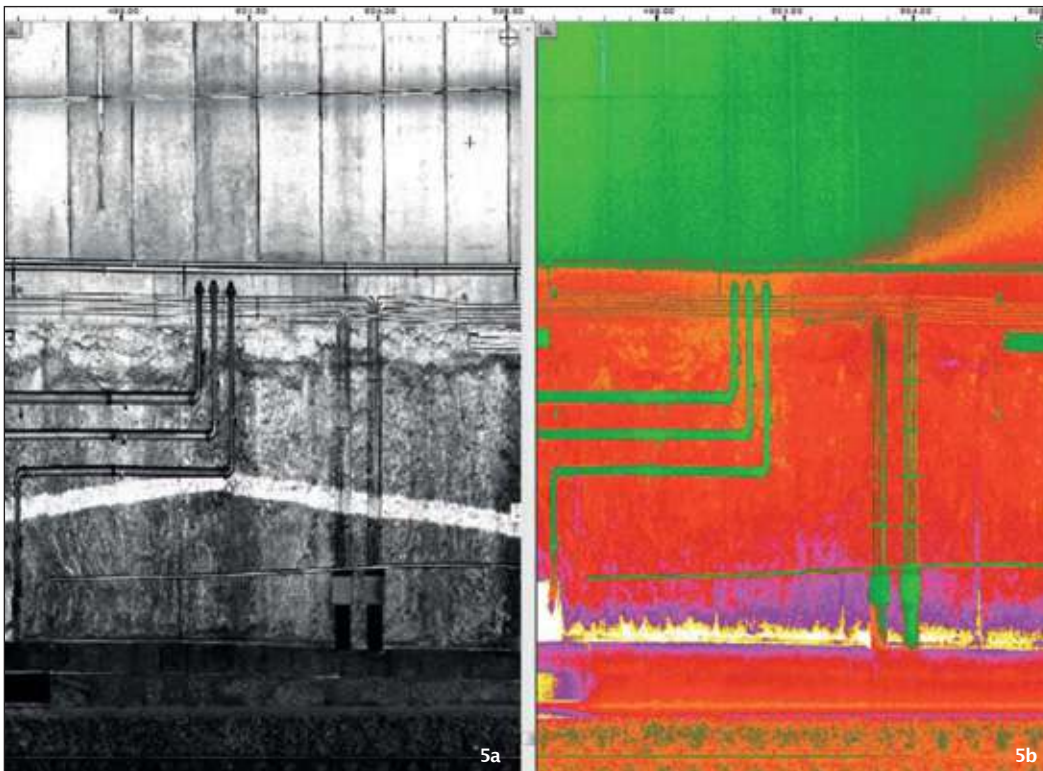
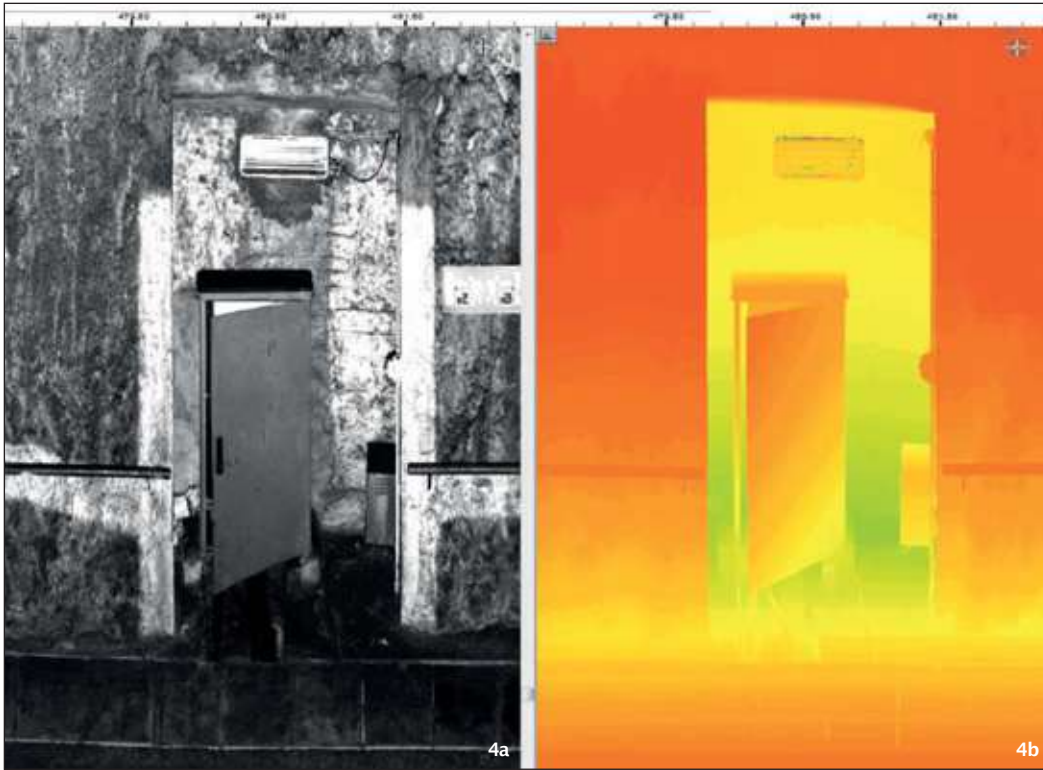
5 - Particolare fotografico e termografico

2 - Cross section

3 - 3D photographic and thermographic survey

4 - Photographic and profilometric detail

5 - Photographic and thermographic detail



## LINEA BOLOGNA-PRATO

### BOLOGNA-PRATO RAILWAY

**Servizio:** Rilievi geometrici/topografici delle gallerie

**Settore:** n

**Committente:** Rete Ferroviaria Italiana SpA

**Opera:** Linea ferroviaria Bologna-Prato

**Anno:** 2012

**Service:** Geometric and Topographic Surveys of Tunnels

**Sector:** n

**Client:** Rete Ferroviaria Italiana SpA

**Infrastructure:** "Bologna-Prato" Railway

**Year:** 2012

#### Descrizione

Su incarico di RFI, Direzione Territoriale Produzione di Bologna, nel 2012 è stata condotta da Sineco una campagna di rilievi ad alto rendimento con tecnologia "Laser Mobile Mapper" per la determinazione dei profili trasversali, a passo costante di 10 m, delle gallerie della tratta Bologna-Prato. Sono state rilevate le gallerie di Campolungo, Enfialungo, Pian di Setta, Cà di Serra, Cerbino, Carmignanello, Castagneto, Gabbolana, Canneto 2°, Meretto, La Valle, Saletto e la Grande Galleria dell'Appennino di lunghezza pari a 18 km circa. La fase di rilievo è stata condotta, utilizzando sia il Lynx di Optech sia il Riegl VMX 450, dotati rispettivamente di un modulo di localizzazione POS LV420 e LV510 dell'Applanix, nonché di due sensori laser rotanti, caratterizzati da un angolo di scansione di 360° e in grado di emettere oltre 400.000 impulsi laser al secondo. Per quanto riguarda la Galleria dell'Appennino, la cui lunghezza comportava un tempo di assenza eccessivo del segnale GPS, il rilievo laser è stato integrato con un'acquisizione di punti di controllo (GCP) su tutta l'estensione. Il rilievo è stato eseguito posizionando il "Laser Mobile Mapper" su apposito carro ferroviario trainato da un locomotore e percorrendo la linea ferroviaria a una velocità costante di 30-40 km/h. Alcuni dettagli del rilievo:

- 1 Ubicazione dell'acquisizione: binario pari o dispari;
- 2 sviluppo complessivo di fornici rilevato: 40.000 m circa;
- 3 spaziatura media dei punti laser: 3-5 cm.

In fase di elaborazione, i dati acquisiti sono stati trattati utilizzando specifici applicativi. In particolare dopo avere estratto i dati dal sistema, si è proceduto tramite il software POS-PAC della Applanix alla ricostruzione del tracciato georiferito compiuto dal veicolo, correggendolo in base ai punti di controllo (GCP), e quindi al successivo ottenimento delle nuvole di punti laser georiferite. Da queste ultime, mediante specifiche routine di elaborazione, sono state esportate in formato CAD le sezioni trasversali a passo costante, vettorializzando gli elementi più significativi, quali la calotta e il piano ferro.

- 1 - Ubicazione del rilievo
- 2 - Una delle gallerie della tratta rappresentata sotto forma di nuvole di punti
- 3 - Esempio di profilo trasversale elaborato
- 4 - Elaborazione dei dati tramite software specifico

Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

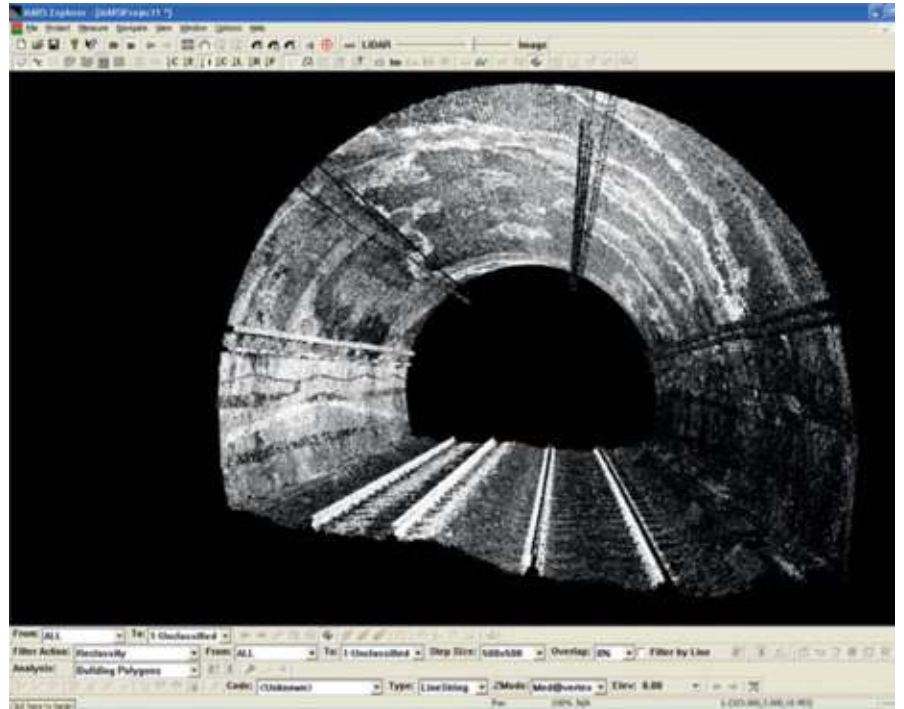
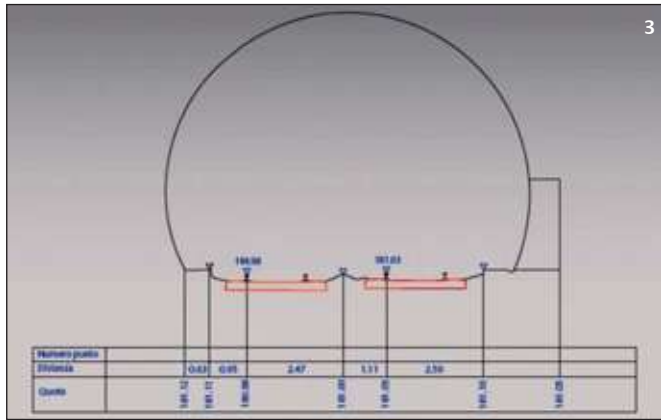
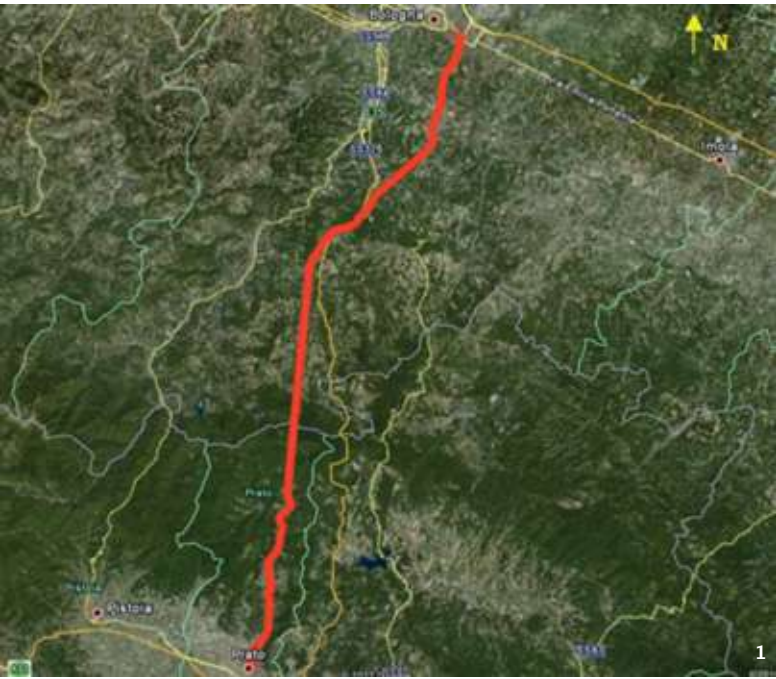
#### Description

On behalf of RFI, "Direzione Territoriale Produzione" of Bologna, in 2012 Sineco conducted a survey campaign with laser scanner technology using Laser Mobile Mapper aimed at determining the cross sections, with a constant pitch of 10 m, of the galleries present along the Bologna-Prato railway line. The galleries of Campolungo, Enfialungo, Pian di Setta, Cà di Serra, Cerbino, Carmignanello, Castagneto, Gabbolana, Canneto 2<sup>nd</sup>, Meretto, La Valle, Saletto and the Grand Gallery of the Apennines—with a length of about 18 km—were scanned. The survey phase was conducted with "mobile laser mapper" technology, using both the Lynx of Optech and the Riegl VMX 450, provided respectively with a locating POS LV420 module and the LV510 of Applanix, as well as two rotary laser sensors, characterized by a scanning angle of 360 degree and capable of emitting over 400,000 laser pulses per second. With regards to the Gallery of Apennines, whose relevant length meant an excessive time where the GPS signal was absent, the laser survey had been integrated with the acquisition of control points (GCP) over the entire extension of the rail tunnel. The survey was carried out by placing the "Mobile Laser Mapper" on a special railway wagon pulled by a locomotive and moving along the railway line at a constant speed of 30-40 km/h. Some details of the survey:

- 1 location of acquisition: odd-numbered or even-numbered track;
- 2 overall development of tunnels detected: approx. 40,000 m;
- 3 average distance between laser points: 3-5 cm.

During processing phase, the acquired data were elaborated using specific software. Especially after extracting data from the system, thanks to the POS software-PAC by Applanix, we proceeded with the reconstruction of the georeferenced route covered by the vehicle, correcting it on the basis of the control points (GCP), and then with the subsequent creation of georeferenced laser point clouds. Through these and with particular processing routines, cross sections with a constant beating step were exported in CAD format, and the most significant elements, such as the cover and the flat iron were vectorized.

- 1 - Survey Location
- 2 - One of the galleries represented with point clouds
- 3 - Example of elaborated cross profile
- 4 - Data elaboration with specific software



## LINEA BUSTO ARSIZIO-MALPENSA

### BUSTO ARSIZIO-MALPENSA RAILWAY

**Servizio:** Rilievi geometrici/topografici della linea ferroviaria  
**Settore:** n  
**Committente:** FerrovienordSpA  
**Opera:** Tratta Busto Arsizio-Malpensa  
**Anno:** 2013

**Service:** Geometric and Topographic Surveys of the railway  
**Sector:** n  
**Client:** FerrovienordSpA  
**Infrastructure:** "Busto Arsizio-Malpensa"  
**Year:** 2013

#### Descrizione

Su incarico di Ferrovienord, gestore di oltre 300 km di rete e 120 stazioni dislocate su cinque linee nell'hinterland milanese, Sineco ha condotto una campagna di rilievo ad alto rendimento con tecnologia laser scanner "Laser Mobile Mapper", finalizzata alla ricostruzione geometrica di dettaglio della piattaforma ferroviaria delle tratte Busto Arsizio-Malpensa. Il rilievo è stato eseguito posizionando il sistema su apposito carro ferroviario e percorrendo la tratta in oggetto a una velocità costante di circa 30 km/h. Il "Lynx di Optech" nello specifico è composto da un modulo di localizzazione costituito da un sistema di posizionamento Applanix POS LV420V4, da GPS Rover, nonché da due potenti sensori laser della Optech in grado di emettere fino a 400.000 impulsi al secondo, con rotazione massima di 12.000 rpm. Alcuni dettagli del rilievo:

sviluppo complessivo del tracciato ferroviario: 15.000 m  
 tempo impiegato: 3 ore, comprese soste tecniche;  
 fasci di acquisizione: 400 m (200 m a destra e 200 m a sinistra)  
 spaziatura media dei punti laser sulla piattaforma: 3-5 cm  
 punti acquisiti: oltre 200 milioni di punti georiferiti in x, y, z.  
 I dati sono stati quindi sottoposti a elaborazione utilizzando specifiche utilities di calcolo. In particolare, si è proceduto tramite il software POS-PAC della Applanix alla ricostruzione della traiettoria georiferita (SBET) percorsa dal veicolo dalla quale quindi, noti i parametri di calibrazione del sistema laser, si è proceduto alla georeferenziazione della nuvola di punti laser. Le "Point Clouds" georiferite sono state successivamente trattate con routine di elaborazione, alcune messe a punto direttamente da Sineco, per estrarre le features richieste dal cliente. Nello specifico, è stata realizzata una planimetria generale, in formato CAD, con gli elementi caratteristici della linea (assi dei binari, limite della massicciata, ponti, gallerie, sovrappassi, muri, edifici, recinzioni, ecc.), sezioni trasversali ogni 100 m di linea ferroviaria, nonché sezioni trasversali in corrispondenza di punti caratteristici della linea. Infine è stato elaborato un piano quotato dell'intera tratta rilevata.

#### Description

On behalf of Ferrovienord, manager of over 300 km of network and 120 stations spread over five lines in the Milan interland, Sineco carried out a high-yield survey campaign with the "Laser Mobile Mapper" laser scanner technology aimed at the reconstruction of route platform detail geometry of the Busto Arsizio-Malpensa railway. The survey was carried out by placing the system on a special railway wagon moving along the route in question at a constant speed of 30 km/h. More specifically, the "Lynx of Optech" counts of a localization module consisting of the Applanix POS LV420V4 positioning system, the GPS Rover, as well as of two powerful Optech laser sensors able to emit up to 400,000 pulses per second, with maximum rotation of 12,000 rpm.

Some details of the survey:

overall development of the railway line: approx. 15,000 m;  
 time: 3 hours, including technical stops;  
 band of acquisition: 400 meters (200 meters on the right and 200 meters on the left side of the vehicle);  
 average spacing of laser points on the platform: 3-5 cm;  
 acquired points: over 200 million georeferenced points in x, y, z.

Data were then processed using specific calculation softwares.

In particular, thanks to the POS-PAC Applanix software, Sineco proceeded with the reconstruction of the georeferenced trajectory (SBET) covered by the vehicle and, known the calibration parameters of the laser system, with the georeferencing of the cloud of the laser points.

The georeferenced "Point Clouds" therefore underwent the processing routines, some of which were directly developed from Sineco, to extract features required by the Client.

More specifically, a general plan in CAD format was created with the railway characteristic features (track axis, ballast limits, bridges, tunnels, overpasses, walls, buildings, fences, etc.), cross sections every 100 meters of the railway line, as well as cross sections of peculiar points. Finally, a xyz plan of the entire section was created.

#### Settore / Sector

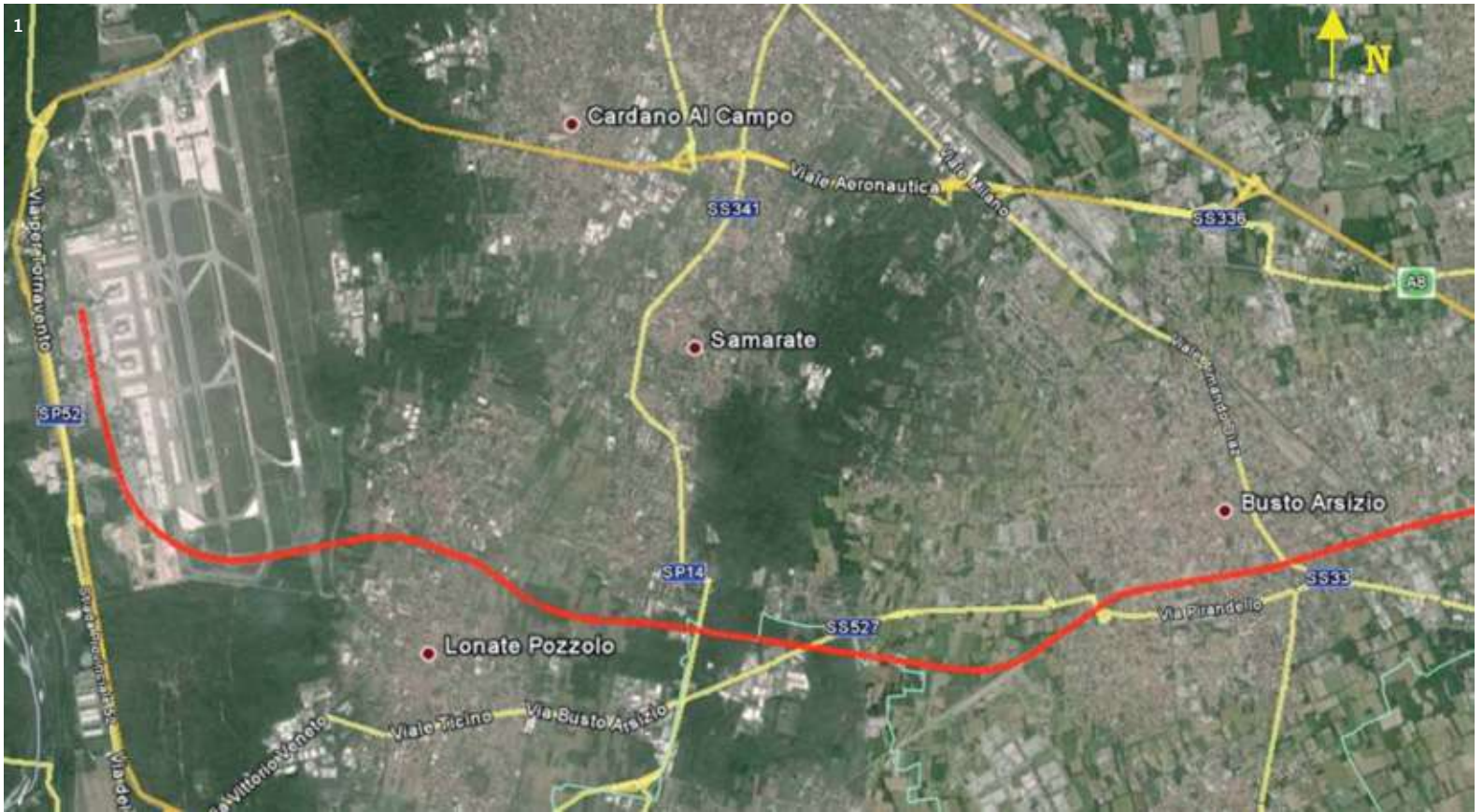
n Rilievi laser scanner  
 Laser scanner surveys

- 1 - Ubicazione del rilievo
- 2 - Un tratto della linea ferroviaria Milano-Malpensa
- 3 - Tunnel ferroviario rappresentato in nuvole di punti 3D

#### 1 - Survey Location

- 2 - Railway section of Milano-Malpensa railway
- 3 - 3D point clouds representation of a Railway Tunnel

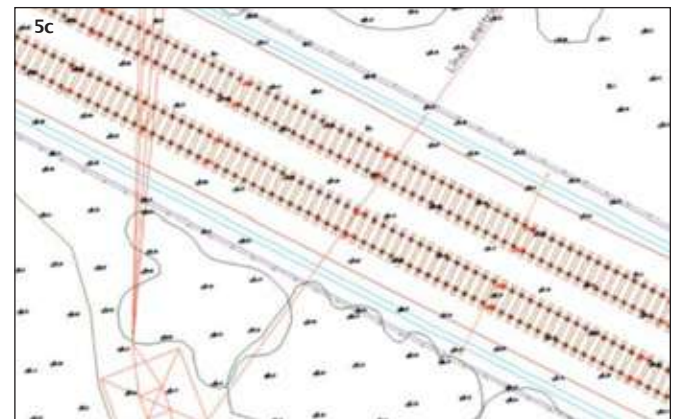
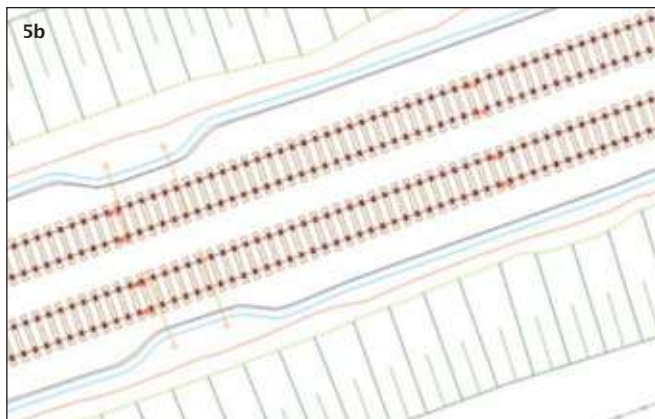
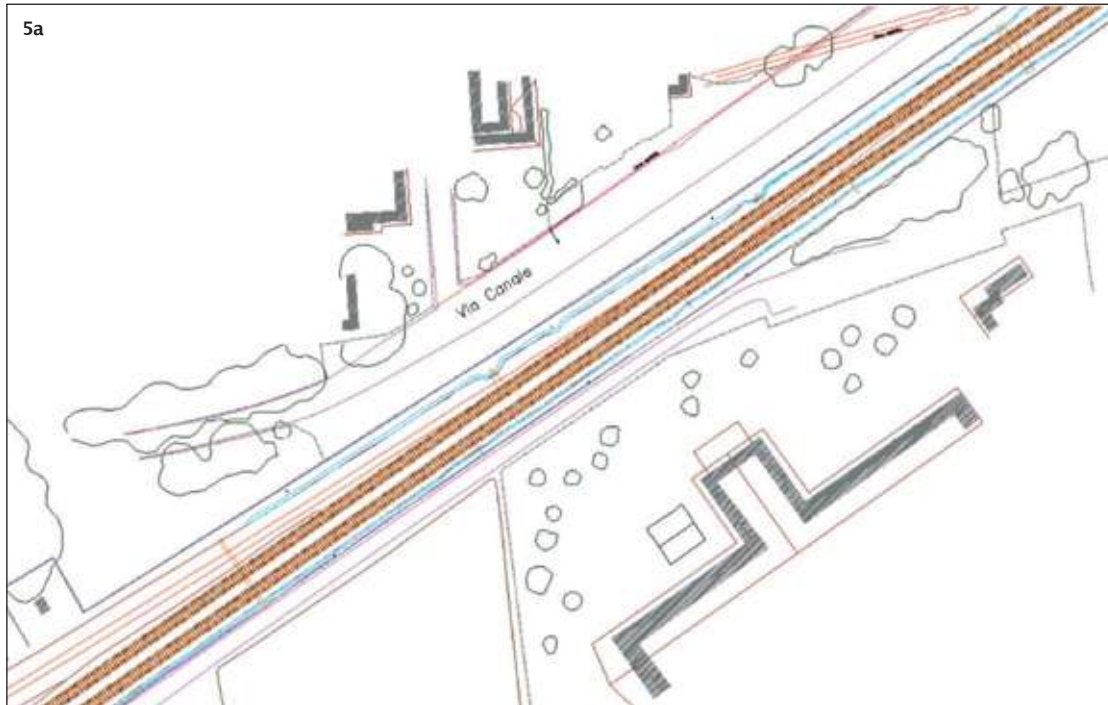




## LINEA BUSTO ARSIZIO-MALPENSA

BUSTO ARSIZIO-MALPENSA RAILWAY

Ferrovie / Railways



5 - Stralci estratti dalla planimetria generale

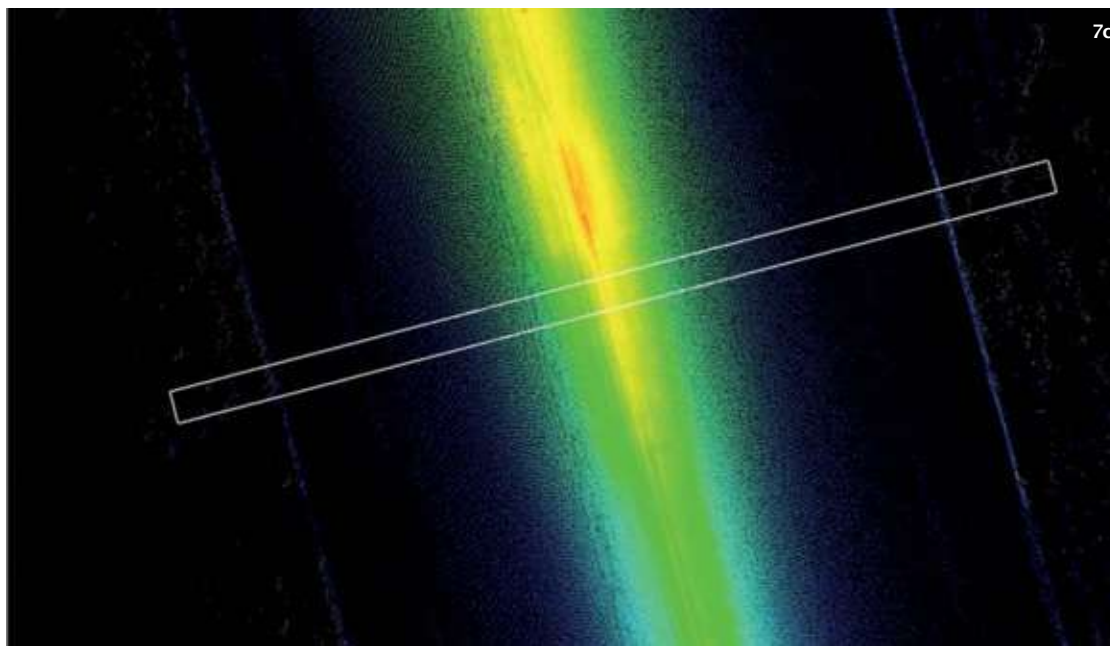
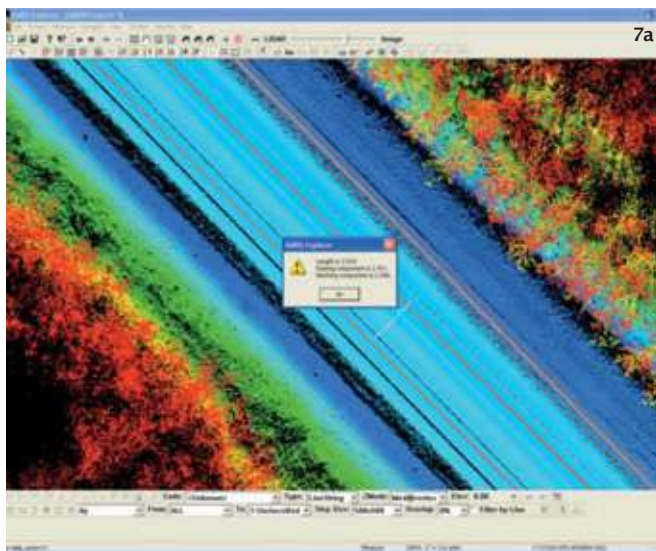
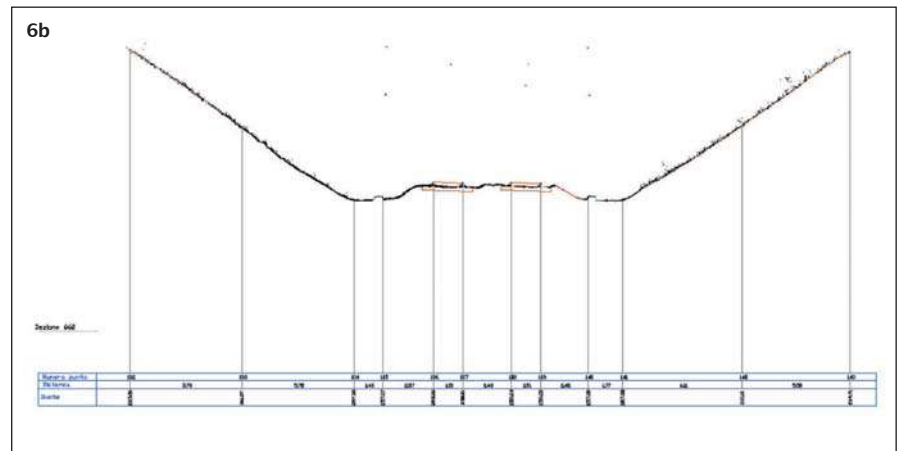
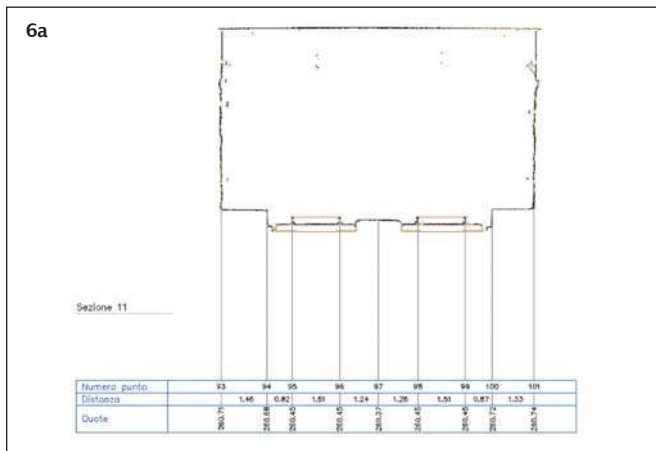
6 - Esempi di sezioni trasversali

7 - Esempi di elaborazione del materiale acquisito e sua "traduzione" in nuvole di punti impiegando il sw Mars

5 - Extracts from general planimetry

6 - Examples of cross sections

7 - Examples of data acquired and its "visualization" with Mars software



## LINEA ROMA-FIRENZE

### ROMA-FIRENZE RAILWAY

<b>Servizio:</b> Rilievi geometrici/topografici della linea ferroviaria
<b>Settore:</b> n
<b>Committente:</b> Rete Ferroviaria Italiana SpA
<b>Opera:</b> Linea ferroviaria Roma-Firenze, tratta Ponticino-Il bivio
<b>Anno:</b> 2013

#### Descrizione

Un'interessante applicazione del laser scanner dinamico "Laser Mobile Mapper" in ambito ferroviario ha riguardato la campagna di rilievi ad alto rendimento della tratta Ponticino-Il bivio della linea Roma-Firenze, finalizzata all'individuazione delle caratteristiche geometriche del tracciato ferroviario. L'acquisizione dei dati è avvenuta posizionando il sistema su apposito carro ferroviario e percorrendo la tratta in oggetto ad una velocità costante di 30-40 km/h.

Alcuni dettagli del rilievo:

sviluppo complessivo del tracciato:	15.000 m circa
velocità media del rilievo:	35 km/h
spaziatura media dei punti laser:	3-5 cm

Gli elaborati prodotti a seguito del rilievo comprendono anche una planimetria generale in formato CAD dove sono rappresentati gli elementi caratteristici della linea, quali gli assi dei binari, il limite della massicciata, i ponti, le gallerie, i sovrappassi, i muri di contenimento, gli edifici, le recinzioni, i marciapiedi, eccetera. Dalla planimetria generale sono state estrapolate le planimetrie di dettaglio, suddivise in tratte di 1 km, completate con una modellazione 3D del terreno, per mezzo sia di mesh a maglia triangolare sia di curve di livello con equidistanza altimetrica pari a 10 cm. A completamento del rilievo altimetrico è presente anche un piano quotato con punti a interasse di circa 3 m.

<b>Service:</b> Geometric and Topographic Surveys of the railway
<b>Sector:</b> n
<b>Client:</b> Rete Ferroviaria Italiana SpA
<b>Infrastructure:</b> "Roma-Firenze" Railway - Ponticino-Il Bivio Section
<b>Year:</b> 2013

#### Description

An interesting use of the Lynx Mobile Mapper Dynamic Laser scanner in railways was the high-yield survey campaign along the Ponticino-Il Bivio section of the Roma-Firenze Railway, aimed at determining the geometric features of the railway.

Data were acquired by installing the Lynx Mobile Mapper on a dedicated railway wagon and by moving along the above-mentioned section at a constant speed of 30-40 km/h. Some details of the survey:

overall development of the railway line:	Approx. 15,000 m
average Survey Speed:	35 km/h
average distance between laser points:	3-5 cm

Among the reports elaborated after the survey, a general planimetric map (in CAD format) with all the distinctive features of the railway, such as track axis, ballast limits, bridges, tunnels, overpasses, retaining walls, buildings, fences, sidewalks, etc. From the general planimetric map detailed plans were extracted, divided in 1 km sections and comprehensive of a 3D model of the ground through both triangular mesh and Contour Lines with an equidistant elevation of 10 cm. To complete the elevation survey, a xyz plan with points with a centre distance of approx. 3 m was included.

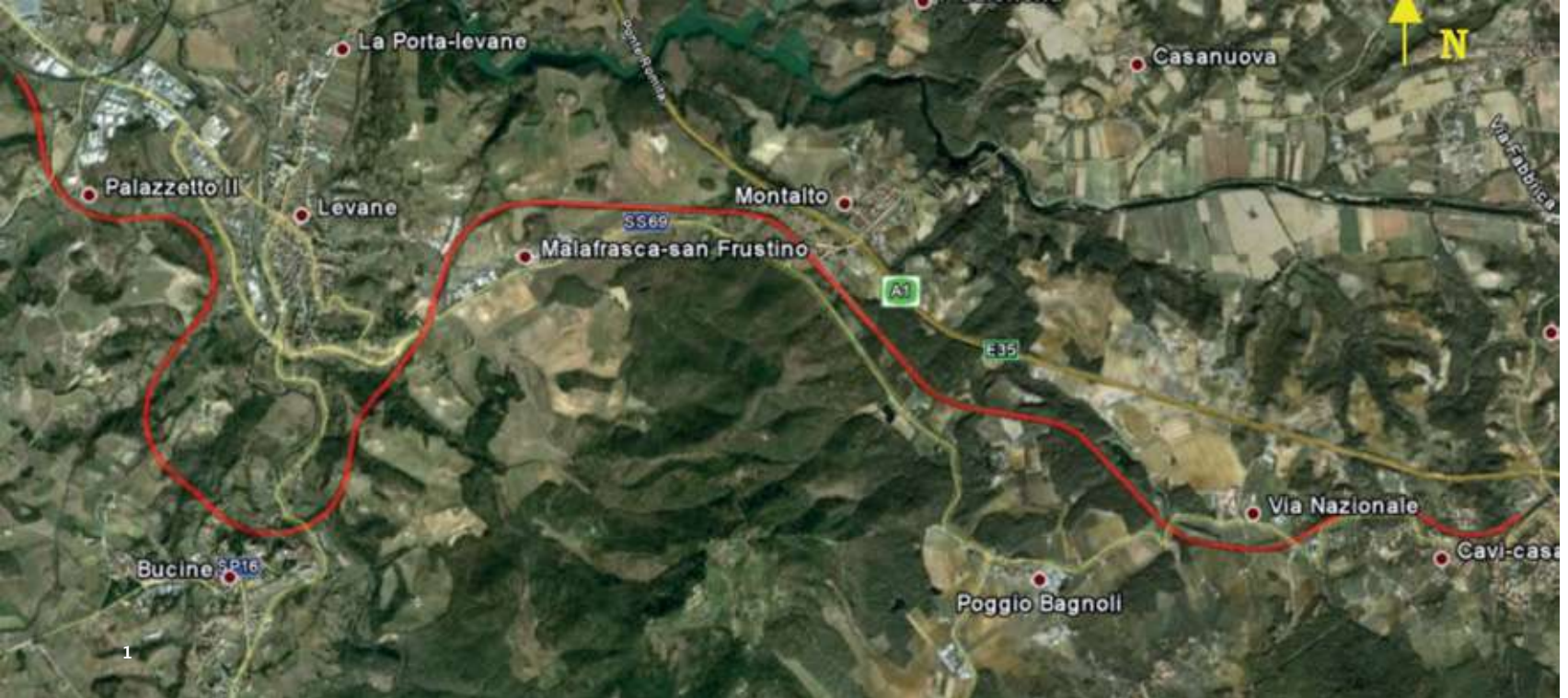
#### Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

- 1 - Ubicazione del rilievo
- 2 - Esempi di immagini "tradotte" in nuvole di Punti 3D
- 3 - Lynx Mobile Mapper posizionato su carro ferroviario

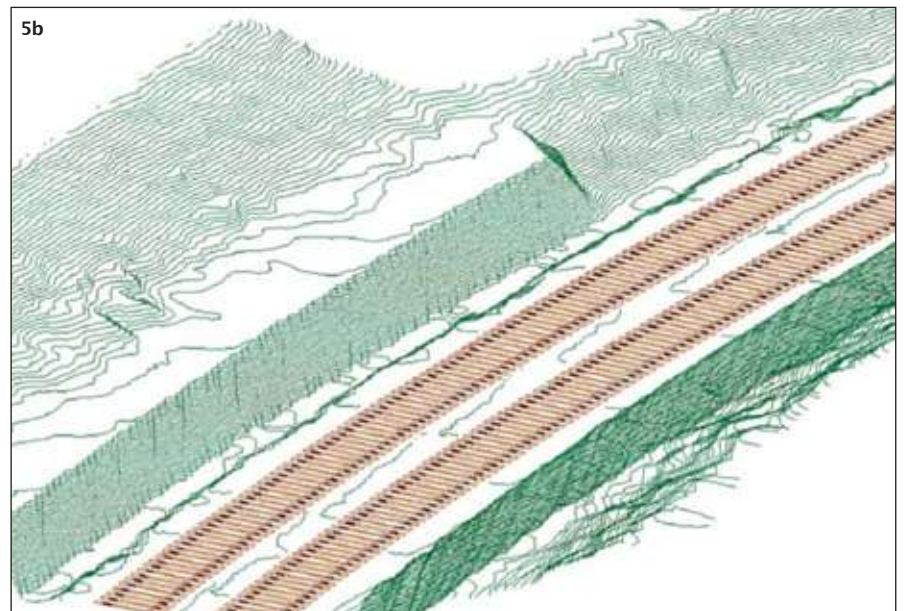
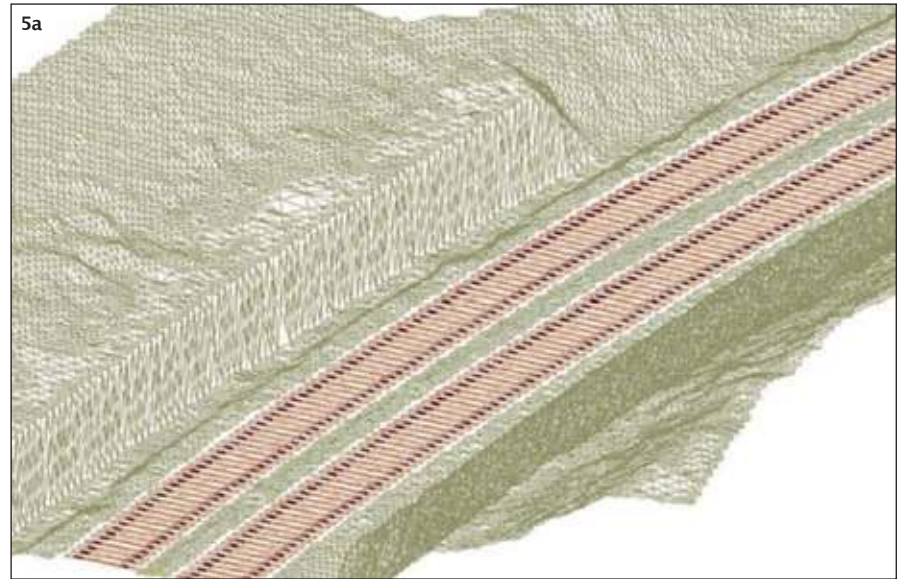
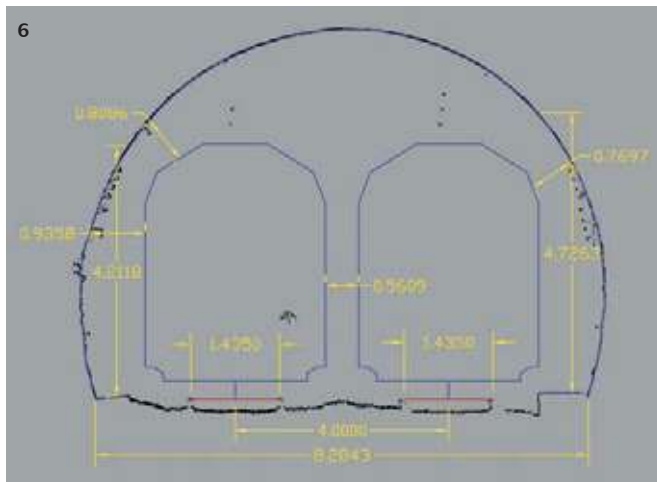
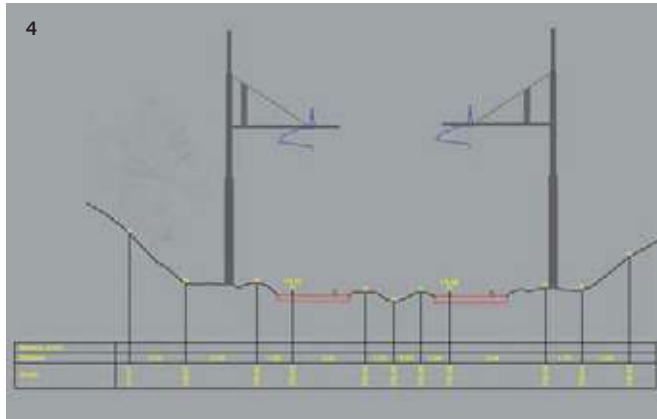
#### 1 - Survey Location

- 2 - Example of images "converted" into 3D point clouds
- 3 - Lynx Mobile Mapper installed on a railway wagon



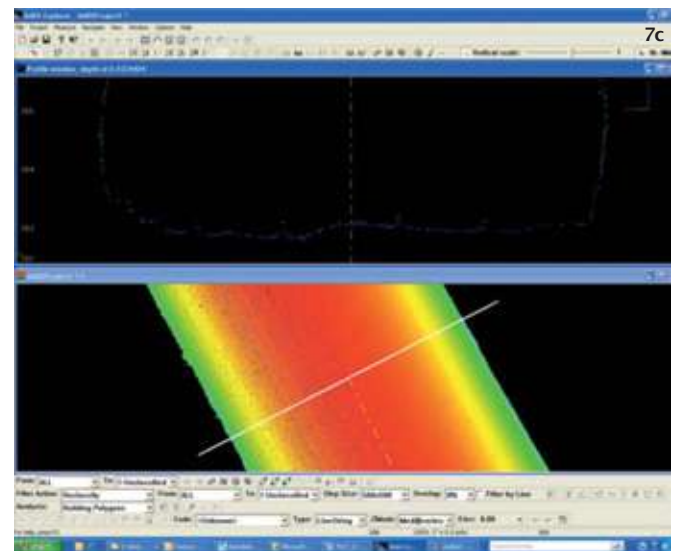
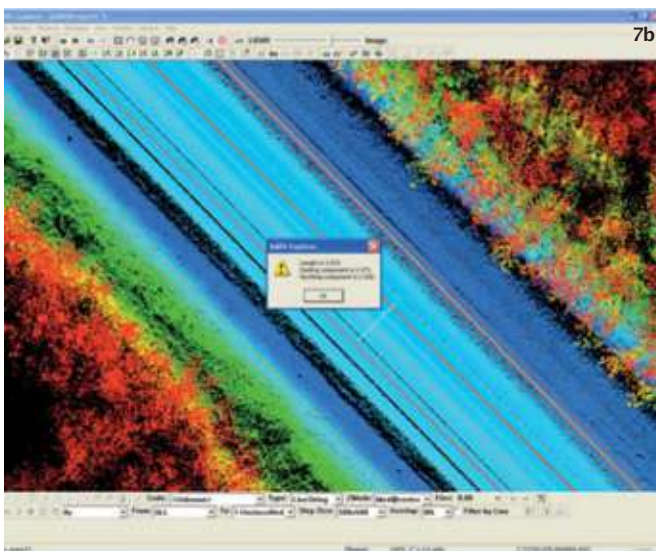
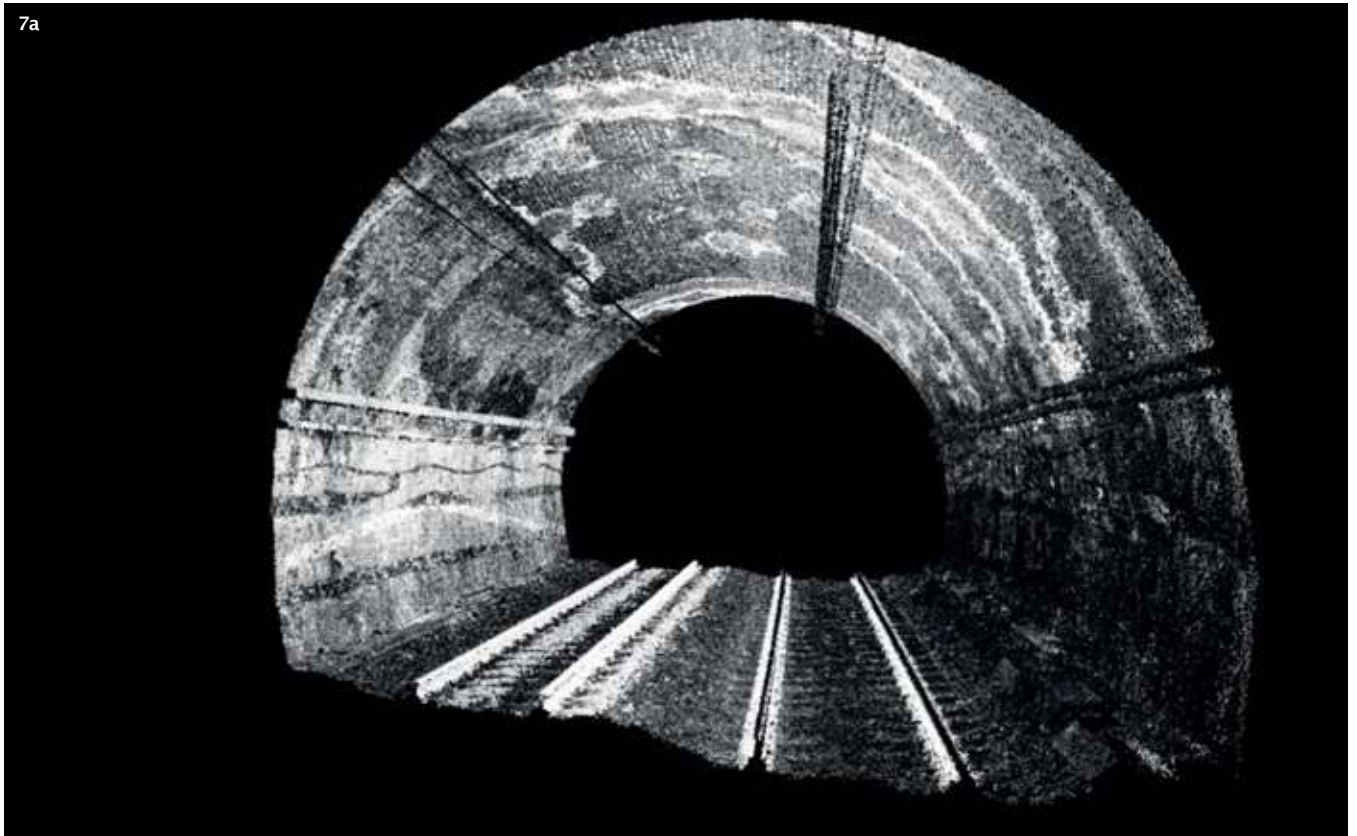
## LINEA ROMA-FIRENZE

### ROMA-FIRENZE RAILWAY



- 4 - Estrazione sezione trasversale quotata
- 5 - Planimetria di dettaglio con rappresentazione 3D dei binari a maglia triangolare e a curve di livello
- 6 - Esempio di sezione trasversale con sagoma
- 7 - Nuvole di punti : alcuni esempi di visualizzazione

- 4 - Extraction of transversal section
- 5 - Detailed planimetry with 3D representation of tracks with triangular mesh and contour lines
- 6 - Example of cross sections with loading gauge
- 7 - Point Clouds: examples of visualisation



## FERROVIA "PORRETTANA"

### "PORRETTANA" RAILWAY

<b>Servizio:</b> Monitoraggio strutturale delle gallerie
<b>Settori:</b> n n
<b>Committente:</b> Rete Ferroviaria Italiana SpA
<b>Opera:</b> Galleria Pian di Casale-Linea ferroviaria "Porrettana" Bologna-Pistoia
<b>Anno:</b> 2014

#### Descrizione

Sineco, su incarico di Rete Ferroviaria Italiana, ha effettuato il rilievo visivo, termografico e profilometrico all'interno della galleria Pian di Casale sulla tratta Bologna-Pistoia - nota come ferrovia "Porrettana" - per uno sviluppo totale di 2.621,54 m. Per l'esecuzione del rilievo è stata impiegata la strumentazione a raggio laser e infrarossi denominata Tunnel Scanner System TSS 360. Il rilievo si è svolto percorrendo la galleria a una velocità di circa 3,5 km/h senza soluzione di continuità. L'acquisizione dei dati, per la ricostruzione dell'immagine fotografica dell'interno della galleria, è stata eseguita con risoluzione pari a 5.000 pixel per singola rivoluzione in modo da permettere il riconoscimento di ogni minimo particolare, sia del rivestimento sia dei servizi installati, con altissimo dettaglio. Contemporaneamente al rilievo fotografico, è stato condotto il rilievo profilometrico, ovvero l'acquisizione dei dati geometrici necessari alla ricostruzione delle sezioni trasversali dell'opera. Infine, la strumentazione utilizzata ha permesso di realizzare una mappa termografica, tramite termocamera a infrarossi, dell'intero paramento del fornice. La termografia, come noto, consiste nella rilevazione delle radiazioni infrarosse emesse dai corpi in misura differente a seconda della loro temperatura e del loro valore di emissività, consentendo di evidenziare le zone del paramento soggette a infiltrazioni d'acqua. I risultati sono stati posti a confronto con i dati ricavati con la medesima tecnologia dal precedente rilievo eseguito nel 2010, permettendo di valutare le zone in cui le fenomenologie di degrado si mantenevano stabili ed entro limiti di accettabilità, da quelle in cui l'evoluzione temporale dello stato conservativo della struttura risultava significativa e, conseguentemente, tale da prevedere specifiche azioni manutentive. La "Porrettana" rientra tra le linee ferroviarie storiche del nostro Paese (l'ultimo tratto fu inaugurato nel 1864) e vanta la primogenitura dell'attraversamento dell'Appennino su rotaia.

- 1 - Rilievo fotografico comparativo 2010-2014
- 2 - Rilievo fotografico comparativo degli impianti 2010-2014
- 3 - Rilievo fotografico e profilometrico 2014
- 4 - Sezione trasversale 2014
- 5 - Dall'archivio storico della linea: autorità in visita al cantiere della Porrettana (1863)
- 6 - La stazione di Porretta Terme

<b>Service:</b> Structural Monitoring of Tunnels
<b>Sectors:</b> n n
<b>Client:</b> Rete Ferroviaria Italiana SpA
<b>Infrastructure:</b> Pian di Casale Tunnel - "Porrettana" Railway
<b>Year:</b> 2014

#### Description

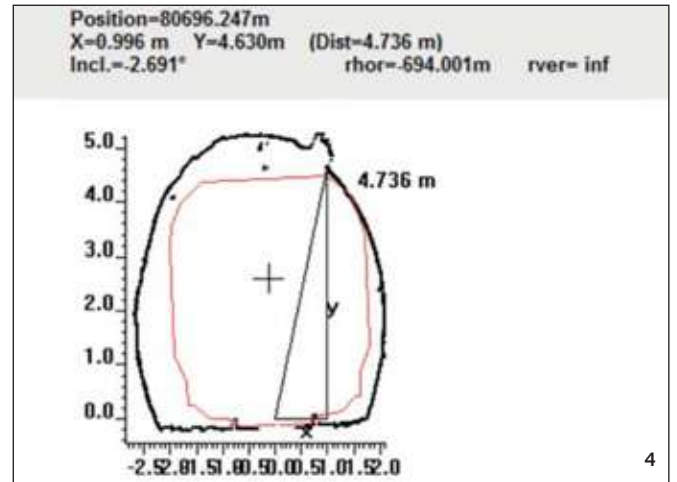
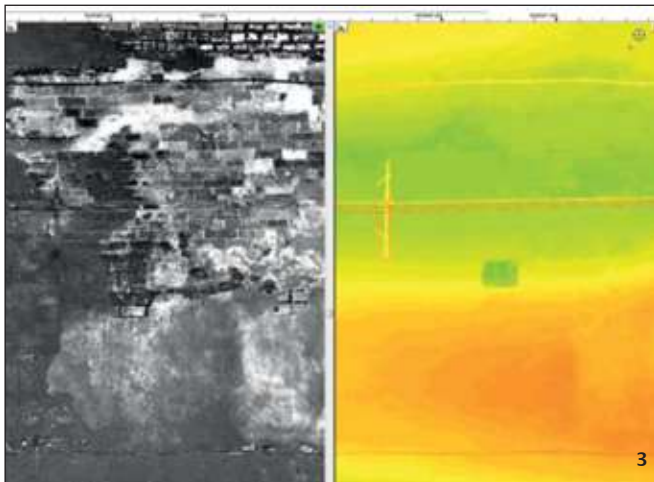
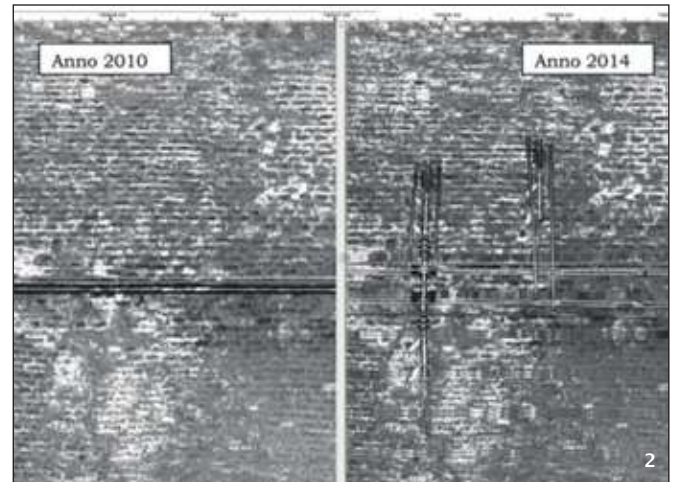
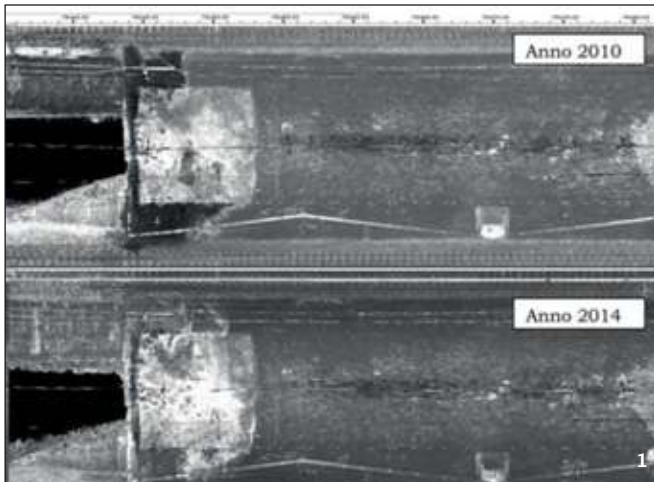
Sineco, on behalf of the Rete Ferroviaria Italiana SpA, carried out a photographic, thermographic and profilometric survey inside the Pian di Casale tunnel on the Bologna-Pistoia railroad - known as "Porrettana" - for a total length of 2,621.54 m. For the execution of the survey Sineco used a laser and infrared instrumentation called Tunnel Scanner System TS 360. The survey was seamlessly conducted along the tunnel at a speed of about 3.5 km/h. Data acquisition, for the reconstruction of the tunnel interior photographic image, has been performed with a resolution of 5,000 pixels per single revolution so as to permit the accurate recognition of every detail, both of the coating and of installed services. Simultaneously to the photographic survey was conducted the profilometric survey, as saying the acquisition of geometrical data necessary for the reconstruction of the cross sections of the work. Finally, the technology has enabled to realize a thermographic map, via infrared camera, facing the whole of the tunnel. The thermography, as known, consists in the detection of infrared radiations emitted by bodies to a different extent depending on their temperature and their value of emissivity, thus permitting to highlight facing areas subject to water infiltration. Results were compared with the data obtained with the same technology in the previous survey performed in 2010, allowing to evaluate the areas where the degradation phenomena remained stable and within acceptable limits, from those where the temporal evolution of the conservation status of the structure was significant and, consequently, such as to provide specific maintenance actions. The "Porrettana" is part of the historic railway lines in our country (the last stretch was inaugurated in 1864) and has a birthright: the first railway line to cross the Apennines rail (well before the "Direttissima" or "High Speed").

- 1 - Comparative Photographic survey (2010-2014)
- 2 - Comparative Photographic survey of installations (2010-2014)
- 3 - Photographic and profilometric survey (2014)
- 4 - Cross section (2014)
- 5 - From the historical rail registry: Authorities at the construction site of Porrettana (1863)
- 6 - The station of Porretta Terme

#### Settori / Sectors

- n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys
- n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring





	180 / 183	CENTRO STORICO E VIABILITÀ DI BRESCIA
	184 / 187	IV MIGLIO, VIA APPIA ANTICA (ROMA)
	188 / 191	ORATORIO SAN BIAGIO IN ROSSATE
	180 / 183	<i>OLD CITY CENTRE AND TRAFFIC FLOW OF BRESCIA</i>
	184 / 187	<i>4<sup>TH</sup> MILE –VIA APPIA ANTICA (ROMA)</i>
	188 / 191	<i>ORATORY OF SAN BIAGIO IN ROSSATE</i>

# BENI ARCHITETTONICI MONUMENTALI ARCHITECTURAL AND HISTORIC MONUMENTS

## Settori / Sectors

- Ingegneria  
Engineering
- Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections
- Lab. prove materiali  
Material test laboratory
- Rilievi a rendimento  
High-yield surveys
- Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys
- Monitoraggio strutture  
Structure monitoring
- Monitoraggio ambientale  
Environmental monitoring

## CENTRO STORICO E VIABILITÀ DI BRESCIA

### OLD CITY CENTRE AND TRAFFIC FLOW OF BRESCIA

<b>Servizio:</b> Rilievi geometrici/topografici
<b>Settore:</b> n
<b>Committente:</b> Comuni di Brescia
<b>Opera:</b> Centro storico di Brescia e viabilità extraurbana
<b>Anno:</b> 2010

#### Descrizione

Dal centro alla periferia, dai monumenti storici alle infrastrutture viarie. Un esempio di impiego di metodologie innovative per il rilevamento del territorio, in grado di proporre alla committenza una vera e propria attività di “city modeling” in tre dimensioni, ha riguardato nel 2010 il centro storico e la viabilità extraurbana di Brescia, l’antica Brixia rifondata dai Romani nell’89 a.C. su un precedente insediamento gallico. I rilievi ad “alto rendimento”, così definiti in relazione alla loro capacità di acquisire grandi quantità di dati, in maniera rapida e precisa, sono stati eseguiti da Sineco utilizzando la strumentazione “Laser Mobile Mapper” Lynx, che ha rilevato circa 12 km di rete stradale in un tempo di poco più di 60 minuti. Il numero di punti acquisiti sono stati oltre 800 milioni, ognuno dei quali georiferiti in coordinate WGS84. Sotto la “lente” anche alcuni tra i principali monumenti storici bresciani come il Teatro Romano, il Tempio Capitolino, la Basilica Romana e la Torre d’Ercole. Le elaborazioni in 3D sono state realizzate utilizzando software dedicati al trattamento di questa tipologia di dato, quali il software JRC 3D Reconstructor ma anche altri prodotti disponibili sul mercato. Tra i benefici di questo genere di rilievo:

- alta produttività e possibilità di intervenire anche su porzioni limitate di territorio;
- completezza del rilievo (non solo la sede stradale ma anche le sue fasce laterali e le opere d’arte adiacenti);
- elevata densità dei punti e quindi possibilità di applicare algoritmi di estrazione automatica degli attributi lineari;
- possibilità di ricavare dati topografici per la progettazione, modelli digitali, piani quotati, eccetera;
- elevata precisione nella misurazione geometrica degli attributi stradali e delle opere d’arte.

- 1 Modalità di scansione
- 2 Percorsi Centro-Fiera di Brescia
- 3 Esempio di misurazioni di distanze
- 4 Esempio di misurazione larghezza di una strada

Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

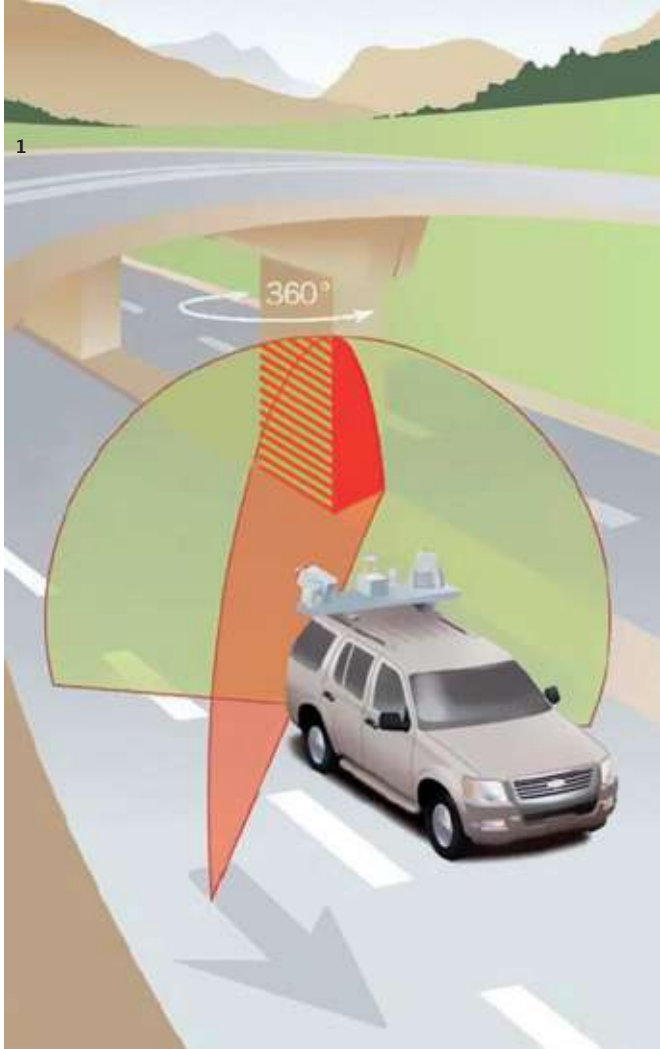
<b>Service:</b> Geometric and topographic Surveys
<b>Sector:</b> n
<b>Client:</b> Municipality of Brescia
<b>Infrastructure:</b> City Center of Brescia and suburban traffic flow
<b>Year:</b> 2010

#### Description

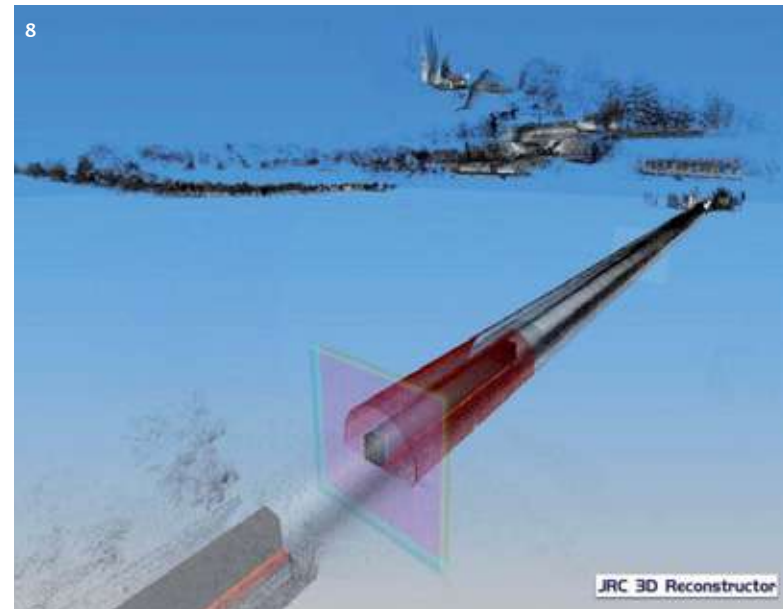
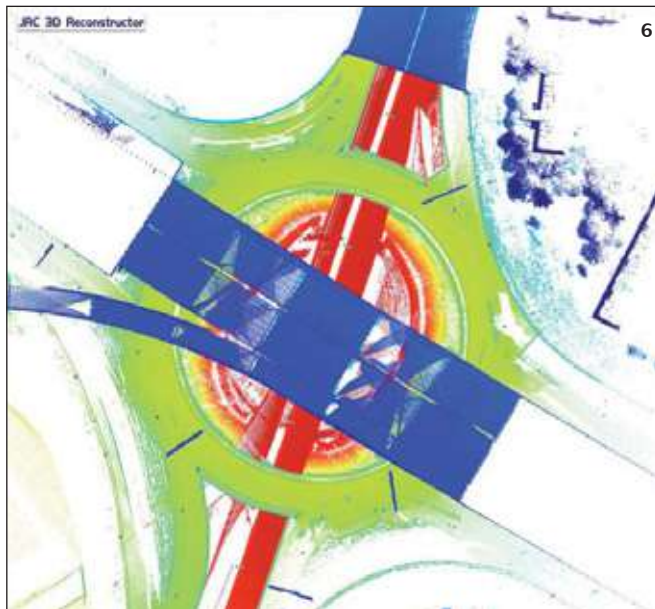
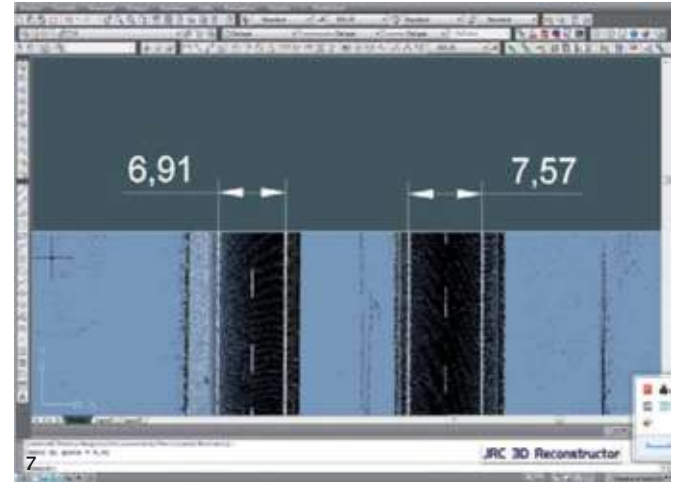
From the center to the suburbs, from historical monuments to roads. An example of the use of innovative methods for territory detection – able to offer the Client a real activity of 3D “city modeling” – involved in 2010 the old city center and the suburban road network of Brescia, the ancient Brixia re-founded by the Romans in 89 BC on a previous Gallic settlement. The high-yield surveys, defined by their ability to rapidly and precisely acquire large amounts of data, were carried out by Sineco using the Lynx Mobile Laser Mapper, which has detected about 12 Km of road network in little more than 60 minutes. The number of points acquired was over 800 million, each one geo-referenced with WGS84 coordinates. Under the “lens”, even some of the main historical monuments of Brescia as the Roman Theater, the Temple Capitoline, the Roman Basilica and the Tower of Hercules. 3D Processing was made using software specific for the treatment of this type of data, such as JRC 3D Reconstructor but also other products available on the market. Some benefits of this kind of survey:

- high productivity and ability to intervene on limited portions of territory;
- survey Completeness (not only roadways but also side bands and adjacent artwork);
- high density of points and therefore the possibility of applying algorithms for the automatic extraction of linear features;
- option of topographic data for design, digital models, xyz drawings, etc;
- high accuracy in the measurement of the geometric road features and works of art.

- 1 Scan procedure
- 2 Centro-Fiera – route of Brescia
- 3 Example of Distance measuring
- 4 Example of Street width measuring



## CENTRO STORICO E VIABILITÀ DI BRESCIA OLD CITY CENTRE AND TRAFFIC FLOW OF BRESCIA



Beni Architettonici e Monumentali  
Architectural and Historic Monuments

- 5 - Particolare rotatoria su più livelli della Tangenziale Ovest
- 6 - Vista ortografica dall'alto in pseudocolor (colori in funzione della quota)
- 7 - Tangenziale Ovest: pianta importata in automatico come immagine in dimensioni reali in ambiente CAD
- 8 - Scansione galleria Tito Speri e percorso Castello di Brescia (tunnel inspection)

- 5 - Detail of the Multi-level roundabout in Tangenziale Ovest
- 6 - Aerial orthographic view in pseudocolor (colours depending on height)
- 7 - Tangenziale Ovest: plan automatically uploaded as a full-size CAD image
- 8 - Scan of the Tito Speri tunnel and the Castello di Brescia route (tunnel inspection)



- 9 – Viaggio nella Brescia antica in nuvole di punti: TempioCapitolino
- 10 – Vista prospettica di Piazza Duomo
- 11 – Torre d'Ercole
- 12 – Elaborazione 3D della Torre d'Ercole

- 9 – Journey in the ancient Brescia with point clouds: TempioCapitolino
- 10 – Perspectival view of Piazza Duomo
- 11 – Torre d'Ercole
- 12 – 3D elaboration of Torre d'Ercole

## IV MIGLIO, VIA APPIA ANTICA (ROMA)

4<sup>TH</sup> MILE – VIA APPIA ANTICA (ROMA)

**Servizio:** Rilievi geometrici/topografici

**Settore:** n

**Committente:** Ministero per i Beni e le Attività culturali –  
Soprintendenza per i Beni Archeologici di Roma

**Opera:** IV Miglio della Via Appia Antica

**Anno:** 2010

### Descrizione

L'occhio dell'alta tecnologia contemporanea è andato a "curiosare" nel passato, fotografando come non mai era stato fatto un pezzo della nostra storia antica, nonché della tecnica costruttiva stradale più efficace di sempre: quella dei Romani. Nel 2010 Sineco ha effettuato un rilievo laser scanner dinamico, con la strumentazione Lynx Mobile Mapper, del IV miglio della Via Appia Antica, la "Regina Viarum" del sistema stradale romano, dalla carreggiata di larghezza pari a 14 piedi romani (4,10 m) e ai margini due marciapiedi in ghiaia compattata, larghi circa 3 m per una larghezza totale della piattaforma stradale di circa 10 m. Alcune caratteristiche riconoscibili dell'arteria: un tracciato planimetrico in prevalenza rettilineo, la configurazione della piattaforma carrabile a doppia falda in modo da agevolare il drenaggio delle acque, la presenza di cordoli laterali, cippi e colonne per l'indicazione del miglio, uno strato di completamento realizzato in elementi in pietra squadrati di basalto.

Il "Lynx", per tutelare al massimo questa strada-museo, ha proceduto a una velocità di circa 20 km/h acquisendo 52 milioni di punti a fronte di un rilievo durato solo 3 minuti. La nuvola di punti georiferiti (x,y,z) così ottenuta, ad altissima risoluzione, ha consentito una facile identificazione di oggetti quali strutture, piste, cippi, epigrafi, pali, perimetri di edifici, così come ha permesso di individuare e posizionare in maniera univoca ogni elemento costituente il "Basolato". Un autentico database archeologico tridimensionale, insomma, costruito rapidamente ed agevolmente, che si presta a molteplici applicazioni, partendo dal presupposto che la documentazione e l'archiviazione dello stato di fatto di un monumento sono prerequisiti essenziali a un suo eventuale futuro intervento conservativo o di ripristino.

- 1 - Un tratto della Via Appia Antica
- 2 - Dettaglio del basolato sotto forma di nuvola di punti
- 3 - Insegna della "Regina Viarum"
- 4 - Via Appia a Casal Rotondo

Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

**Service:** Geometric and topographic Surveys

**Sector:** n

**Client:** Ministry of Cultural Heritage and Activities and Tourism –  
Superintendency for the Archeological Heritage of Rome

**Infrastructure:** The IV Mile of the Via Appia Antica

**Year:** 2010

### Description

The modern high-tech eye went to "take a look" into the past and photographed for the first time a piece of our ancient history, as well as the most efficient road construction technique: the Romans'.

In 2010 Sineco conducted a dynamic laser scanner survey, with the Lynx Mobile Mapper, on the fourth mile of the Via Appia Antica, the "Regina Viarum" of the Roman road system, a carriageway with a width of 14 Roman feet (4.10 m) and two sidewalks made of compacted gravel, with a width of about 3 m, for a total road platform width of approximately 10 m.

Some recognizable features of arterial road: a mainly-straight planimetric layout; a double-pitched vehicle-accessible road configuration to facilitate water drainage; the presence of lateral curbs, milestones and columns to identify the miles; a final layer made of basalt stone squared elements.

To protect at best this "museum", the "Lynx" proceeded at a speed of about 20 km/h acquiring 52 million of points in a survey lasted only three minutes.

The accurate obtained xyz geo-referenced point cloud permitted to easily identify elements such as structures, slopes, milestones, inscriptions, poles, building perimeters, as well as to uniquely identify and locate each constituting "basalt" element.

An authentic archaeological 3D database, in short, quickly and easily built, suitable for several applications, assuming that the documentation and archiving of the monument actual state are fundamental prerequisites to a possible conservation or restoration work in the future.

- 1 - Stretch of the Via Appia Antica
- 2 - "Basolato" detail in point clouds
- 3 - "Regina Viarum" sign
- 4 - Via Appia in Casal Rotondo

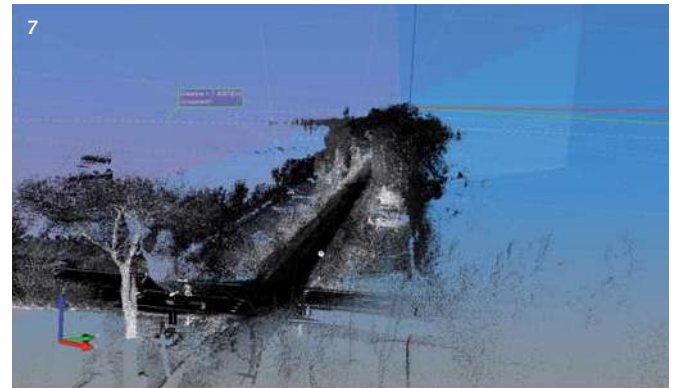
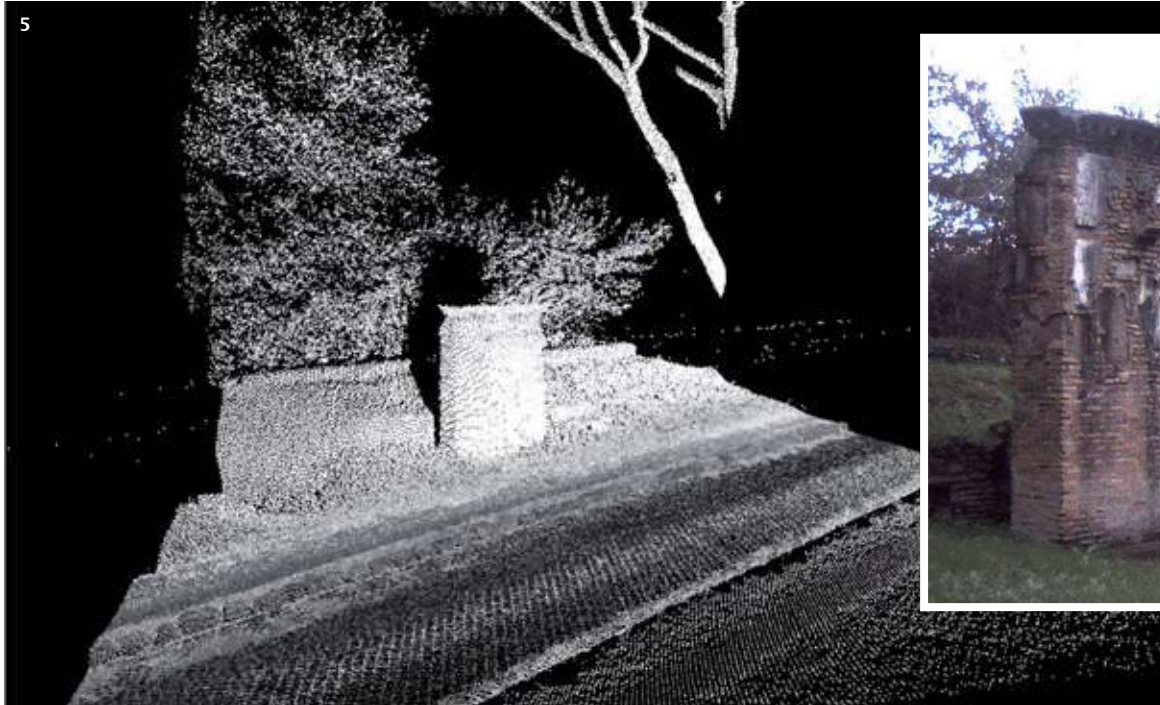




## IV MIGLIO, VIA APPIA ANTICA (ROMA)

4<sup>TH</sup> MILE -VIAAPPIA ANTICA (ROMA)

### Beni Architettonici e Monumentali Architectural and Historic Monuments



5 - Tomba di Ilario Fusco

6 - Sepolcro di Seneca

7 - Ricostruzione in 3D dell'incrocio tra Via di TorCarbone e Via Erode Antico

8 - Ricostruzione in 3D della Tomba del Frontespizio e del Sepolcro dei Festoni

9 - Casal Rotondo: sezione stradale (IV miglio)

10 - Appia Antica e campagna romana in una fotografia del 1890  
(Foto Anderson)

5 - Ilario Fusco's grave

6 - Seneca's sepulchre

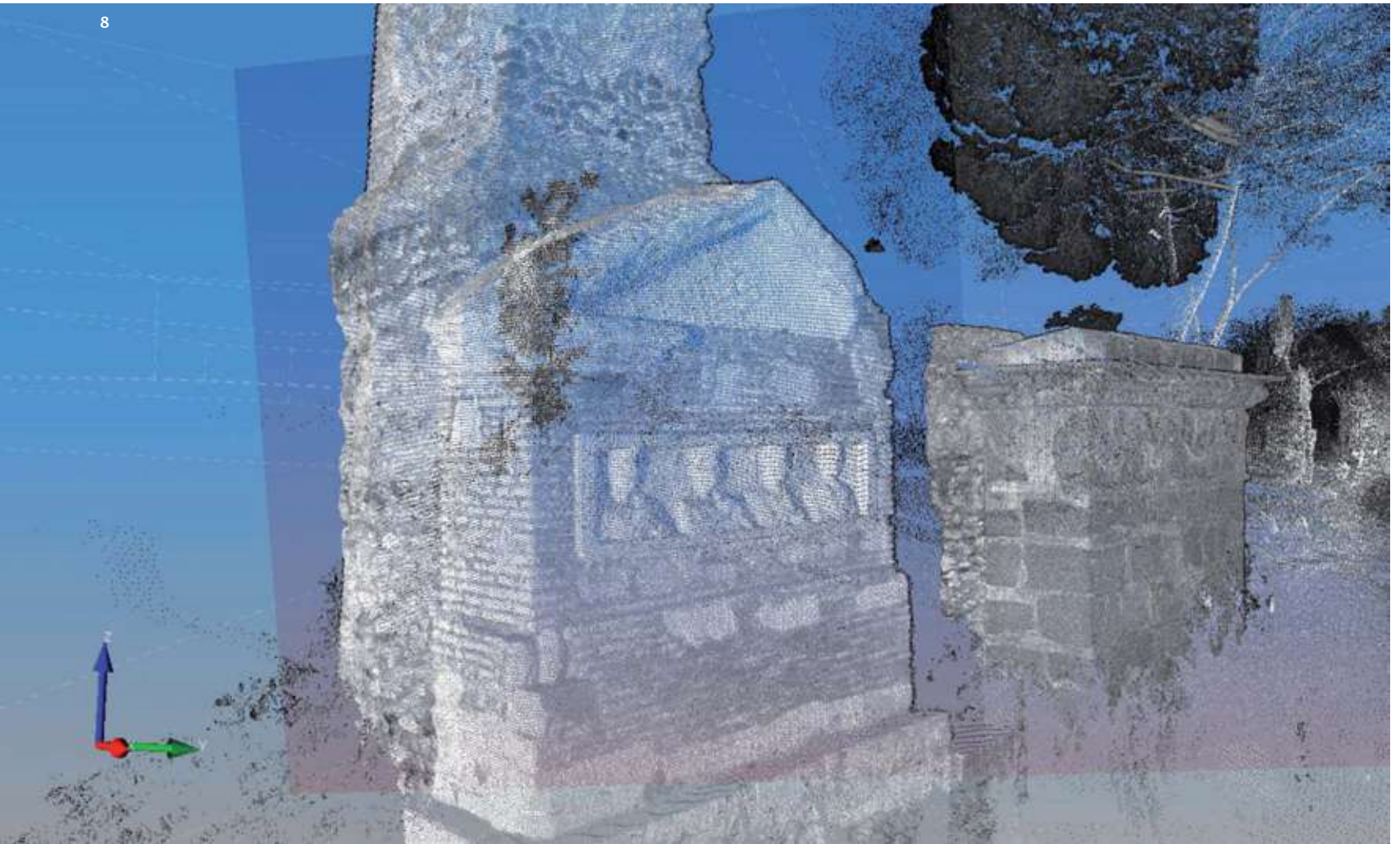
7 - 3D Reconstruction of the crossing of TorCarbone and "Via Erode Antico"

8 - 3D Reconstruction of the "Tomba del Frontespizio" and  
"Sepolcro dei Festoni"

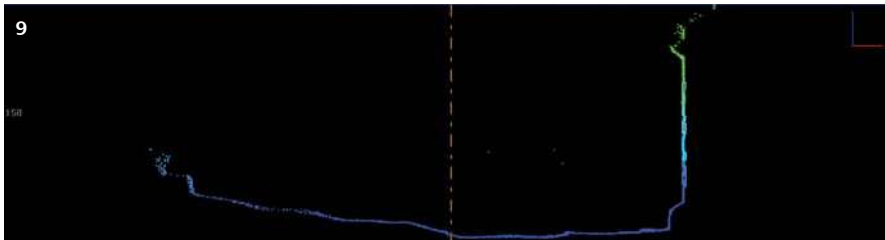
9 - Casal Rotondo: street section (5th Mile)

10 - Appia Antica and Roman countryside (Photograph by Anderson, 1890)

8



9



10



## ORATORIO SAN BIAGIO IN ROSSATE

### ORATORY OF SAN BIAGIO IN ROSSATE

**Servizio:** Rilievi geometrici/topografici

**Settore:** n

**Committente:** Sina SpA

**Opera:** Oratorio San Biagio in Rossate (Comazzo)  
in prossimità dell'autostrada A58 TEEM

**Anno:** 2013

**Service:** Geometric and topographic Surveys

**Sector:** n

**Client:** Sina SpA

**Infrastructure:** Oratory of San Biagio (Comazzo, Lodi)  
near the TEEM A58 Motorway

**Year:** 2013

#### Descrizione

Nel 2013 Sineco ha effettuato una campagna di rilievi laser scanner statici e dinamici collaborando con Sina in occasione dell'attività di monitoraggio ambientale, relativa alla componente paesaggistica, condotta durante le opere di realizzazione dell'autostrada A58 TEEM, la Tangenziale Est Esterna di Milano aperta parzialmente al traffico nel luglio 2014 (Arco TEEM) e in via definitiva nel maggio 2015 (Lotti Nord e Sud). Proprio in prossimità dell'asse autostradale realizzato nell'ambito dei lavori del Lotto Sud si trova l'Oratorio di San Biagio in Rossate, situato nel comune di Comazzo in provincia di Lodi. Si tratta di un antico edificio religioso rurale che dal punto di vista ecclesiastico dipende dalla parrocchia di Lavagna. La sua costruzione, risalente al tardo secolo XV, è di scuola bramantesca e l'edificio è annoverabile tra i gioielli dell'architettura religiosa lombarda. Sempre nel 2013, tra l'altro, grazie a un'iniziativa della concessionaria Tangenziale Esterna la diocesi di Lodi ha beneficiato di un cospicuo finanziamento destinato a un restauro conservativo della struttura e delle sue opere. Sineco, da parte sua, ha effettuato una serie di rilievi sia sulla parte esterna sia su quella interna. Per quanto riguarda l'esterno, è stato impiegato un veicolo laser scanner (LMM) che ha eseguito scansioni laser georiferite non solo dell'edificio, ma anche del contesto territoriale e infrastrutturale in cui è inserito. I vani interni, invece, sono stati oggetto di un rilievo con laser scanner statico. Questa specifica attività – significativa delle potenzialità delle tecnologie di rilievo per la tutela dei beni culturali, per esempio proprio in caso di cambiamento del contesto infra-

#### Description

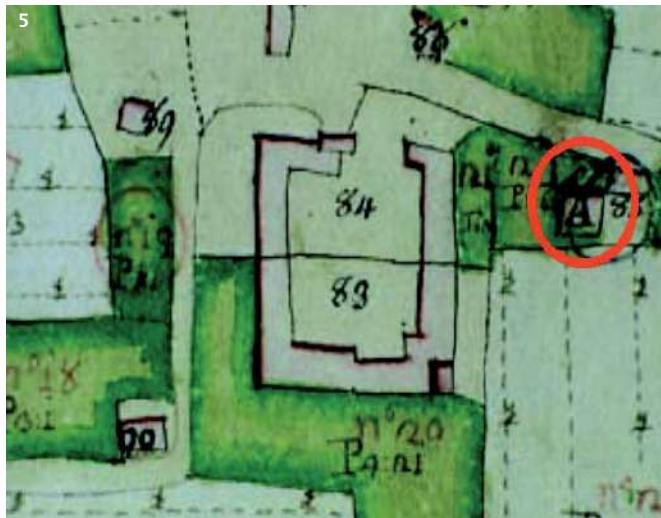
In 2013 Sineco carried out a series of surveys with static and dynamic laser scanners in collaboration with Sina during the activities of environmental monitoring of the landscape conducted for the realization of the TEEM A58 Motorway, the Tangenziale Est Esterna of Milan (the Arco TEEM section was partially opened to traffic in July 2014; the North and South Lots in May 2015). Near the motorway axis – built during the works on the South Lot – we find the Oratory of San Biagio in Rossate, located in the Municipality of Comazzo in the Province of Lodi. It is an ancient and rural religious building and, from an ecclesiastic point of view, part of the Parish of Lavagna. Built in the late 15th century and inspired by the Bramante school, the Oratory is included in the jewels of religious architecture of Lombardy. Moreover, in 2013, thanks to a project of the company managing the Tangenziale Esterna, the Parish of Lodi received an important financing for the conservative restoration of the building and its works of art. For its part, Sineco conducted a series of surveys both in the external and the internal areas. Externally, Sineco used the LMM laser scanner which performed geocoded laser surveys of the building, and of the surrounding territory and infrastructures. On the contrary, a static laser scanner was used to survey the internal rooms. This very activity – proof of the potential of survey technologies on the conservation of cultural heritage, e.g. in case of a development of the surrounding infrastructural context – permitted to obtain a noteworthy amount of data, such as geocoded point clouds of the Oratory and the environment. In conclusion, the technology of the future will be at

Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

- 1 - Rappresentazione in nuvole di punti: dall'A58 all'Oratorio
- 2 - Il complesso visto dall'alto
- 3 - Facciata esterna dell'edificio religioso
- 4 - Vista interna
- 5 - Planimetria catastale del 1720
- 6 - Localizzazione odierna

- 1 - Point cloud representation: from the A58 to the Oratory
- 2 - Aerial view of the complex
- 3 - External Façade of the religious building
- 4 - Internal view
- 5 - Planimetry in the Land Registry (1720)
- 6 - Current location



## ORATORIO SAN BIAGIO IN ROSSATE

ORATORY OF SAN BIAGIO IN ROSSATE

strutturale limitrofo –ha consentito di ottenere una notevole serie di dati, tra cui nuvole di punti georiferite dell'Oratorio e del suo contesto. L'ingegneri del futuro, insomma, al servizio della grande architettura del passato: lo prova il fatto che per gli esperti, le linee dell'Oratorio anticipano, per esempio, quelle di Santa Maria delle Grazie a Milano e di San Pietro in Vaticano.

the service of the great architecture of the past, which is proven by the fact that experts consider the survey of the Oratory as an anticipation of those of the Santa Maria delle Grazie Church in Milan and Saint Peter's Basilica in the Vatican.



7 - L'Oratorio di San Biagio in Rossate

8 - La struttura in nuvole di punti

9 - Un altro punto di vista, ancora in nuvole di punti, sull'edificio

10 - Dipinto prima e dopo il restauro e, tra le due fasi, a seguito del rilievo

11 - Particolari della cappella Nord: immagini e nuvole di punti

12 - Tra i benefici della campagna: acquisizione di geometrie complesse e dati cromatici

13 - Ancora due particolari in versione Point Cloud

14 - Dettagli del rilievo esterno

7 - The Oratory of San Biagio in Rossate

8 - The structure represented in Point Clouds

9 - Another point of view of the building in Point Clouds

10 - A drawing before and after reconstruction and between the two phases after the survey

11 - Details of the North Chapel: Images and Point Clouds

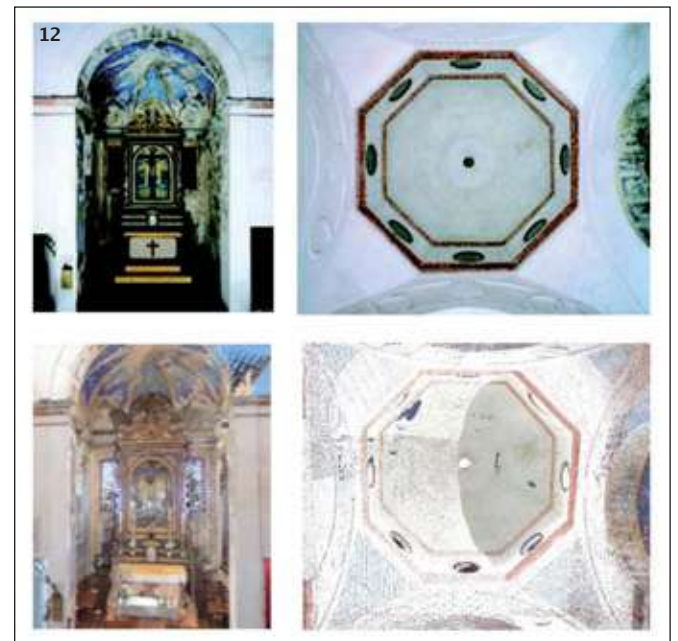
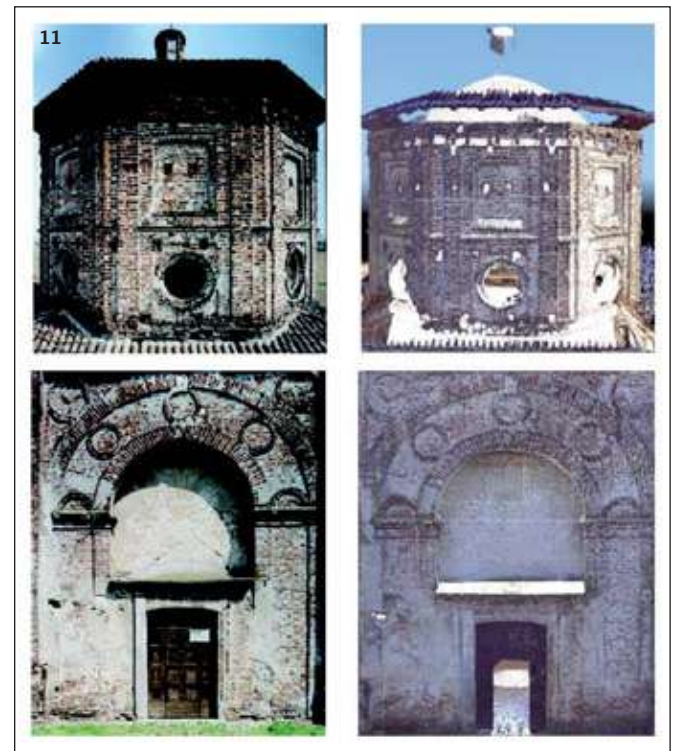
12 - Among the benefits of the campaign: the acquisition of complex geometries and chromatic data

13 - Further details in Point Cloud

14 - Details of the external survey



10



■ ■ ■	194 / 197	CAVE E CANTIERI, AUTOSTRADA A35
■	198 / 199	CANALE FOSSO VECCHIO, LUGO (RA)
■	200 / 201	CANALE DERIVATORE PREMADIO-VALGROSINA
■	202 / 203	AREA CENTRO COMMERCIALE, CARUGATE (MI)
■	204 / 205	AUTODROMO NAZIONALE DI MONZA
■ ■ ■	206 / 209	CONGLOMERATI BITUMINOSI ECOSOSTENIBILI
■	210 / 211	AUTODROMO DI BALOCCO (VC)

■ ■ ■	194 / 197	<i>QUARRIES AND CONSTRUCTION SITES -A35 MOTORWAY</i>
■	198 / 199	<i>"FOSSO VECCHIO" CANAL -LUGO, RAVENNA</i>
■	200 / 201	<i>PREMADIO -VALGROSINA OFFTAKE CANAL</i>
■	202 / 203	<i>SHOPPING CENTER AREA -CARUGATE, MILANO</i>
■	204 / 205	<i>NATIONAL CIRCUIT OF MONZA</i>
■ ■ ■	206 / 209	<i>SUSTAINABLE BITUMEN CONGLOMERATES</i>
■	210 / 211	<i>CIRCUIT OF BALOCCO (VERCELLI)</i>



# ALTRI SETTORI OTHER SECTORS

## Settori / Sectors

- n Ingegneria  
Engineering
- n Ispezioni opere d'arte  
Works of art inspections
- n Lab. prove materiali  
Material test laboratory
- n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys
- n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys
- n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring
- n Monitoraggio ambientale  
Environmental monitoring

## CAVE E CANTIERI, AUTOSTRADA A35 QUARRIES AND CONSTRUCTION SITES – A35 MOTORWAY

**Servizio:** Bilancio delle terre

**Settori:** n n

**Committente:** Metro Engineering Srl

**Opera:** Autostrada A35 Brebemi

**Anno:** 2010

**Sectors:** Land Analysis

**Sectors:** n n

**Client:** Metro Engineering Srl

**Infrastructure:** A35 “Brebemi” Motorway

**Year:** 2010

### Descrizione

Misurazioni accurate, ripetibili e quantitativamente rilevanti delle attività estrattive propedeutiche alla realizzazione del corpo stradale dell'autostrada A35 Brebemi, con l'obiettivo di mettere a disposizione della committenza un vero e proprio “bilancio delle terre” controllando, per esempio, la rispondenza tra i volumi estratti con quelli utilizzati e prevenendo l'eventuale approvvigionamento di materiali non autorizzati e dunque non idonei all'impiego, o potenzialmente inquinanti. È stato questo il compito di Sineco, svolto per conto di Metro Engineering preposta ai servizi di alta sorveglianza dell'intervento di realizzazione della nuova “direttissima” Brescia-Bergamo-Milano, aperta al traffico il 23 luglio 2014.

Il monitoraggio è stato eseguito, prevalentemente, con l'impiego della tecnologia “Laser Mobile Mapper”, ovvero attraverso il Lynx Mobile Mapper, lo strumento che Sineco, in partnership con la canadese Optech, ha sviluppato e introdotto in Italia nel 2008. Il “Lynx” consente di effettuare in modo rapido misure georiferite per mezzo di un sistema di navigazione POS LV 420 Applanix, con precisione paragonabile a quella topografica, alla frequenza di oltre 400.000 punti al secondo, ottenendo “nuvole di punti” laser 3D. Nel caso dell'A35 è stato impiegato per il monitoraggio di circa 62 km di arteria e di 3 siti estrattivi: le cave di Cassano d'Adda, Covo e Castrezzato. Tra gli ulteriori benefici della tecnica: maggiore accuratezza nel controllo dell'avanzamento lavori, e maggiore efficienza e produttività. Per le due cave, con presenza d'acqua, il rilievo Lynx è stato integrato con rilievi batimetrici del fondale. In generale, i risultati di un intervento di questo genere aprono la strada all'applicazione sistematica del laser scanner nell'ambito di progetti di recupero e ripristino ambientale.

### Description

Accurate, repeatable and quantitatively-relevant measurements of mining activities preliminary to the motorway A35 implementation of the road Brebemi, with the goal of providing the Client with a real “land balance” by checking, for example, the correspondence between the extracted volumes with the used ones and thus preventing any unauthorized procurement of materials and therefore not suitable for use or potentially polluting. This was the task of Sineco, on behalf of Metro Engineering in charge of the high-monitoring services during the implementation of the new “direct” Brescia-Bergamo-Milan motorway, opened to traffic on July 23rd, 2014.

The monitoring was mainly carried out with the use of terrestrial Laser Mobile Mapper technology, as saying the Lynx Mobile Mapper system that Sineco, in partnership with the Canadian Optech, developed and introduced in Italy in 2008. The “Lynx” permits quick georeferenced measures thanks to the 420 POS LV Applanix navigation system, with an accuracy comparable to the topographic one, at a frequency of over 400,000 points per second, obtaining clouds of 3D laser points.

In the A35 case, it was used for the monitoring of about 62 km of motorway road and 3 mining sites: the quarries of Cassano d'Adda, Covo and Castrezzato.

Additional benefits of this technology: more accuracy when controlling the progress of work, and increased efficiency and productivity.

For the two mining sites where water was found, the Lynx survey has been integrated with seabed bathymetric surveys. In general, the results of this kind of intervention lead the way to a systematic application of laser scanning as part of renovation projects and environmental restoration.

#### Settori / Sectors

- n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys
- n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

- 1 - Lynx Mobile Mapper
- 2 - Viabilità sistema Brebemi in cantiere
- 3 - Ubicazione delle tre cave

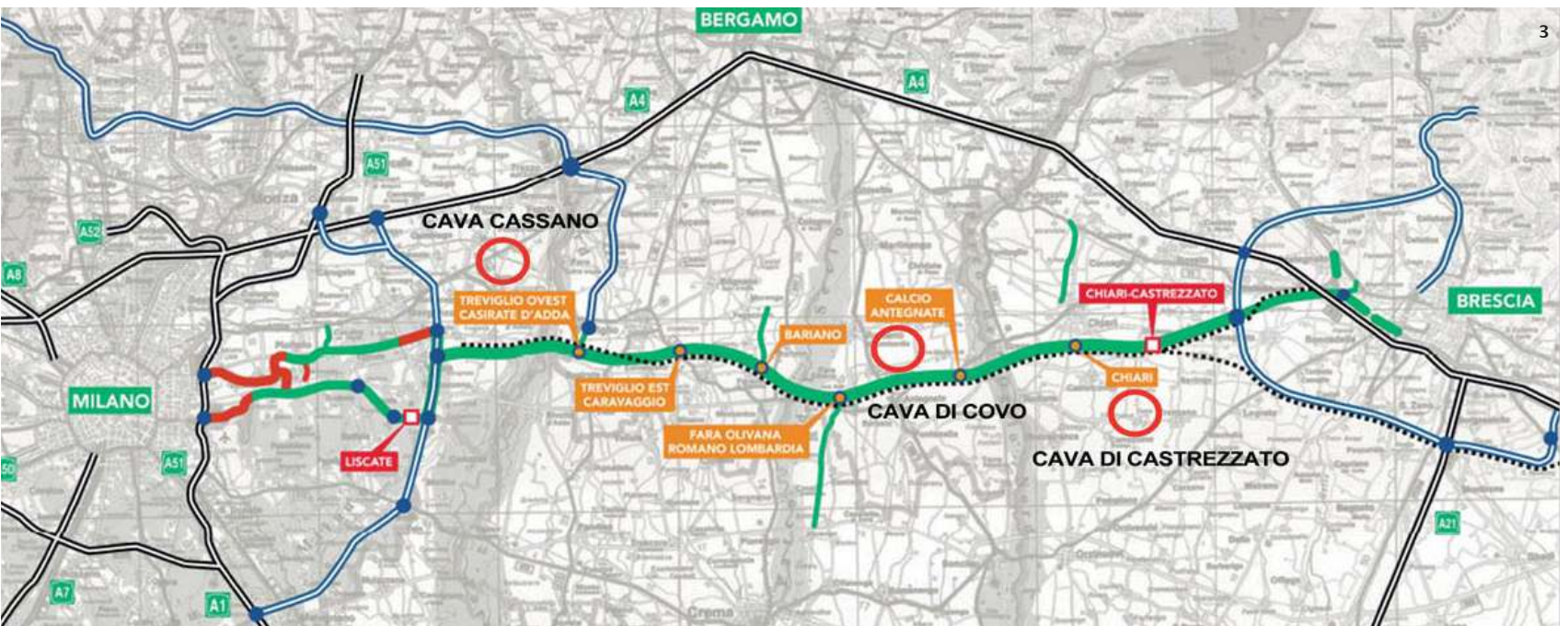
- 1 - Lynx Mobile Mapper
- 2 - Brebemi was open to traffic in July 2014
- 3 - Quarries location



1

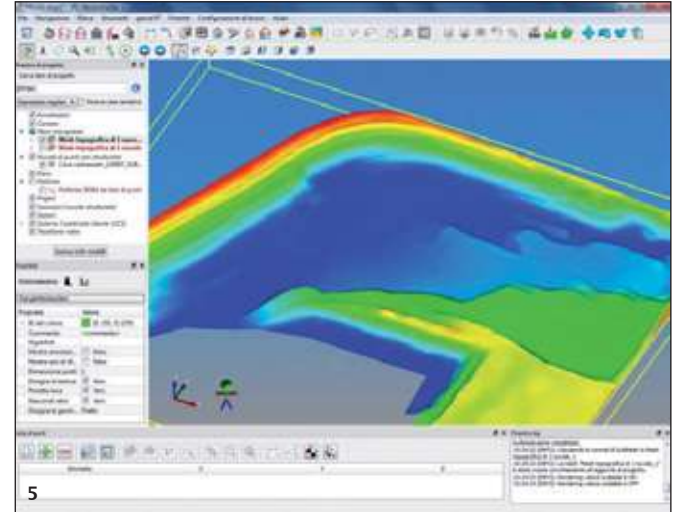
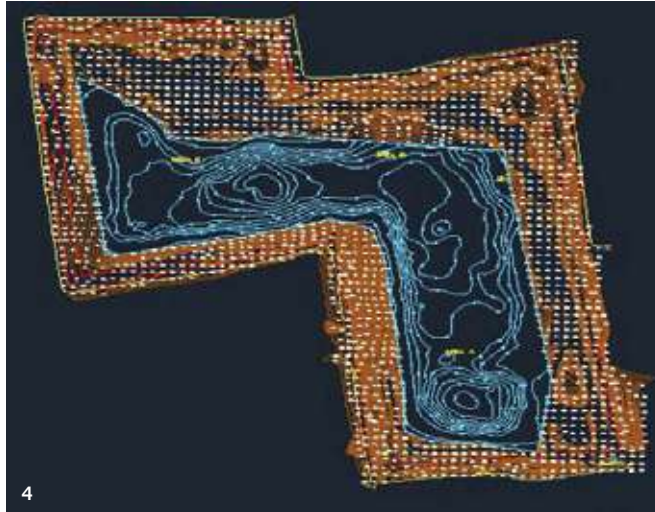


2



3

CAVE E CANTIERI, AUTOSTRADA A35  
 QUARRIES AND CONSTRUCTION SITES - A35 MOTORWAY



Altri Settori / Other Sectors

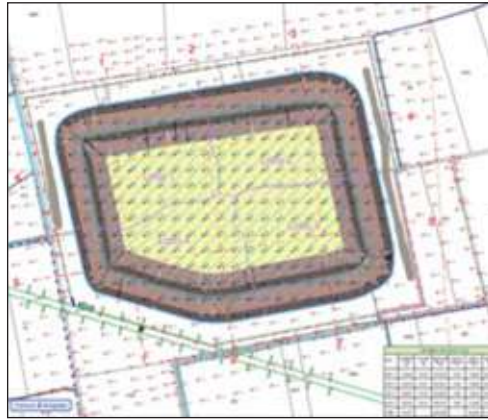
- 4 - Cava di Cassano: evoluzione delle attività di scavo
- 5 - Post-processing
- 6 - Attività estrattiva
- 7 - Risultati del monitoraggio delle cave (luglio 2013)
- 8 - Cava "tradotta" in nuvole di punti
- 9 - Tratto autostradale prima dell'apertura

- 4 - Quarry in Cassano: development of digging activities
- 5 - Post-processing
- 6 - Quarrying operation
- 7 - Quarry Monitoring results (July 2013)
- 8 - Mine "converted" into point clouds
- 9 - Motorway section before opening

7



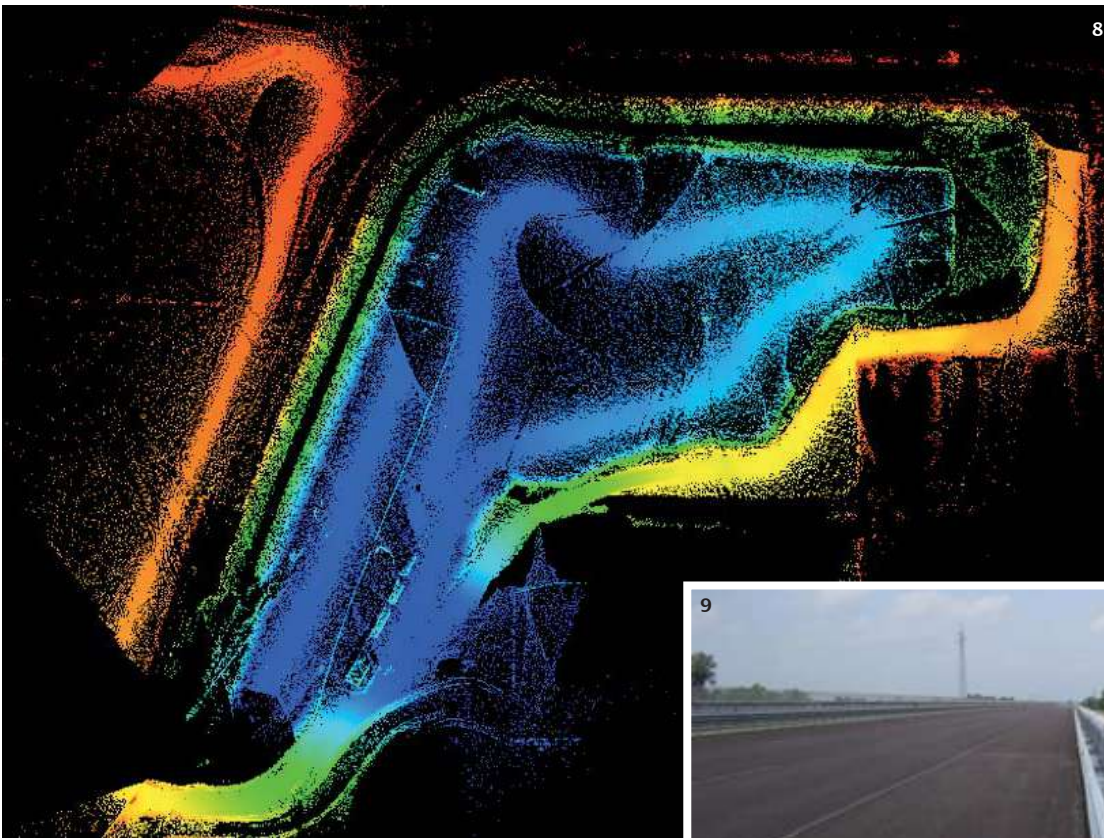
Cassano d'Adda (1.696.200 m<sup>2</sup>)



Covo (1.358.400 m<sup>2</sup>)



Castrezzato (531.200 m<sup>2</sup>)



9



© leStrade



## CANALE FOSSO VECCHIO, LUGO (RA)

### “FOSSO VECCHIO” CANAL –LUGO, RAVENNA

<b>Servizio:</b> Controlli geometrici sezione idraulica
<b>Settore:</b> n
<b>Committente:</b> Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale
<b>Opera:</b> Canale Fosso Vecchio, Bagnacavallo, provinciadi Ravenna
<b>Anno:</b> 2010

#### Descrizione

Nel 2010 Sineco ha condotto, su incarico del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, una campagna di rilievi ad alto rendimento con laser scanner dinamico Lynx Mobile Mapper, tecnologia sviluppata da Sineco in collaborazione con la canadese Optech, leader nella produzione di sistemi laser. Lo scopo del rilievo è stato la produzione di un modello digitale del terreno che costituisce l'alveo del canale "Fosso Vecchio", a Bagnacavallo (Ravenna). Il rilievo è stato eseguito percorrendo la sommità arginale, in destra ed in sinistra, e rilevando l'alveo del canale per 60 km complessivi, ad una velocità costante di circa 20 km/h. I dati sono stati quindi sottoposti ad elaborazione utilizzando specifiche utilities di calcolo. In particolare, si è proceduto tramite il software POS-PAC della Applanix alla ricostruzione della traiettoria georiferita (SBET) percorsa dal veicolo dalla quale quindi, noti i parametri di calibrazione del sistema laser, si è proceduto alla georeferenziazione della nuvola di punti laser. Le "Point Clouds" georiferite sono state successivamente trattate con routine di elaborazione, alcune messe a punto direttamente da Sineco, per estrarre i prodotti richiesti dal cliente, ovvero un modello digitale del terreno e una rappresentazione plano altimetrica a curve di livello.

Su richiesta del cliente, sono state anche fornite le nuvole di punti laser 3D, suddivise per comodità di gestione in 49 file di tipo "las", e relativo quadro di unione in modo da poter consultare, di volta in volta, tramite uno specifico viewer la porzione di nuvola di interesse.

- 1 - Canale Fosso Vecchio
- 2 - Nuvola di punti con rappresentazione dell'intensità luminosa
- 3 - Nuvola di punti con rappresentazione monocromatica
- 4 - Modello digitale del terreno con curve di livello
- 5 - Rappresentazione del terreno in mesh 3D
- 6 - Rappresentazione a curve di livello

<b>Service:</b> Geometric Tests on the hydraulic section
<b>Sector:</b> n
<b>Client:</b> Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale
<b>Infrastructure:</b> Fosso Vecchio Canal –Bagnacavallo (Ravenna, Italy)
<b>Year:</b> 2010

#### Description

For the "Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale", in 2010 Sineco conducted a survey campaign with the high-yield dynamic laser scanner Lynx Mobile Mapper, a technology developed by Sineco in collaboration with the Canadian company Optech, a leading manufacturer of laser systems.

The purpose of the survey was the production of a digital model of the soil forming the bed of the "Fosso Vecchio" canal in the locality of Bagnacavallo (Ravenna, Italy).

The survey was conducted along the top of the embankment, on its right or left side, and on the bed of the canal for an overall of 60 km, at a constant speed of about 20 km/h. Data were then subject to processing using specific calculation software.

In particular, the reconstruction of the georeferenced trajectory (SBET) was created with the Applanix POS-PAC software, trajectory covered by the vehicle and used to generate a georeferenced laser point clouds through the parameters of calibration of the laser system.

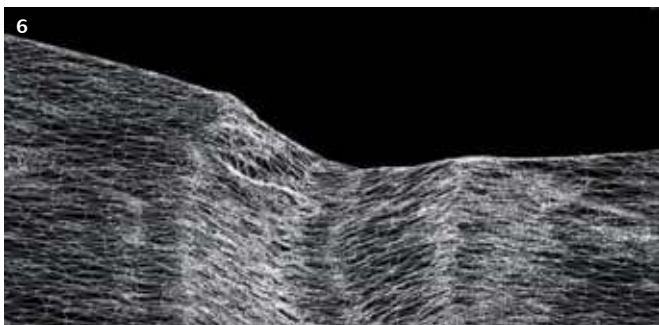
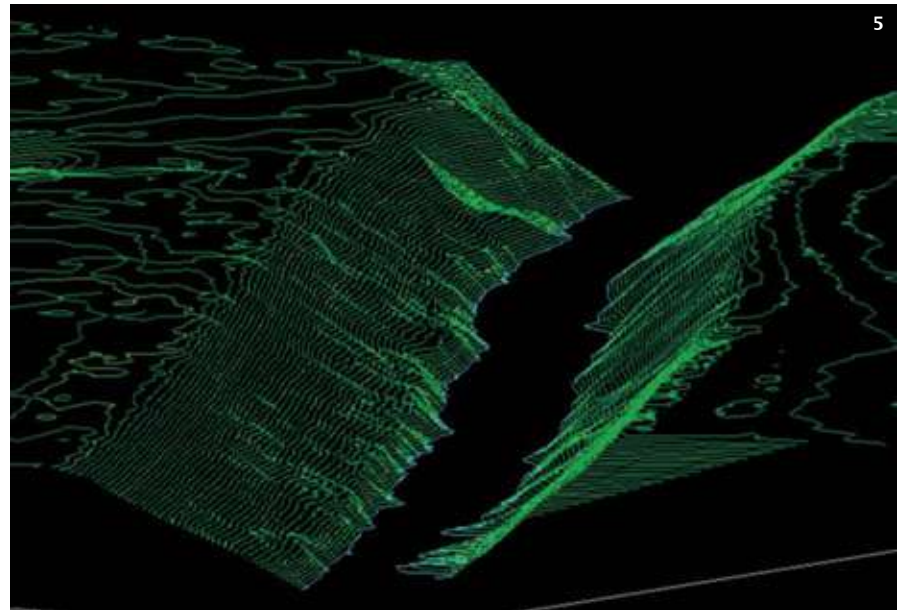
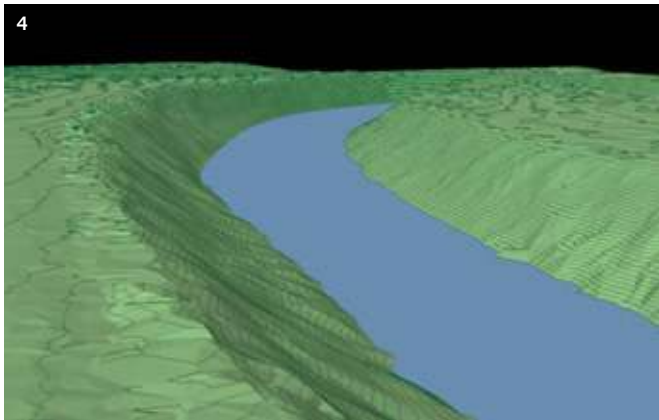
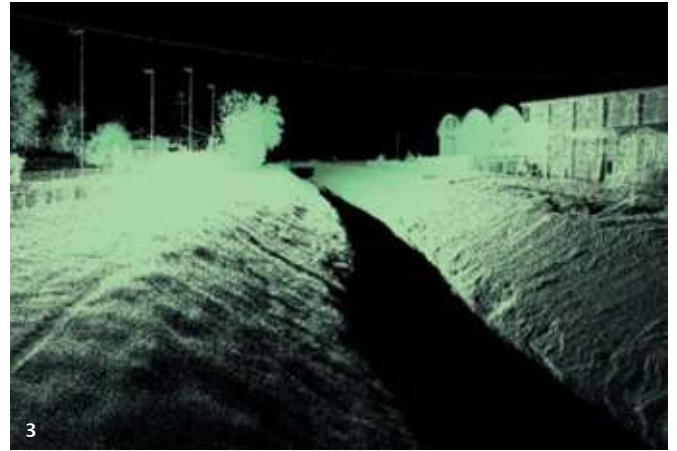
The georeferenced "Point Clouds" went through processing routines, some of which were directly developed by Sineco, to extract the elements required by the Client, as saying a digital model of the soil and a planimetric representation in contour lines.

Upon Client's request, Sineco also provided the 3D laser Point Clouds, for convenience divided into 49 files (.las format), and a framework to consult, from time to time, a specific portion of the cloud through a dedicated viewer.

- 1 - "Fosso Vecchio" Canal
- 2 - Point Clouds and representation of light intensity
- 3 - Point Clouds and its monochromatic representation
- 4 - Representation of contour lines
- 5 - Field Representation in mesh 3D
- 6 - Representation of contour lines

#### Settore / Sector

- n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys



# CANALE DERIVATORE PREMADIO-VALGROSINA

## PREMADIO -VALGROSINA OFFTAKE CANAL

**Servizio:** Verifiche geometriche e controlli diagnostici

**Settori:** n n

**Committente:** A2ASpA

**Opera:** Canale derivatore Premadio-Valgrosina tratto Zola-Massaniga (Sondrio)

**Anno:** 2011

**Service:** Geometric and Diagnostic Tests

**Sectors:** n n

**Client:** A2ASpA

**Infrastructure:** Premadio-Valgrosina Offtake Canal -Zola - Massaniga Segment (Sondrio)

**Year:** 2011

### Descrizione

Su incarico di A2A, azienda di servizi di pubblica utilità, è stato eseguito un rilievo visivo, termografico e profilometrico del canale derivatore Premadio-Valgrosina nel tratto Zola-Massaniga (provincia di Sondrio), per uno sviluppo complessivo di 614 m. Il rilievo, avente lo scopo di verificare lo stato di conservazione del canale, è stato realizzato mediante la strumentazione denominata TunnelScanner System TSS 360. La tecnologia è un sistema di rilievo automatico, basato sull'impiego contemporaneo di raggi infrarossi e laser, che consente di ottenere, simultaneamente, un'immagine fotografica e termografica completa della struttura e di acquisire tutti i dati necessari per il calcolo e la definizione di sezioni trasversali in corrispondenza di una qualsiasi progressiva odometrica. Alcuni punti di forza della strumentazione impiegata:

- 1 - velocità massima di rotazione della testa dello scanner di 300 Hz;
- 1 - risoluzione massima rilievo fotografico di 10.000 pixel per scansione;
- 1 - passo di campionamento: circa 1 sezione al cm;
- 1 - possibilità di individuare ed identificare lesioni fino a 0.3 mm in larghezza.

La strumentazione ha permesso di condurre un'analisi oggettiva e, grazie alla registrazione accurata della progressive metriche, un confronto dei risultati con le ispezioni eseguite precedentemente. Infine, la registrazione delle lesioni è stata riportata sull'immagine fotografica della galleria, in scala pressoché reale, per l'analisi strutturale di dettaglio.

### Description

On behalf of the A2A SpA company of public utility services, a visual thermographic and profilometric survey was performed on the offtake Canal of Premadio-Valgrosina, along the Zola-Massaniga section in the province of Sondrio, for a total length of 614 m.

The survey, aimed at verifying the canal preservation status, was conducted with TSS 360 TunnelScanner System. The technology consists of a system for automatic surveying, based on the combined use of infrareds and lasers, that permits to simultaneously obtain a complete visual and thermographic snapshot of the structure and to acquire all the necessary data for the calculation and the definition of cross-sections in correspondence of any progressive odometry.

Some strengths of the technology:

- 1 - maximum rotation speed of the scanner head: 300 Hz;
- 1 - maximum photographic resolution per scan: 10,000 pixels;
- 1 - sampling step: about 1 section per cm;
- 1 - possibility to detect and identify lesions up to 0.3 mm in width.

The equipment has allowed to conduct an objective analysis and a comparison of the results with those collected during previously inspections, thanks to an accurate progressive metric recording.

Finally, the lesion recording has been reported on the tunnel photographic image, in an almost real scale, for a detailed structural analysis.

#### Settori / Sectors

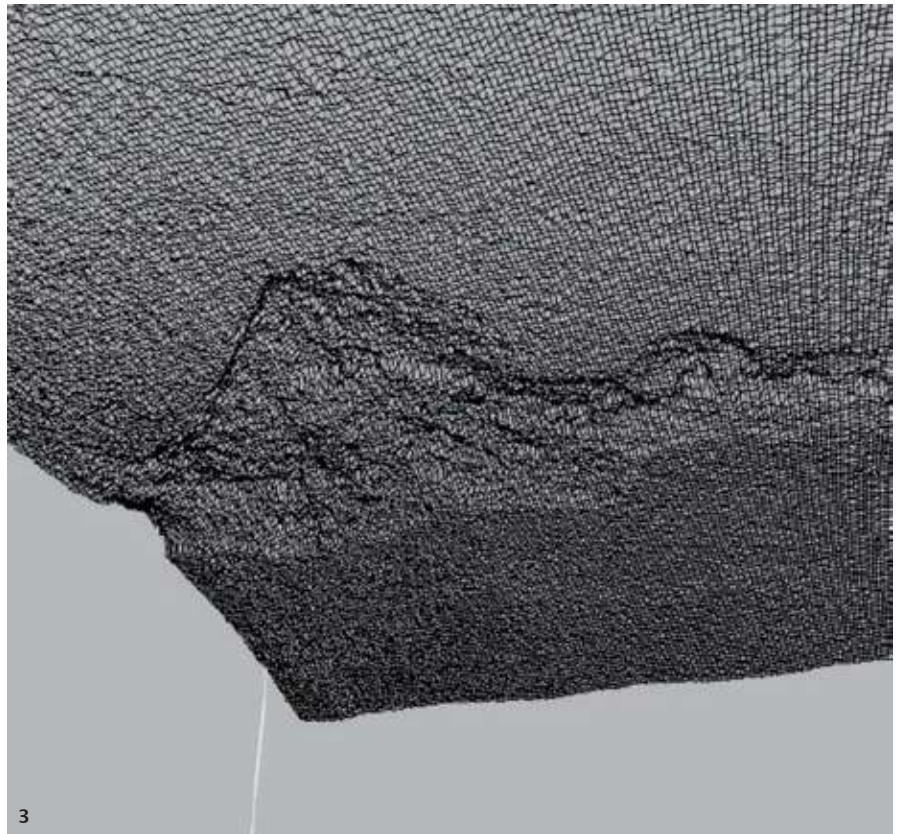
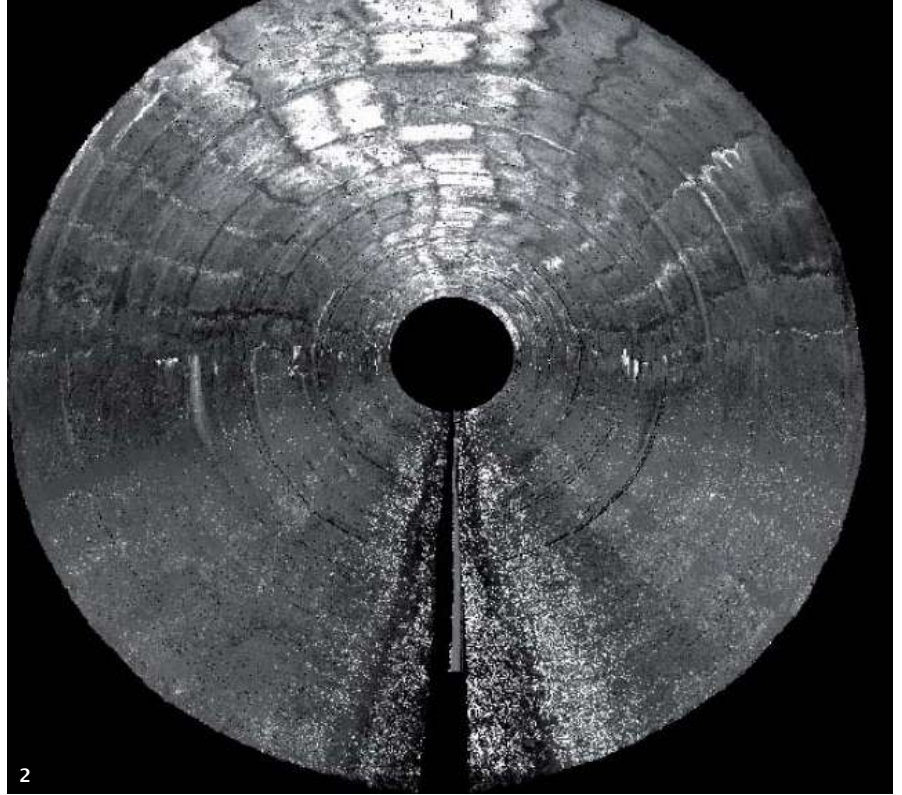
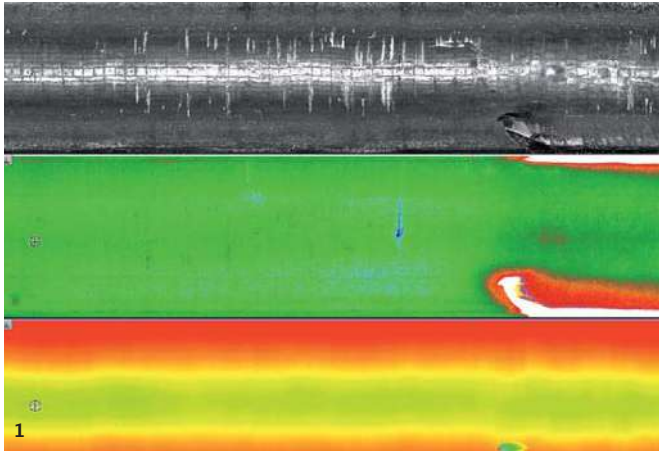
n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys

n Monitoraggio strutture  
Structure monitoring

- 1 - Rilevo fotografico, termografico e profilometrico del tronco canale (da km 4+595 a km 4+659)
- 2 - Rilievo fotografico 3D (da km. 4+874 a km. 4+917)
- 3 - Particolare fotografico 3D al km. 4+898
- 4 - Attrezzatura all'interno del canale
- 5 - Esempio di sezione rilevata

- 1 - Photographic, Thermo-graphic and Profilometric Survey of the Offtake Canal (from km 4+595 to km 4+659)
- 2 - 3D Photographic Survey (from km 4+874 to km. 4+917)
- 3 - 3D Photographic Survey of km 4+898
- 4 - Instruments inside the Canal
- 5 - Example of surveyed section





## AREA CENTROCOMMERCIALE, CARUGATE (MI) SHOPPING CENTER AREA-CARUGATE, MILANO

**Servizio:** Rilievo topografico aree di intervento  
**Settore:** n  
**Committente:** Eurocommercial Properties Italia Srl  
**Opera:** Area centro commerciale "Carosello", Comune di Carugate  
**Anno:** 2012

### Descrizione

Su incarico di Eurocommercial Properties Italia nel 2012 è stata condotta da Sineco una campagna di rilievi topografici ad alto rendimento con tecnologia laser scanner dinamico Lynx Mobile Mapper, finalizzata alla realizzazione di un piano quotato, di una planimetria a curve di livello e di un modello digitale del terreno (DTM). Il rilievo ha interessato l'area presso il centro commerciale "Carosello", compresa tra la A51 Tangenziale Est di Milano e la SP 121 Pobbiano-Cavenago. Il Lynx Mobile Mapper ha percorso anche l'intero sistema viario della zona, comprensivo di tratti autostradali, rampe di svincolo, strade provinciali, rotonde, strade secondarie, parcheggi e strade campestri. Il rilievo è stato eseguito percorrendo i tratti di viabilità principale ad una velocità di circa 40 km/h, mentre per le aree di parcheggio e le strade secondarie il rilievo si è svolto con una velocità di circa 20 km/h. La durata complessiva del rilievo è stata di circa 3 ore, compreso il tempo necessario alla materializzazione dei punti di appoggio a terra (GCP), e l'estensione complessiva rilevata di 98 ha circa. Le nuvole di punti laser hanno permesso di ricostruire in 3D le infrastrutture e la superficie sulla quale sarà progettato e realizzato il nuovo complesso commerciale. In particolare, gli elaborati tecnici prodotti e consegnati al Cliente sono stati i seguenti:

- 1 piano quotato in formato ".dwg", con rappresentazione altimetrica dei punti in 3D;
- 1 planimetria in formato ".dwg" a curve di livello con equidistanza di 20 cm;
- 1 modello digitale del terreno (DTM).

Oltre a quanto sopra, è stato fornito l'insieme delle nuvole di punti laser in formato "las" con software di visualizzazione.

- 1 - Ubicazione del rilievo
- 2 - Materializzazione dei GCP con antenna GPS
- 3 - Rappresentazioni di alcune strutture in nuvole di punti 3D
- 4 - Particolare dell'area di parcheggio davanti al centro commerciale
- 5 - Fase di elaborazione dati: in rosso sono rappresentati gli elementi altimetrici eliminati

**Service:** Topographic Survey of the intervention areas  
**Sector:** n  
**Client:** Eurocommercial Properties Italia Srl  
**Infrastructure:** "Carosello" Shopping Center - Carugate, Milano  
**Year:** 2012

### Description

On behalf of Eurocommercial Properties Italia Srl, in 2012 Sineco conducted a campaign of high-yield topographic surveys with the laser dynamic scanner technology, the Lynx Mobile Mapper, aimed at creating an xyz plan of contour lines and a Digital Terrain Model (DTM). The survey covered the area at the shopping mall "Carosello", between the A51 Tangenziale Est of Milano and the SP-121 Pobbiano Cavenago.

The Lynx Mobile Mapper has covered the entire road system in the area, including motorways, slip roads, provincial roads, roundabouts, roads, parking lots and secondary roads. The survey was conducted along the stretches of the main roads at a speed of about 40 km/h, while for the parking areas and the secondary roads it was conducted at a speed of about 20 km/h. The overall duration of the survey was of about 3 hours, including the time required for the materialization of the Ground Control Points (GCP), and the overall covered area of about 98 Ha.

The clouds of laser points permitted the 3D reconstruct of infrastructures and of the surface on which it will be designed and built the new shopping center.

In particular, the technical drawings produced and delivered to the customer consisted in:

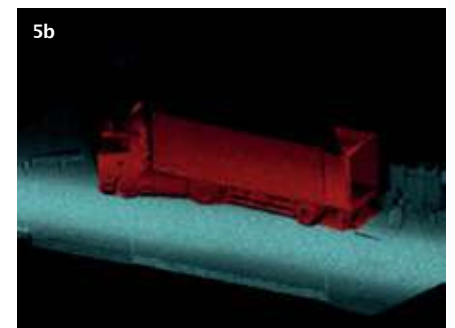
- 1 Xyz drawing in .dwg format, with altimetric representation of 3D points;
- 1 plan in .dwg format with contour lines at an equidistance of 20 cm;
- 1 digital terrain model (DTM).

In addition to the above, Sineco provided a set of laser points clouds and a specific Viewer software.

- 1 - Survey Location
- 2 - GCP Materialization with GPS antenna
- 3 - Representation in 3D point clouds of some structures
- 4 - Detail of the Parking Area in front of the shopping centre
- 5 - Data elaboration phase: delete altimetric elements shown in red

#### Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys



# AUTODROMO NAZIONALE DI MONZA

## NATIONALCIRCUIT OF MONZA

**Servizio:** Rilievo condizioni di aderenza e regolarità pavimentazioni

**Settore:** n

**Committente:** SIAS SpA Autodromo Nazionale di Monza

**Opera:** Pista dell'Autodromo Nazionale di Monza

**Anno:** 2012

### Descrizione

Nel 2012 Sineco ha realizzato un'indagine sulle caratteristiche di aderenza e tessitura della pavimentazione della pista dell'Autodromo Nazionale di Monza. Il rilievo è stato condotto con strumentazione SCRIM-TEX, che ha permesso di acquisire, senza soluzione di continuità ed a velocità costante di circa 60 km orari, i parametri di aderenza superficiale CAT (Coefficiente di Aderenza Trasversale) e di macrotessitura HS (Altezza Sabbia). Lo SCRIM-TEX è costituito da un autocarro con cisterna sul quale sono installati due "ruotini" di misura, uno per lato, aventi caratteristiche di resilienza e pressione di gonfiaggio standard, inclinati di 20° rispetto alla direzione di marcia. Su ogni ruotino è applicato un carico verticale di 200 kg. Anteriormente ai sistemi di misura è montato un dispositivo che provvede all'innaffiamento della pavimentazione così da riprodurre una superficie stradale bagnata con uno spessore del velo idrico pressoché costante. I ruotini vengono fatti transitare sulla parte di pavimentazione più sollecitata dal traffico. La prova è regolamentata dalla norma CNR B.U. 147/92 e dalla normativa europea CEN/TC227/WG5N88E.

Il rilievo della tessitura (Hs) è stato eseguito con due ulteriori strumenti, posizionati su entrambi i lati del veicolo, che prevedono l'impiego di una tecnologia di tipo laser. I valori degli indici CAT ed Hs sono stati rilevati e restituiti con passo di 10 m. Tra gli ulteriori parametri rilevati, inoltre, rientrano la regolarità longitudinale della pavimentazione, condotto anch'esso in continuo alla velocità di circa 60 km/h, da cui è stato ricavato il parametro IRI (International Roughness Index), restituito ogni 20 m di distanza percorsa.

**Service:** Survey of Grip and Roughness pavement conditions

**Sector:** n

**Client:** SIAS SpA - National Circuit of Monza

**Infrastructure:** Race Track of the National Circuit of Monza

**Year:** 2012

### Description

In 2012 Sineco carried out a survey on the friction and texture characteristics of the pavement of the National motor racing circuit of Monza.

The survey was conducted with the SCRIM-TEX (Sideway-Force Coefficient Routine Investigation Machine - Texture) since it permitted to seamlessly detect the motorway entire extent at a speed of about 60 km/h.

The SCRIM-TEX consists of a truck with a tank and two installed "small test wheels" (one per side) offering standard characteristics of resilience and inflation pressure, and an angle of 20 degrees to the direction of travel. Each wheel is applied under a vertical load of 200 kg.

In front of the measurement systems, a device for the watering of pavement was installed to reproduce a wet road surface with an almost-constant thickness of the water veil. The wheels transit on the pavement section mostly stressed by traffic. The test is regulated by the CNR B.U.147/92 standard and the BS 7941.1-1999.

The survey of the texture (Hs) was executed with two additional tools, positioned on both sides of the vehicle and involving the use of laser technology at a frequency of 64 kHz.

The values of SFC and Hs indexes were acquired and returned with a pitch of 10 meters.

Among other detected parameters, we find the longitudinal regularity of pavements, conducted at a constant speed of approx. 60 km/h, which permitted to calculate the parameter IRI (International Roughness Index) for every 20 m of the road lane.

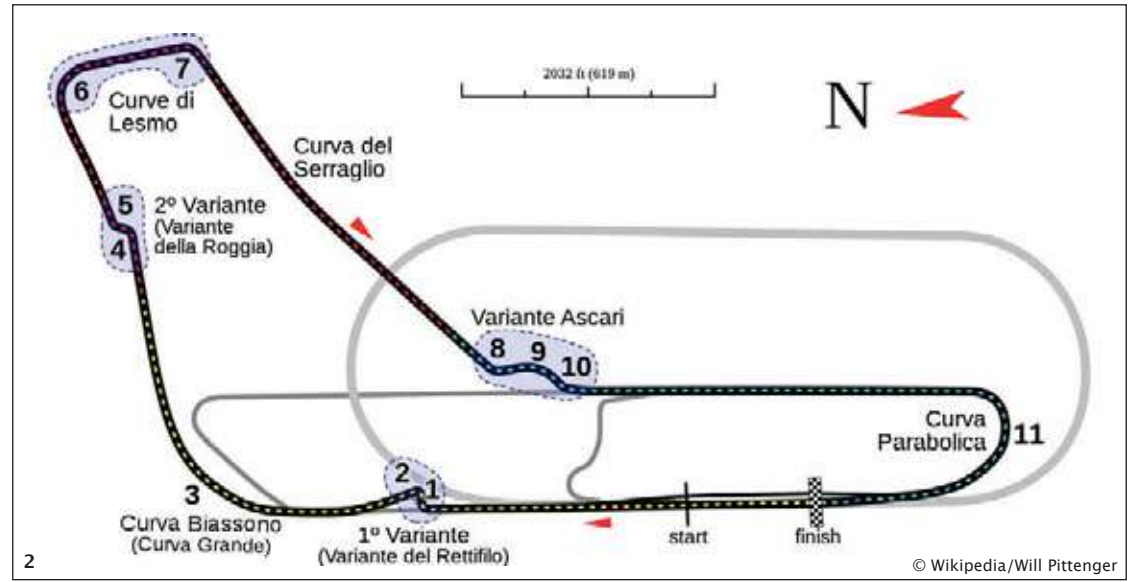
#### Settore / Sector

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

- 1 - Ubicazione del rilievo
- 2 - Tracciato dell'autodromo di Monza
- 3 - Il rettilineo del circuito lombardo
- 4 - Veicolo SCRIM-TEX

- 1 - Survey location
- 2 - Layout of the Circuit of Monza
- 3 - Straight of the Circuit of Monza
- 4 - SCRIM-TEX vehicle





## CONGLOMERATI BITUMINOSI ECOSOSTENIBILI SUSTAINABLE BITUMEN CONGLOMERATES

**Servizio:** Studio sul riutilizzo di alcuni materiali di scarto

**Settori:** n n

**Committente:** Astra Engineering Srl

**Opera:** Sperimentazione sul recupero di scorie di ghisa d'altoforno e loro riutilizzo nelle miscele bituminose

**Anno:** 2013

### Descrizione

Sineco ha collaborato a uno studio sperimentale condotto da Astra Engineering, finalizzato alla verifica della possibilità di recupero di scorie derivanti dai processi industriali di seconda fusione della ghisa come "aggregato riciclato", per la produzione di conglomerato bituminoso tradizionale. La sperimentazione si colloca in un ambito di ricerca in campo stradale e autostradale, svolta da diverse università italiane, che ha già avuto modo di offrire al settore risultati tecnicamente interessanti nel campo dell'utilizzo di questi aggregati, sia nel confezionamento di conglomerati bituminosi per strati di usura, sia per mix bituminosi destinati a strati di fondazione. Lo studio condotto ha descritto l'applicabilità e gli effetti prodotti dall'utilizzo di scorie della ghisa nel confezionamento di miscele per strati di base a caldo. La ricerca si è basata su una serie di test di laboratorio, finalizzati alla verifica dei requisiti stabiliti dalle norme vigenti ed alla determinazione delle prestazioni raggiungibili, e successivamente su un numero di prove in sito ad alto rendimento condotte su un campo sperimentale. Il mix design ottimale è stato sviluppato, tra l'altro, seguendo il programma avanzato "Superpave" e nel rispetto dei requisiti definiti dal capitolato speciale Anas. Tra i test eseguiti in sito sul campo sperimentale, anche una serie di prove deflettometriche dinamiche con FWD (Falling Weight Deflectometer), nonché carotaggi con estrazione di provini sottoposti a test di resistenza a fatica e di modulo di rigidità. Il risultato finale: una miscela eco-sostenibile e considerabile, sul piano dell'efficienza, un prodotto per certi aspetti migliore dei mix tradizionali analoghi senza scorie.

- 1 - Stesa di strato di base in CB con scorie di ghisa sul campo prove sperimentale
- 2 - Prova di resistenza a fatica: determinazione delle caratteristiche elastiche
- 3 - Andamento del contenuto di vuoti
- 4 - Andamento del modulo di rigidità per trazione indiretta
- 5 - Andamento della resistenza a trazione indiretta

**Service:** Analysis of the reuse of specific waste materials

**Sectors:** n n

**Client:** Astra Engineering Srl

**Infrastructure:** Experimentation of cast iron waste recovery and its use in bitumen conglomerate

**Year:** 2013

### Description

Sineco cooperated in an experimental study conducted by Astra Engineering, aimed at checking the possibility of waste recovery from second melting industrial processes of cast iron as "recycled aggregate", for the production of traditional bitumen conglomerate. The experiment is part of a research in the field of road and motorway, carried out by various Italian universities, which has already offered to the industry interesting technical results in the field of aggregate use – both in the packaging of bitumen conglomerates for upper layers and for bituminous mix for foundation layers.

The study described the applicability and the effects produced by the use of cast iron waste in the packaging of mixtures for warm base layers. The research was based on a series of laboratory tests, aimed at verifying the requirements established by current legislation and the determination of reachable performance levels, and later on a number of high-yield and in-site tests conducted on an experimental field.

The optimal design mix has been developed, among other things, following the advanced "Superpave" program and in compliance with the requirements defined in the special Anas specifications. Among tests performed on the experimental field site, also a series of deflectionometric dynamic tests with FWD (Falling Weight Deflectometer), as well as coring with extraction of specimens subject to resilience, fatigue tests and stiffness modulus.

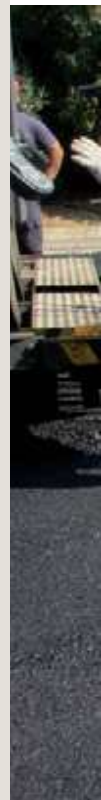
The final result: a considerable, sustainable mixture in terms of efficiency, a product in some aspects better than analogue traditional mix without waste.

- 1 - Pavement base layer in BC (Bituminous Concrete) with slag of cast iron on experimental test field
- 2 - Fatigue resistance test: determination of elastic characteristics
- 3 - Trend of void content
- 4 - Trend of stiffness modulus for indirect
- 5 - Trend of indirect traction resistance

### Settori / Sectors

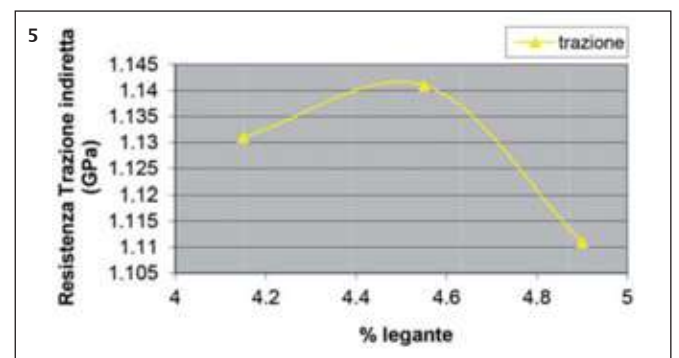
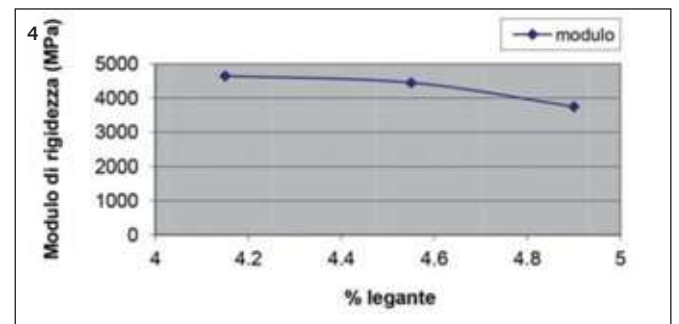
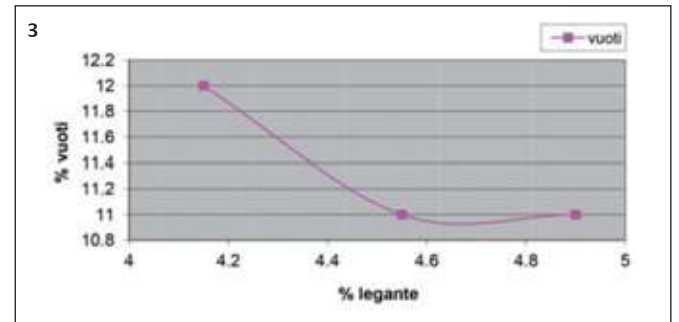
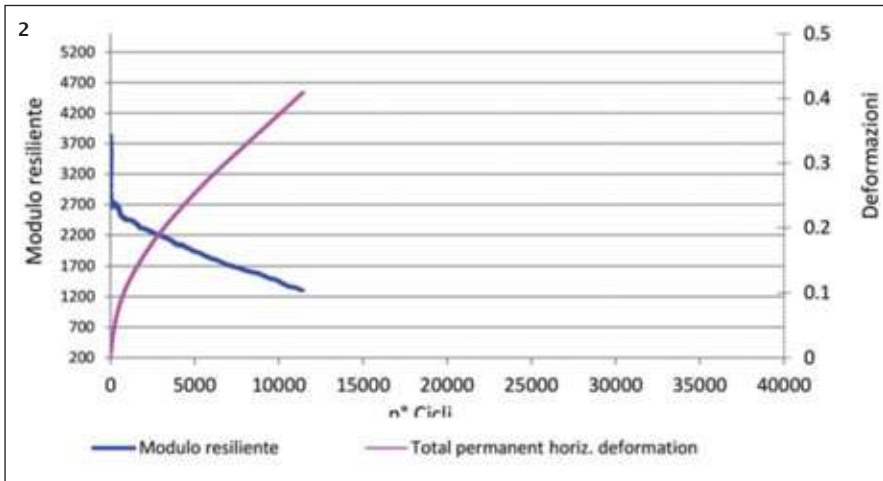
n Lab. prove materiali  
Material test laboratory

n Rilievi alto rendimento  
High-yield surveys

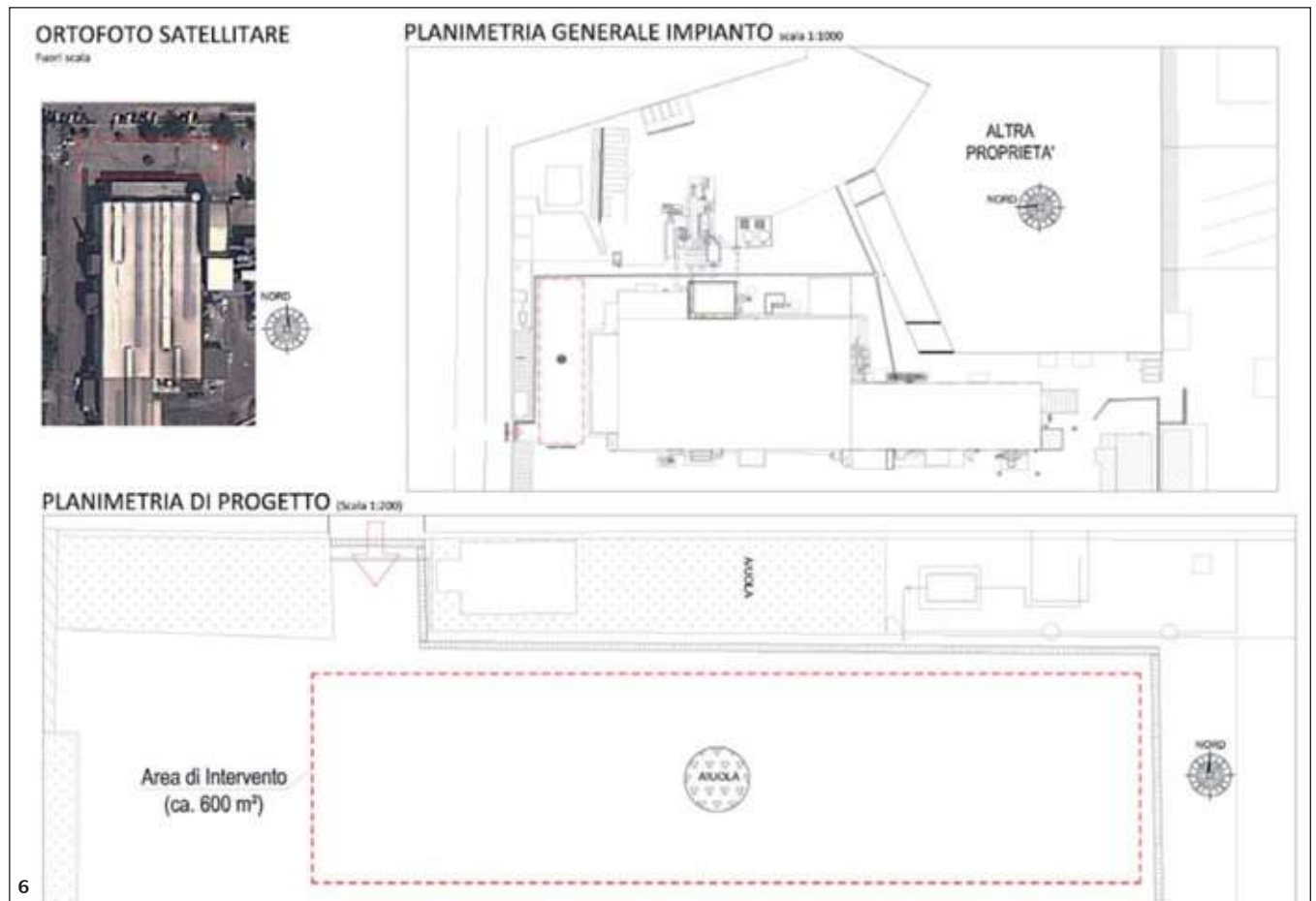




1



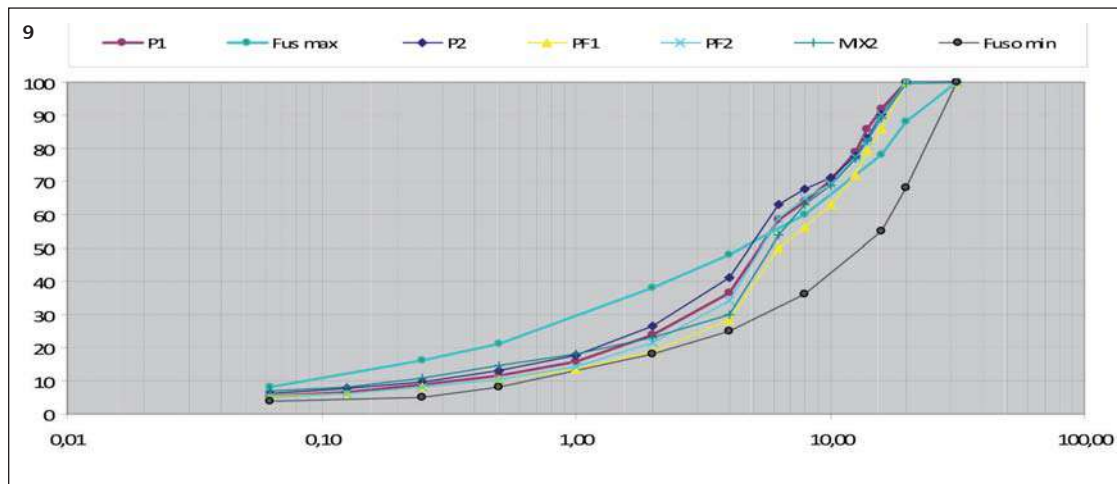
## CONGLOMERATI BITUMINOSI ECOSOSTENIBILI SUSTAINABLE BITUMEN CONGLOMERATES



- 6 – Il campo sperimentale: ortofoto, planimetria generale del sito e planimetria di progetto dell'area di intervento
- 7 – Superficie scarificata prima della posa
- 8 – Esempio di carotaggio della pavimentazione sottoposta ad analisi
- 9 – Distribuzione granulometrica dei prelievi di conglomerato bituminoso sciolto

- 6 – Experimental field: orthophoto, general planimetry of the site and design planimetry of intervention area
- 7 – Milled layer before placing
- 8 – Example of analyzed pavement core
- 9 – Granulometric distribution of samples of melted bitumen concrete





## AUTODROMODI BALOCCO (VC) CIRCUIT OF BALOCCO (VERCELLI)

**Servizio:** Studio modello digitale di alcune piste  
**Settore:** n  
**Committente:** FCA Italy SpA  
**Opera:** Autodromodi Balocco (alcune piste)  
**Anno:** 2014

### Descrizione

Un campo di applicazione delle tecnologie e del know-how di Sineco particolarmente significativo è senz'altro quello relativo ai rilievi geometrici-topografici delle pavimentazioni degli autodromi e dei circuiti in genere. Un esempio riguarda una campagna di rilievi ad alto rendimento condotta su alcune piste dell'Autodromo di Balocco, costruito da Alfa Romeo ed ora di proprietà Fiat, eseguita con tecnologia "Laser Mobile Mapper". L'obiettivo: costruire un modello digitale dettagliato della pavimentazione stradale, esportabile e riproducibile in qualsiasi luogo. Il rilievo è stato eseguito sulle piste denominate "Alfa", "Anello Veloce", "Langhe Interne 4 Raccordi" e "Langhe Interne 4 Varianti".

Alcuni dettagli del rilievo;

1 ubicazione dell'acquisizione:	Centro pista
1 sviluppo complessivo:	22.600 m circa
1 durata effettiva del rilievo:	1 h circa
1 velocità media del rilievo:	30 km/h
1 spaziatura media dei punti laser:	3-5 cm

Il rilievo laser è stato integrato con rilievo tradizionale GPS statico, in modalità RTK, effettuato per la definizione dei punti a terra di controllo (GCP). I dati acquisiti sono stati sottoposti ad elaborazione, utilizzando specifici applicativi software, dalla quale si sono ricavati e consegnati i seguenti prodotti:

- 1 "Polilinee 3D", in formato dwg, dei bordi asfaltati della pavimentazione;
- 1 "Modello Digitale" a mesh triangolari della superficie pavimentata;
- 1 "Nuvole di Punti" laser riproducenti le piste.

- 1 - Ubicazione del rilievo
- 2 - Piste oggetto del rilievo
- 3 - Esempio di vettorializzazione del bordo asfalto in corrispondenza della barriera laterale in New Jersey
- 4 - Particolare della pista Anello Veloce sotto forma di "Point Cloud"

**Service:** Analysis of a digital model of specific race tracks  
**Sector:** n  
**Client:** FCA Italy SpA  
**Infrastructure:** Circuit of Balocco, Italia (some race tracks only)  
**Year:** 2014

### Description

A significant application of the technologies and the know-how of Sineco is undoubtedly related to the geometric-topographic pavement surveys of motor racing circuits and circuits in general.

An example is a survey campaign conducted on some high-yield race tracks of the Circuit of Balocco - built by Alfa Romeo and now owned by Fiat - performed with the "Laser Mobile Mapper". The goal: to build a digital model of the road pavement, detailed, exportable and reproducible everywhere. The survey was carried out on the slopes called "Alfa", "Ring Fast", "Internal Langhe -4 junctions" and "Internal Langhe -4 variants".

Specifics of the survey;

1 area of acquisition:	Center of the Race Track
1 covered Area:	Approx. 22,600 m
1 time needed for the survey:	Approx. 1 hour
1 average Survey Speed:	30 km/h
1 average distance between laser points:	3-5 cm

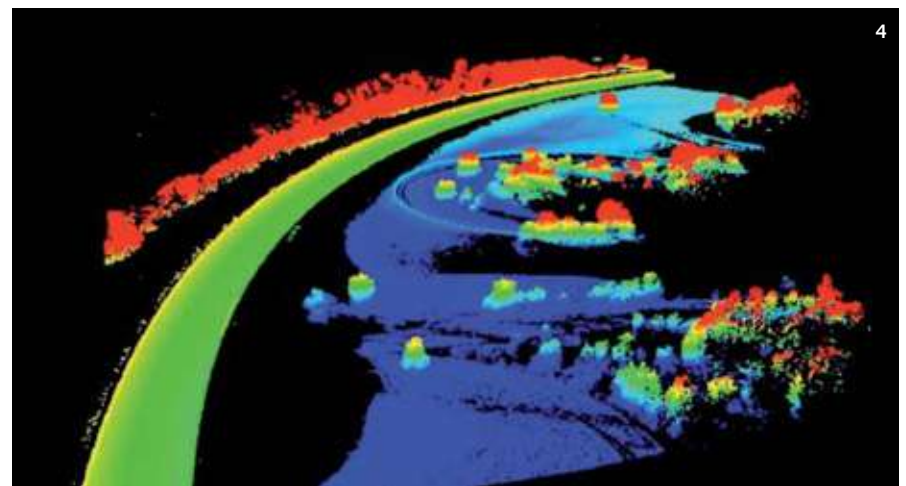
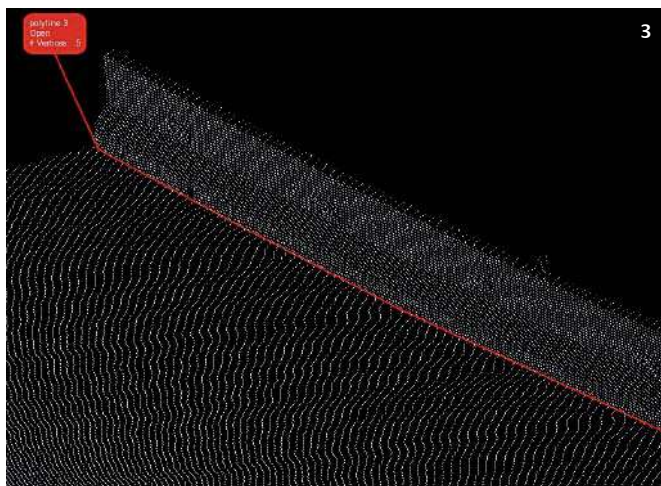
The laser survey has been integrated with the traditional static GPS survey, in RTK mode, carried out for the definition of ground control points (GCP). The acquired data were processed by using a specific software which calculated and delivered the following results:

- 1 "3D Polylines" of asphalt pavement borders (in .dwg format);
- 1 "Digital Model" of pavements in triangular meshes;
- 1 "Laser Point Clouds" of the race tracks.

- 1 - Survey Location
- 2 - Surveyed Race Tracks
- 3 - Example of vectorization of asphalt limit along the Jersey barrier
- 4 - "Point Cloud" Detail of the Fast Ring

#### Settore / Sector

n Rilievi laser scanner  
Laser scanner surveys



# PRINCIPALI COMMITTENTI

## MAINCLIENTS

