

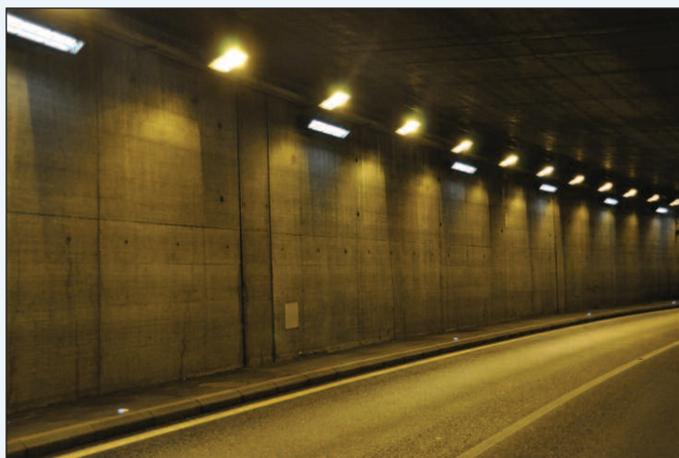


# Technologie italienne à l'étranger

TRAITEMENT SURFACES DES TUNNELS AVEC DES PRODUITS BI-COMPOSANT À SOLVANT EAU

Claudio Casotti\*

**P**our la première fois dans le secteur de la peinture des tunnels routiers sur le territoire suisse, un traitement des surfaces avec des produits bi-composant à l'eau a été exécuté. Le traitement a été formulé par la Société AZ Tech de Racconigi (Turin) et appliqué par la Société Seven Service de Naples. Un équipement innovateur a permis l'application en automatique des peintures époxydiques et polysiloxanes bi-composant en solution aqueuse pour le traitement de plus ou moins 10.000 m<sup>2</sup> en seulement cinq jours ouvrables. Quand la demande de la Clientèle rencontre le sérieux, la compétence et la passion d'une Société, des projets satisfaisants et des succès voient le jour. Avec beaucoup de courage et de détermination, la Seven Service a accompli un important travail de peinture des tunnels en territoire suisse, réalisant un projet débuté à la moitié de 2012.



1. Conditions des surfaces avant l'intervention

Déjà détentrice d'une adjudication multi annuelle pour la maintenance ordinaire des pieds-droits des tunnels de l'Autoroute A9, dans le mois d'Août 2014 la Société a exécuté la peinture de deux tunnels dans le Canton de Vaud, sur requête de l'organisme suisse des routes.

Les exigences de l'Organisme concernaient:

- ◆ Les temps d'exécution: le traitement de plus ou moins 10.000 m<sup>2</sup> en huit jours ouvrables avec du travail nocturne;
- ◆ Les garanties sur le nettoyage de la route et la nécessité de rouvrir les tunnels au trafic à la fin de chaque nuit de travail;
- ◆ Les garanties sur la couverture correcte des surfaces, sur le point de blanc de la peinture, sur le lavage des peintures au cours des années.

### Le projet

Le projet de peinture des tunnels de Marcolet et Cheseaux a été étudié en collaboration avec la Société AZ Tech. La Société est née en 1993 de l'expérience multi annuelle de techniciens et commerciaux issus du marché du bâtiment, et est devenue au fil des ans, une Société leader dans le secteur du silica fume ainsi que dans la protection du béton, avec des produits anhydres à base de ciment, et de systèmes de peinture résineuse.

A partir de 2007, avec l'évolution du marché et la requête croissante des produits éco compatibles pour la sauvegarde de l'environnement, la AZ Tech, avec le label Steikos, grâce à son département de recherche et la collaboration avec les Départements de chimie de l'université de Turin et du Polytechnique de Milan, a projeté une série de peintures capables de réduire la pollution, basée sur le principe naturel de la photocatalyse et sur l'utilisation d'une série de catalyseurs à base de nano bioxyde de titane (Titania).



Une des particularités les plus appréciées des peintures photocatalytiques c'est d'être "super hydrophile", c'est-à-dire d'avoir une forte affinité avec l'eau: cette propriété, qui empêche à la surface traitée avec Titania d'être répulsive à l'eau, est due à la réduction progressive de l'angle de contact entre la surface même et l'eau. De cette façon, les particules d'eau présentent dans l'atmosphère à cause de l'humidité vont mieux se distribuer sur la surface de façon homogène, formant une couche protectrice mince et invisible qui empêchera aux saletés de s'y déposer. La saleté pourra donc être enlevée naturellement par la pluie ou par un simple lavage à l'eau, sans la formation de gouttes ou auréoles, créant ainsi une surface "autonettoyante".

En même temps, vu les Normes qui requièrent de plus en plus une diminution d'émission de produits organiques volatiles (VOC) et les exigences de production et d'application, la AZ Tech a développé et produit des revêtements résineux mono et bi-composant de nature chimique différente, qui confèrent aux supports traités les caractéristiques de pouvoir adhésif, réflexion de la lumière, dureté superficielle, etc., si appréciées par le marché.

Dans le cas spécifique, le Fosgallery Polisil représente la dernière évolution des produits conçus pour l'obtention de l'effet "céramique" sur les surfaces, avec un pouvoir adhésif élevé, une réflexion de la lumière forte et constante, une préservation de la couleur dans le temps soit à l'intérieur que à l'extérieur et une dureté superficielle obtenue en temps rapide avec un produit en dispersion aqueuse.

"Le projet qui nous a été soumis par Seven Service, Société chargée des travaux, a été un défi accepté et partagé pour soumettre à un Pays étranger connu dans le monde pour son efficacité et sa précision, une proposition technique intégrée, produits et application, satisfaisant toutes les qualités demandées par le Client, soit en phase de projet, en phase d'exécution et en phase de test" a affirmé Daniele Grosso, PDG de AZ Tech. La proposition de projet, présentée en Juin 2013, a été reçue favorablement par le Client. Nous allons maintenant en indiquer les points de force et les solutions qui ont contribué avec leur valeur ajoutée, à l'acquisition de l'adjudication.

## Les points de force et les solutions

### Le cycle innovateur

Les solutions trouvées et étudiées spécialement pour chaque tunnel, inspirées par les quarante ans d'expérience dans le secteur des peintures de la Société Seven Service, ont favorablement impressionnées la Direction des Travaux et permis l'acceptation de l'offre présentée. Comme nous l'expliquerons plus tard, une étude a été menée sur l'état des tunnels et sur la typologie des surfaces, suivi par l'individuation des cycles qui répondaient le mieux aux requêtes reçues.

### La technologie d'application

Un nouveau système de peinture automatique innovateur, qui permet la gestion du pot-life de n'importe quelle peinture bi-composant, soit à l'eau, soit au solvant, a permis la réduction des temps d'exécution de huit à cinq jours ouvrables.

### La typologie des matériaux

La vraie innovation concerne le choix des produits de peinture: bi-composant époxydiques et polysiloxanes à l'eau. Le marché des produits de peinture pour tunnels routiers offre un choix très large, qui peut être divisé en deux familles: les produits à base d'eau et les produits à base de solvant. L'utilisation des produits à base de solvant, en plus de l'émission d'éléments polluants dans l'atmosphère, comporte des difficultés pendant l'application de la peinture et nécessite l'utilisation des masques spécifiques pour les ouvriers afin d'éviter des problèmes respiratoires. D'un autre côté, ils sont plus performants: ils garantissent une meilleure réflexion de la lumière et une dureté superficielle élevée (ce qui assure un bon lavage dans le temps).

Les produits à base d'eau permettent une gestion plus facile des matériaux et ne comportent aucun risque pour la santé des ouvriers.

Si dans les années précédentes ils n'avaient pas les standards de qualité des produits à base de solvant, les progrès technologiques ont pratiquement égalisés les performances des deux familles de produits, facilitant le choix des matériaux et la sécurité des ouvriers et de l'environnement.

## Le tunnel de Marcolet

### L'état du tunnel

Les pieds-droits du tunnel de Marcolet, long 615 mt. situé dans la ville de Lausanne, n'avaient jamais été peints. Les surfaces se présentaient en béton de couleur gris (Figure 1).

### La description du cycle

Nous détaillons maintenant le cycle de travail expressément étudié et proposé par Seven Service et accepté par la Direction des Travaux:

1. lavage à la brosse des pieds-droits du tunnel jusqu'à 5 m de hauteur et des luminaires, lavage à pression de la calotte du tunnel: la phase préliminaire de nettoyage des surfaces a comme but d'avoir une surface sans résidus poussiéreux et/ou huileux découlant du dépôt du smog sur les pieds-droits. On a procédé au lavage à pression de la vou-



2. Exécution du lavage à la brosse des surfaces avec en évidence le nettoyage effectué par le premier camion à une hauteur de 2 à 4 m



te pour diminuer le niveau des particules en suspension présentes sur la calotte et qui bougent par l'effet du vent provoqué par le transit des véhicules. Après le nettoyage des pieds-droits du tunnel avec application d'un détergeant biodégradable au 90%, nouveau lavage à la brosse et rinçage;

2. peinture après appret, de deux couches de peinture acrylique blanche RAL 9010 et une couche de peinture polysiloxane blanche RAL 9010.

Le traitement des surfaces en béton jamais peintes pour tunnels ouverts au public exige une double attention: d'un côté l'élimination des poussières et/ou de la graisse des surfaces (elles ne permettraient pas l'adhésion de la peinture); de l'autre côté la fermeture des micro trous du béton. Etant une structure très poreuse, les parties de résine et eau présentes dans la peinture pourraient boucher ces pores, créant ainsi des problèmes de réticulation et de compacité pour une peinture qui deviendrait pauvre en résine une fois sèche.

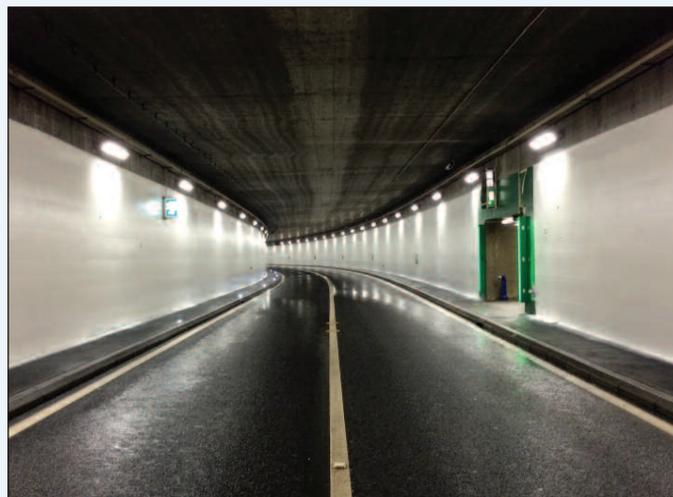
Pour ça, on a procédé tout d'abord à l'appret des surfaces en béton grâce à une microémulsion de résine acrylique en dispersion aqueuse.

Une fois que l'on a obtenu une surface propre avec une microporosité réduite, on a pu procéder à la peinture.

Les objectifs de la peinture de tunnels sont:

- ◆ préserver la conservation du béton grâce à un film protecteur;
- ◆ atteindre un point de blanc qui diffuse au mieux la lumière pour avoir la visibilité maximale pendant le trajet;
- ◆ avoir un revêtement compact, lumineux, réfléchissant et qui n'absorbe pas la saleté;
- ◆ avoir un revêtement facile à nettoyer pendant les opérations de maintenance ordinaire.

Le cycle a donc été personnalisé pour palier à la réduction des dépenses des opérations de peinture et pour la maximisation des objectifs décrits ci-dessus. On a donc appliqué



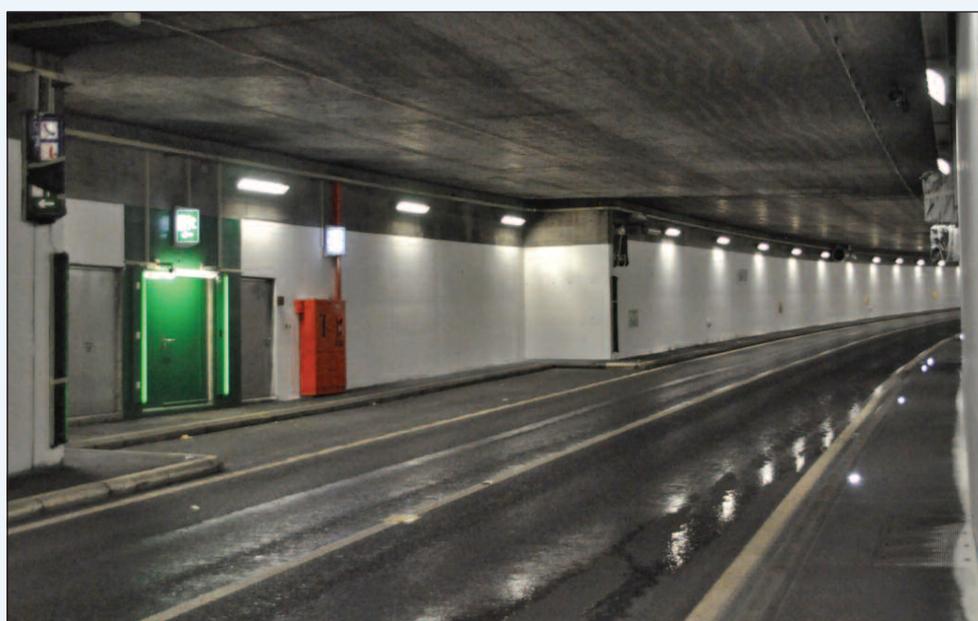
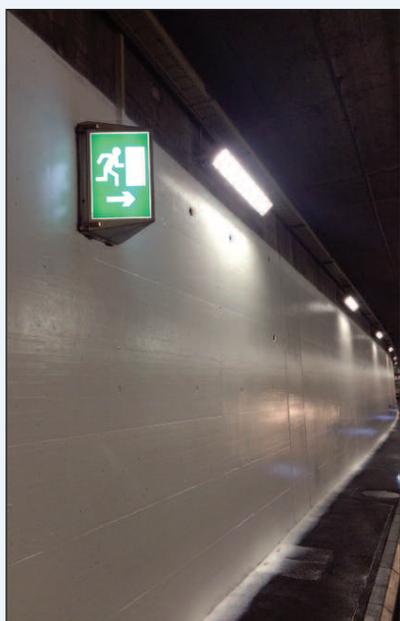
4. Le résultat final dans le tunnel de Marcolet

sur les surfaces une peinture acrylique blanche RAL 9010 (Acribuild E de la Société AZ Tech Srl, en mesure de 400 g/m<sup>2</sup>), qui a un coût moyen mais qui a de grandes qualités de protection et recouvrement plus une peinture polysiloxane blanche RAL 9010 (Fosgallery Polisil White de la Société AZ Tech Srl, en mesure de 100 g/m<sup>2</sup>), plus chère et avec des qualités élevées en termes de dureté, réflexion de la lumière, imperméabilité et réfractaire aux poussières et au smog.

### Le tunnel de Cheseaux

#### L'état du tunnel

Les pieds-droits du tunnel de Cheseaux (530 m. dans la ville du même nom) avaient été peints il y a des années, probablement avec une peinture époxydique (comme le démontre le jaunissement des finitions). Les structures se présentaient de couleur jaune clair.



3A e 3B. Détails de la peinture du tunnel de Marcolet



5. Conditions des surfaces avant l'intervention

### La description du cycle

Nous détaillons maintenant le cycle de travail expressément étudié et proposé par Seven Service et accepté par la Direction des Travaux:

1. lavage à la brosse des pieds-droits du tunnel jusqu'à 5 m de hauteur et des luminaires, lavage à pression de la calotte du tunnel, suivi d'un rinçage comme décrit pour le tunnel de Marcolet;
2. peinture avec deux couches de peinture epoxy polyamide blanche RAL 9010 et une couche de peinture polysiloxane blanche RAL 9010. Aussi dans cette occasion, le traitement des surfaces déjà peintes avec une peinture époxydique bi-composant exige l'élimination des poussières et/ou des graisses des surfaces (pour les motifs déjà expliqués) et la création d'un film intermédiaire de peinture pour favoriser l'adhésion entre la peinture précédente et la nouvelle.

Pour ça, on a effectué d'abord un traitement préparatoire des surfaces, avec une peinture epoxy polyamide bi-composant. Après avoir obtenu une surface pouvant favoriser l'adhésion de la peinture polysiloxane, on a procédé à la peinture.

On a appliqué une peinture epoxy polyamide blanche RAL 9010 (Epo build 70A de la Société AZ Tech Srl, en mesure de



7. Le résultat final dans le tunnel de Cheseaux

150 g/m<sup>2</sup>), nécessaire pour garantir l'adhésion de la peinture de finition, suivi par une couche de peinture polysiloxane blanche RAL 9010 (Fosgallery Polisil White de la Société AZ Tech Srl, en mesure de 100 g/m<sup>2</sup>).

### Un an après...

Un an après le vernissage, en septembre 2015, la Société Seven Service a effectué le premier lavage à la brosse des deux tunnels, avec des résultats surprenants: le cycle de nettoyage a ramené les surfaces à la condition initiale, sans aucun résidu de smog, huile ou poussière.

Les tests pour l'évaluation d'un cycle de lavage en tunnel consistent principalement dans l'épreuve tampon (frottage d'un chiffon humide sur la surface et observation visuelle de la quantité de saleté enlevée) et en épreuves liées à la diffusion de la lumière.

Assurément, une surface propre reflète mieux la lumière, créant ainsi une meilleure visibilité dans le tunnel et augmentant les standards de sécurité. Au contraire, les surfaces présentant une couche de saleté empêchent une correcte diffusion de la lumière, diminuant la visibilité des conducteurs. La mesure du degré de diffusion de la lumière dans un tunnel se fait grâce à des luminancemètres.



6A e 6B. Détails de la peinture du tunnel de Cheseaux



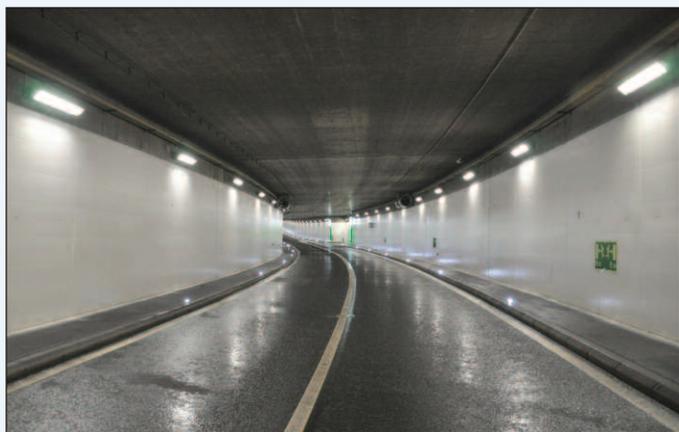


## Traitement surfaces

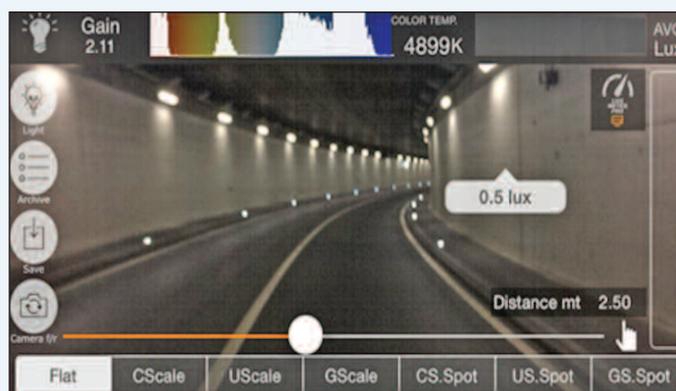
Les paramètres qui règlent ces instruments dépendent de la distance de mesure et de l'angle d'incidence de la sonde photométrique et, évidemment, varient suivant le type d'illumination (lampes classiques, LED, néon, etc.). Dans les analyses ci-dessous, issues des relevés effectués avant et après



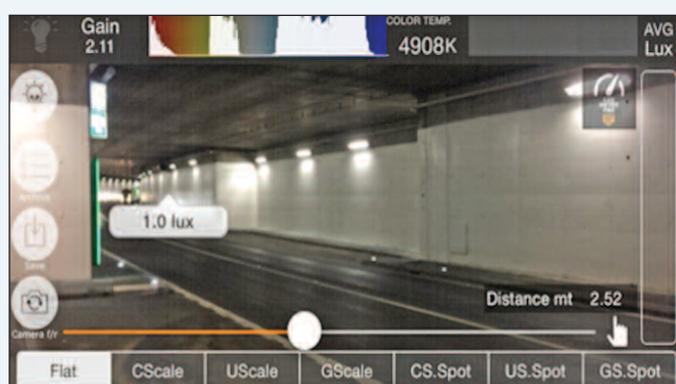
8. Le tunnel de Marcolet avant l'intervention de nettoyage



9. Le tunnel de Marcolet après l'intervention de nettoyage



10B. Les mesures avant l'intervention de lavage



10C. Les mesures après l'intervention de lavage

l'intervention de nettoyage dans les deux tunnels, seront exposés seulement quelques résultats, montrés dans les Figures 10B, 10C, 12B et 12C. Les mêmes résultats sont montrés sous forme de graphiques dans les Figures 10A et 12A. Dans ces tableaux sont montrées les valeurs de luminance en  $\text{cd}/\text{m}^2$  pris plus ou moins tous les vingt mètres avant et après les travaux.

Le test a été effectué avec un instrument professionnel de moyenne précision (LuxMeterPro 2.1), connecté à un smartphone pour la prise d'images. Les valeurs enregistrées et la méthodologie utilisée ne répondent pas à une procédure spécifique mais sont seulement des enregistrements empiriques de la luminosité dans les tunnels. Ils ont l'objectif de montrer l'augmentation de la diffusion de la lumière dans le tunnel après le nettoyage et l'importance de la maintenance pour une amélioration de la visibilité et donc de la sécurité du trafic routier.

### Le tunnel de Marcolet

Le tunnel arbore une illumination avec des lampes latérales au néon et il enregistre une valeur initiale de luminescence moyenne de 0.45 lux. Après le nettoyage, la valeur moyenne est de 0.73 lux, avec une augmentation de 37%.

NOME GALLERIA		Marcolet (SVI)	
LUNGHEZZA (m)		630	
UBICAZIONE		Lausanne (Svizzera)	
TIPOLOGIA		Doppio senso di circolazione	
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE		Si, neon	

Valori di luminanza ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) rilevati dalla progressiva metrica avente origine in corrispondenza del portale d'ingresso			
METRI DALL'IMBOCCO (m)	PRIMA ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )	DOPO ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )	VARIAZIONE (%)
0	0,50	0,60	16,67%
20	0,60	0,70	14,29%
40	0,40	0,80	50,00%
60	0,30	0,80	62,50%
80	0,50	0,90	44,44%
100	0,30	0,70	57,14%
150	0,40	0,60	33,33%
200	0,50	0,70	28,57%
250	0,60	0,90	33,33%
300	0,40	0,60	33,33%
350	0,30	0,50	40,00%
400	0,60	0,80	25,00%
450	0,40	0,90	55,56%
500	0,50	0,70	28,57%
550	0,30	0,70	57,14%
600	0,60	0,80	25,00%

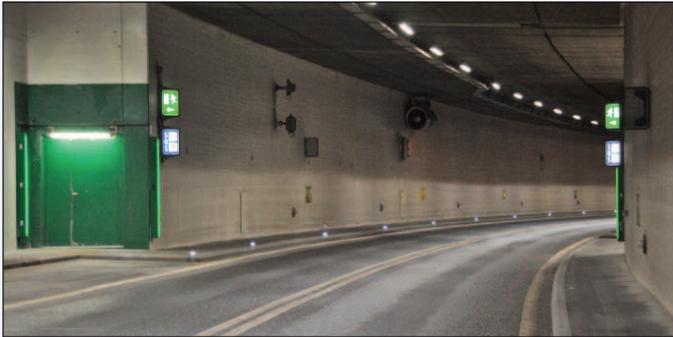
  

Luminanza	
Valore (cd/m <sup>2</sup> )	0 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
Metri	0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 440 480 520 560 600

VARIAZIONE MEDIA (%)	
	37,80%

10A. Le tableau des valeurs du tunnel de Marcolet



11. Le tunnel de Cheseaux avant l'intervention de nettoyage



13. Le tunnel de Cheseaux après l'intervention de nettoyage

NOME GALLERIA		Cheseaux (SVI)	
LUNGHEZZA (m)	530		
UBICAZIONE	Lausanne (Svizzera)		
TIPOLOGIA	Doppio senso di circolazione		
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	Si, led		

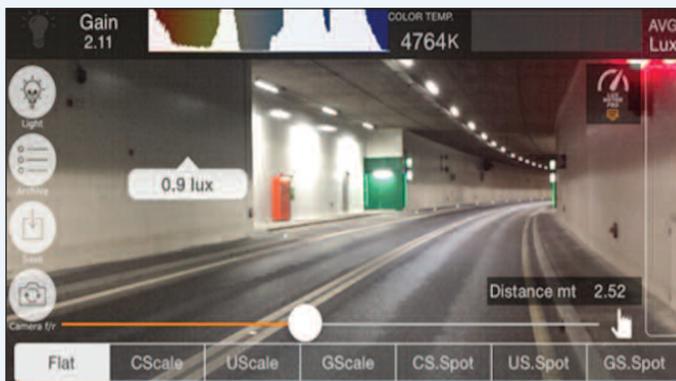
Valori di luminanza (cd/m <sup>2</sup> ) rilevati dalla progressiva metrica avente origine in corrispondenza del portale d'ingresso			
METRI DALL'IMBOCCO (m)	PRIMA (cd/m <sup>2</sup> )	DOPO (cd/m <sup>2</sup> )	VARIAZIONE (%)
0	0,70	0,90	22,22%
20	0,80	0,90	11,11%
40	0,70	1,10	36,36%
60	0,80	1,30	38,46%
80	0,80	1,20	33,33%
100	0,60	1,20	50,00%
150	0,70	1,00	30,00%
200	0,50	1,00	50,00%
250	0,60	0,90	33,33%
300	0,80	1,20	33,33%
350	0,70	0,90	22,22%
400	0,60	1,00	40,00%
450	0,70	1,20	41,67%
500	0,80	1,30	38,46%

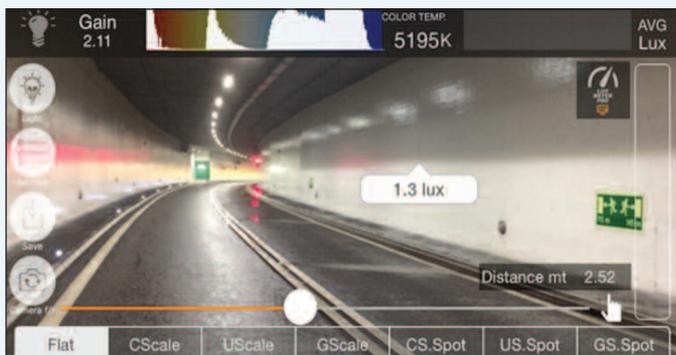
Luminanza	
Valore (cd/m <sup>2</sup> )	Metri

**VARIAZIONE MEDIA (%)** 34,54%

12A. Le tableau des valeurs du tunnel de Cheseaux



12B. Les mesures avant l'intervention de lavage



12C. Les mesures après l'intervention de lavage

### Le tunnel de Cheseaux

Le tunnel arbore une illumination avec des lampes LED centrales et il enregistre une valeur initiale de luminescence moyenne de 0.70 lux. Après le nettoyage, la valeur moyenne est de 1.08 lux, avec une augmentation de 34%. Les images du tunnel de Cheseaux peuvent induire en erreur; la zone du pied-droit entre 2 et 5 m peut apparaître sale, mais en réalité c'est juste une zone d'ombre causée par l'illumination latérale.

### Résultats, avantages et opportunités

La modalité de l'adjudication, fondée sur la "responsabilité technique" de l'intervention a apporté une grande satisfaction pour l'efficacité du cycle de nettoyage des tunnels, ce qui certifie l'efficacité de la peinture et des modalités d'application. Travailler sur adjudication c'est une incitation pour toute l'entreprise: la confrontation entre Techniciens, Chefs de chantier et Direction permet la mise au point de technologies uniques dans leur genre, qui permettent le progrès technologique et l'amélioration du know-how de la Société, facteurs essentiels pour s'affirmer dans le monde du travail d'aujourd'hui.

En plus de l'excellent résultat obtenu, la vraie satisfaction réside dans le fait d'avoir réalisé un projet techniquement et économiquement à l'avant-garde du secteur, projet qui sera sûrement proposé à nouveau en milieu nationale et internationale pour l'application d'une peinture de qualité en temps rapides et avec des coûts contenus.

### Conclusions

En conclusion, on peut affirmer que la Seven Service a su réaliser avec plein satisfaction les objectifs suivants:

- ◆ individuation d'un cycle de peinture et d'un système d'application technologiquement avancé capable de garantir des performances élevées, une rapidité d'exécution et un bas impact sur le trafic;
- ◆ individuation d'une peinture avec des standards qualitatifs élevés et avec des bonnes caractéristiques en termes de sécurité pour les ouvriers et l'environnement;
- ◆ vérification, bien que de manière empirique, de l'efficacité du "pack technologique" proposé via des interventions de maintenance qui préservent des standards de sécurité élevés. ■

\* *Ingenieur Directeur Technique de Seven Service Srl*