June 2017

PhotoCityTex

Air pollution treatment in European urban environments by means of photocatalytic textiles

I TESSILI CON PROPRIETÀ FOTOCATALITICHE E LA GESTIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO NEI CONTESTI URBANI D'EUROPA

AIR POLLUTION TREATMENT IN EUROPEAN URBAN ENVIRONMENTS BY MEANS OF PHOTOCATALYTIC TEXTILES

LIFE13 ENV/ES/000603

www.ceam.es/PHOTOCITYTEX/home.htm

CEAM FUNDACIÓN CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DEL MEDITERRÁNEO

aitex

AJUNTAMENT DE Quart de Poblet

LEGAMBIENTE emilia-romagna

NEXT TECHNOLOGY TECNOTESSILE

PhotoCityTex

Air pollution treatment in European urban environments by means of photocatalytic textiles

Indice

CONTESTO

FOCUS SUL PROBLEMA AMBIENTALE

OBIETTIVI

AZIONI SVILUPPATE

RISULTATI

IMPATTO AMBIENTALE

BENEFICI SOCIO-ECONOMICO

FOLLOW UP DI PROGETTO

PARTNER E DETTAGLI DI CONTATTO

Index

CONTEXT

ENVIRONMENTAL PROBLEM TARGETED

OBJECTIVES

ACTIONS CARRIED OUT

RESULTS

ENVIRONMENTAL IMPACT

SOCIO-ECONOMIC BENEFITS

PROJECT FOLLOW UP

PROJECT CONSORTIUM & CONTACT DETAILS

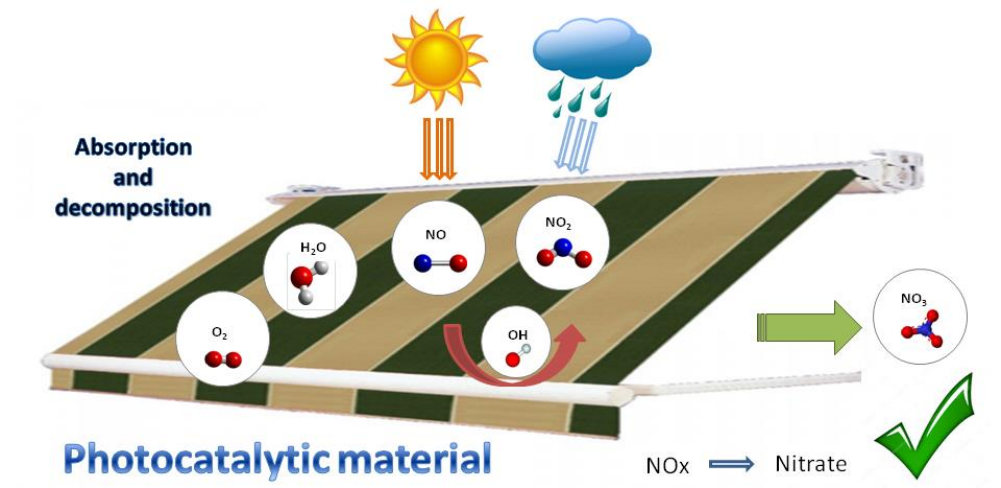
www.ceam.es/PHOTOCITTEX/home.htm

CONTESTO

Le emissioni generate dal traffico veicolare costituiscono una delle più consistenti fonti di inquinamento atmosferico nelle aree urbane, e sono causa di effetti particolarmente dannosi sulla salute umana e sull'ambiente. Per questa ragione, la loro riduzione è diventato un obiettivo cruciale per tutti i paesi europei. Recentemente, per rimuovere gli agenti inquinanti presenti nell'aria è stata presa in considerazione le possibilità di utilizzare materiali fotocatalitici autopulenti a base di biossido di titanio. Il TiO_2 è inerte al buio, atossico, economico e di facile impiego. Queste proprietà permettono di utilizzarlo per la riduzione delle concentrazioni di ossidi di azoto (NO_x), uno dei principali inquinanti dell'aria in ambito urbano. Il biossido di titanio è presente sul mercato in molteplici composti per applicazioni nell'ambiente, e la sua efficacia dipende non solo dal supporto su cui è utilizzato (calcestruzzo, vernici, etc), ma anche dalla tecnica di applicazione (spalmatura, impregnazione, etc).
La sua capacità di abbattimento degli inquinanti, tuttavia, non è ancora stata pienamente dimostrata, perché i test sono stati generalmente effettuati in condizioni "non realistiche".

CONTEXT

Traffic emissions are an important source of air pollution in urban areas that have harmful effects on human health and the environment. Consequently, their reduction is a major challenge in EU countries. Recently, the use of titanium oxide- (TiO_2) based photocatalytic self-cleaning materials has been considered to remove urban pollution. TiO_2 is also inert in the dark, not toxic, cheap and easy to use. These properties had led this material to be used to lower nitrogen oxides (NO_x) levels, one of the most important pollutants in urban areas. TiO_2 can be found in the market in different formats for environmental purposes, and its effectiveness depends not only on the support (concrete, paints, etc.) but also on the application method (coating, impregnation, etc.). Nevertheless, demonstrations of its remediation capacity have been quite limited as tests have been generally done under unrealistic conditions.



Un nuovo settore di utilizzo per questa tecnologia è quello dei banner tessili da esterni, che non necessitano di grandi strutture portanti, sono esposti ad alti livelli di luce naturale e sono un materiale di base ottimo per l'applicazione del biossido di titanio con funzione catalitica.

L'obiettivo del progetto Life Photocitytex è stato quello di verificare - in condizioni reali - l'effettiva efficacia dei tessuti fotocatalitici trattati con TiO_2 per l'abbattimento degli inquinanti e il miglioramento della qualità dell'aria. Evidenziare l'utilità di questa tecnologia nell'abbattimento degli inquinanti atmosferici, ha un grande valore aggiunto per l'Unione Europea, sia in termini di politiche ambientali (implementare la strategia di miglioramento della qualità dell'aria) che in termini economici (dimostrare l'efficacia di nuove tecnologie).

A new commercial area is the textile architecture. Outdoor textile structures require minimal support elements, provide overall high levels of natural daylight, and are a good base material to apply this TiO_2 photocatalytic technique.

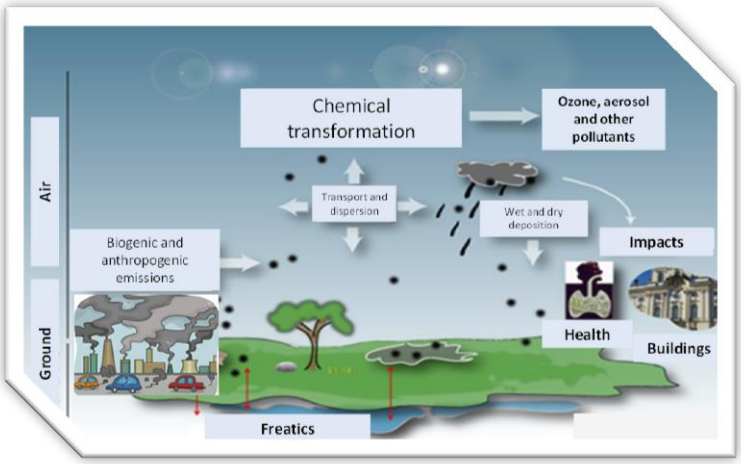
The aim of the PHOTOCITYTEX LIFE Project is to assess the effectiveness of TiO_2-based textiles as a remediation technology to help improve air quality by reducing air pollution under realistic conditions. Assessing and demonstrating the effectiveness of these depolluting techniques have a real EU added value in terms of both policy making (implementing the EU air quality strategy) and economy (by providing a demonstration of the performance of a new technology).

FOCUS SUL PROBLEMA AMBIENTALE

Attualmente, in molte gradi aree urbane del mondo, l'inquinamento dell'aria è un problema di grande criticità. Gli inquinanti possono essere classificati in inquinanti primari e secondari. Gli inquinanti primari sono emessi direttamente in atmosfera, mentre i secondari si formano a seguito di trasformazioni chimiche degli inquinanti primari. Nei centri urbani gli inquinanti primari sono gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili che, a seguito di reazioni fotochimiche, si trasformano in inquinanti secondari. Per molti di questi (ozono, biossido di zolfo, monossido di carbonio, biossido d'azoto e polveri sottili come le PM10 e le PM 2.5), sono stati fissati dei limiti di concentrazione, a causa della loro rilevanza.

ENVIRONMENTAL PROBLEM TARGETED

Today air pollution is a significant problem in many large urban areas around the world. Pollutants can be classified into primary and secondary. Primary pollutants are emitted directly into the atmosphere, while secondary pollutants are those formed by atmospheric chemical processes that act on the primary pollutants. In these areas, primary pollutants are NO_x and volatile organic compounds (VOC) which undergo photochemical reactions in the sunlight to form secondary pollutants. Some of these are very important pollutants for which air quality standards have been set, such as O_3, SO_2, CO, NO_2, PM10 and PM2.5 ambient particulate matter



In riferimento alla qualità dell'aria, il Parlamento e la Commissione Europea hanno approvato numerose normative che definiscono i limiti degli inquinanti dell'aria in Europa: le principali sono la direttiva sulla qualità dell'aria (2008/50/EC), e la direttiva sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria (96/62/EC). Parallelamente, il protocollo di Göteborg siglato nell´ambito della convenzione Unece sull´inquinamento atmosferico transfrontaliero (Lrtap), e la direttiva europea 2001/81/EC, fissano dei limiti annuali alla concentrazione degli inquinanti aero dispersi per tutti i paesi dell'Unione Europea.

Nonostante le norme in vigore e gli sforzi per migliorare la qualità dell'aria nei centri urbani, le emissioni di ossidi di azoto costituiscono ancora oggi un problema rilevante in Europa. Gli inquinanti prodotti dal traffico, dalle industrie e dal riscaldamento domestico risultano ancora ampiamente sopra i limiti fissati in molti paesi. La direttiva europea 2008/50/EC stabilisce una soglia di sicurezza per la popolazione, in riferimento alle concentrazioni di biossido d'azoto in atmosfera, pari a 40 $\mu g\ m^{-3}$. Ciononostante, ci sono ancora molte città con concentrazioni medie annuali di NO_2 superiori a 50 $\mu g\ m^{-3}$.

Inoltre, sono presenti nell'aria inquinanti pericolosi come i BTEX (benzene, toluene, etilbenzene e xilene) ed altri composti organici volatili che non vengono attualmente normati dalla legislazione europea.

Tutti questi inquinanti hanno effetti diretti sulla salute umana, quali:

- ✓ Danni sulla salute umana. Una grande percentuale della popolazione europea vive ancora in città dove i limiti per l'inquinamento dell'aria non sono rispettati. L'esposizione ad alti livelli di inquinanti e/o l'esposizione prolungata all'inquinamento dell'aria possono avere effetti negativi sul sistema respiratorio, oltre che causare problemi più gravi come tumori e cardiopatie.
- ✓ Danni ambientali. La presenza di inquinanti nell'aria mette a rischio la vita di piante ed animali, riducendo la biodiversità e la produzione agricola. L'inquinamento può essere locale, quando gli effetti sono limitati nello spazio, o globale, quando invece, a causa delle caratteristiche degli inquinanti, gli effetti sono riscontrabili in zone distanti dalle sorgenti di emissione e sono in grado di alterare l'equilibrio dell'intero pianeta.

In relation to ambient air quality, a substantial amount of Community legislation has been adopted by the European Council and the European Parliament. The legislation that sets pollutant limits across Europe includes the 2008 Directive on ambient air quality and cleaner air for Europe (2008/50/EC), and the 1996 Framework Directive on ambient air quality assessment and management (96/62/EC). The Gothenburg Protocol of the United Nations Economic Commission for Europe's Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP) and the EU National Emission Ceilings Directive (2001/81/EC) set annual emissions limits on air pollutants for European countries.

Yet despite current legislation and efforts being passed and made to improve urban air quality, nitrogen oxide emissions are still a major problem in Europe. Air pollution emitted from sources such as traffic, industry and households still exceeds internationally agreed limits in many European cities. Directive 2008/50/EC sets a critical level for nitrogen dioxides (NO_2), among other pollutants, below 40 $\mu g\ m^{-3}$ to protect populations. Nevertheless, the average annual NO_2 concentrations in some large European cities are higher than 50 $\mu g\ m^{-3}$.

Harmful pollutants, such as BTEX (benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes) and other VOCs, are still not regulated by the EU legislation to date.

In summary, some of the effects that air pollution causes are:

- ✓ Harm to human health. A significant proportion of Europe's population still lives in cities where exceedances of air quality standards occur. High levels and/or long-term exposure to air pollution can mainly affect the respiratory system, but can also lead to more serious problems like heart disease and cancer.
- ✓ Environmental damage. It causes damage to plants and animals, and affects biodiversity and crop yields. Air pollution can be local, when effects are suffered in their vicinity, or planetary, when the balance of the planet and outlying areas that contain emission sources are affected by the characteristics of pollutants.

L'utilizzo di tessuti fotocatalitici può giocare un ruolo importante nella riduzione di questi inquinanti, grazie alla capacità di abbattere gli ossidi di azoto. L'efficacia non è limitata alla sola riduzione degli NOx, ma avrà effetto anche sulla diminuzione di altri inquinanti come ozono e particolato, in presenza di composti organici volatili. Questa riduzione favorirà il raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalla Direttiva europea 2008/50/EC sugli standard della qualità dell'aria, riducendo allo stesso tempo gli impatti negativi sulla salute umana e sull'ambiente.

The use of textiles that possess photocatalytic activity could play an important role to decontaminate polluted areas thanks to its NO_x removal capacity. It would affect not only the reduction of environmental levels, but also the formation of other pollutants, such as O_3 and PM, in the presence of VOCs. This reduction will help fulfill the objectives set by Directive 2008/50/EC on Ambient Air Quality standards and will, consequently, mitigate harmful effects on human health and vegetation.

OBIETTIVI

L'obiettivo generale di progetto è dimostrare le potenzialità dei tessuti fotocatalitici in termini di riduzione degli inquinanti dell'aria in ambiente urbano. Questa iniziativa nasce dalle opportunità tecnologiche offerte dall'industria tessile e dagli sviluppi delle tecnologie fotocatalitiche nel campo della diminuzione degli inquinanti aero dispersi in ambito urbano.

Gli obiettivi specifici sono invece:

- ✓ Produrre tessuti fotocatalitici dimostrativi da testare in ambiente urbano per la riduzione degli inquinanti dell'aria
- ✓ Studiare le proprietà fotocatalitiche di due diverse tipologie di prodotti: tende da esterni e banner tessili per edifici
- ✓ Evidenziare le possibili applicazioni dei tessuti fotocatalitici, stimandone la loro efficienza attraverso test su larga scala e in atmosfera controllata nella camera di simulazione EUPHORE
- ✓ Effettuare un'installazione dimostrativa dei tessili in ambito urbano – nei pressi di un tunnel e nel cortile di una scuola – a Quart de Poblet (Valencia, Spagna) e condurre una campagna di monitoraggio prima e dopo l'installazione
- ✓ Stimolare le autorità locali e gli stakeholder all'adozione di un approccio integrato nella gestione dell'inquinamento dell'aria, implementando le tecnologie testate con successo nel progetto Photocitytex

OBJECTIVE

The general objective of this project is to demonstrate the environmental possibilities of textiles with photocatalytic activity with a view to decontaminating urban atmospheres. This initiative takes advantage of the technical opportunities offered by the textile architecture industry and the current advances in photocatalysis technology to face air depollution challenge in urban environments.

This general objective leads to the following specific objectives:

- ✓ Manufacture of photocatalytic textile demonstrators to be applied as decontamination systems in urban environments
- ✓ Study of the photocatalytic properties of two types of textile-based architecture elements: awnings and wall coverings on laboratory and semi-industrial scales
- ✓ Demonstrate the application of photocatalytic textiles and estimate their efficiency by testing them on a larger scale under atmospheric controlled conditions in the EUPHORE simulation chamber
- ✓ Demonstrate their use in a real polluted environment by installing some photocatalytic textiles at different urban locations in the town of Quart de Poblet (Valencia, east Spain) and taking field measurements before and after installing prototypes
- ✓ Provide a basis to encourage local authorities and stakeholders to adopt a more integrated approach on urban air quality management and to implement the techniques successfully tested in the PHOTOCITYTEX project

AZIONI SVILUPPATE

L'implementazione del progetto Photocitytex ha visto la realizzazione delle seguenti azioni:

- ✓ Ricerca delle tecnologie attualmente disponibili per la riduzione dell'inquinamento dell'aria e identificazione dei composti fotocatalitici più adatti ad essere utilizzati sui tessili
- ✓ Raccolta delle normative europee, al fine di stabilire le condizioni di test su larga scala
- ✓ Analisi della qualità dell'aria a Quart de Poblet prima dell'installazione dei tessuti fotocatalitici
- ✓ Realizzazione dei prototipi tessili in laboratorio
- ✓ Test dei prototipi per selezionarne il più efficace in termini di capacità fotocatalitica e applicabilità sui tessuti
- ✓ Sviluppo dei tessuti fotocatalitici su scala semi-industriale per l'utilizzo come tendaggi e banner da esterni
- ✓ Dimostrazione su larga scala dell'uso di prototipi di tessuti fotocatalitici nella camera EUPHORE, con simulazione delle condizioni atmosferiche presenti in Europa e utilizzo la luce solare
- ✓ Dimostrazione sul campo, con l'installazione dei tessuti fotocatalitici in due aree di Quart de Poblet, (lungo un tunnel stradale ad intenso traffico e nel cortile di una scuola nelle vicinanze del tunnel), con analisi pre e post installazione, al fine di valutare l'efficienza delle soluzioni di PHOTOCITYTEX

ACTIONS PERFORMED

Undertaking the PHOTOCITYTEX initiative required the following actions:

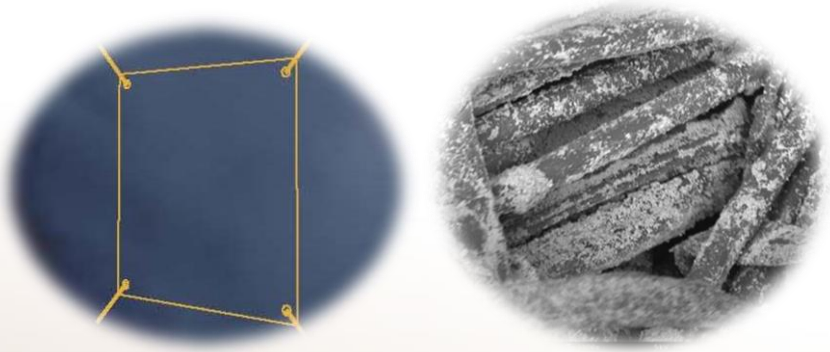
- ✓ Review current technologies available to decontaminate urban environments to identify the suitable photocatalytic compounds to be implemented into textiles
- ✓ Review European legislations and regulations to establish the large-scale demonstration conditions
- ✓ Take air quality measurements at Quart de Poblet city prior to installing photocatalytic textiles
- ✓ Develop textile prototypes on the lab scale
- ✓ Analyse prototypes on the lab scale to determine that which offers the greatest photocatalytic activity and optimal textiles features
- ✓ Develop textile prototypes on a semi-industrial scale: awnings and wall coverings
- ✓ Give a larger scale demonstration of the use of photocatalytic prototypes by employing EUPHORE chambers, where representative European atmospheric conditions can be simulated using natural sunlight
- ✓ Offer a field demonstration by installing photocatalytic textiles in two urban locations in Quart de Poblet (highway tunnel and school courtyard) before and after installing textiles to evaluate the efficiency of PHOTOCTYTEX solutions: tunnel and school

Nel corso della realizzazione di PHOTOCITYTEX sono state realizzate molteplici attività.

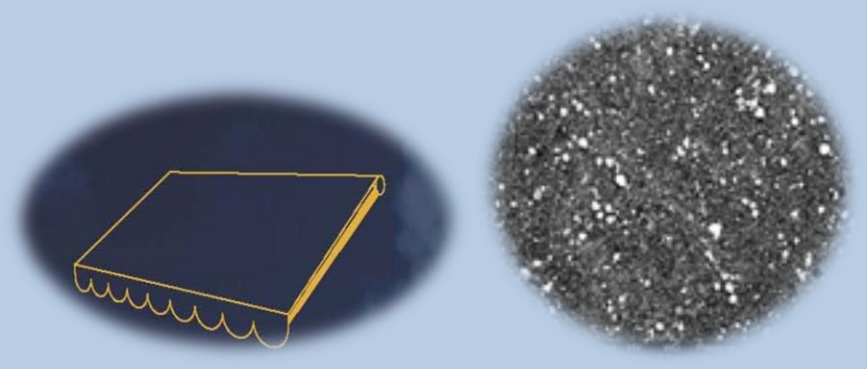
La prima è stata la produzione e la caratterizzazione di prototipi a scala di laboratorio. Sono state attribuite ai tessuti le proprietà fotocatalitiche attraverso tecniche differenti, in base all'utilizzo finale pensato per i tessili. Le fibre fotocatalitiche sono state filate in un rocchetto utilizzato per la produzione di tessuti, con una struttura studiata per ottimizzare la concentrazione delle fibre nella produzione industriale. Sono state testate diverse tecniche di finissaggio per incorporare gli additivi fotocatalitici nel tessuto. I prototipi sono sati successivamente implementati per il loro utilizzo come tendaggi e come banner tessili da esterni. Ogni prototipo sviluppato all'interno del progetto è stato caratterizzato fisicamente e meccanicamente per studiarne le proprietà fotocatalitiche.

By undertaking the LIFE-PHOTOCITYTEX project, the following actions were performed:

The first task consisted in manufacturing and characterising the lab-scale prototypes. The photocatalytic properties are conferred by employing a range of techniques depending on the final use for which the textile is designed. Photocatalytic fibre was spun into yarn, which was then woven into structures to optimise the concentration of fibre in a woven fabric. A range of surface finishing procedures was also assayed to incorporate photocatalytic additives into the fabric in the finishing stage. Textile prototypes were developed for awning use, and also for applications like wall coverings. Each prototype developed during the project was then characterised from a physical and mechanical point of view to identify its photocatalytic properties.



Banner tessili: Tessuto in acrilico trattato con spalmatura di TiO_2
COVERING: Acrylic fabric treated with a TiO_2 coating



Tendaggi: tessuto in PVC trattato con spalmatura di TiO_2 su entrambe le superfici
AWNING: Both sides of a PVC fabric treated with a TiO_2

La seconda attività aveva come obiettivo la dimostrazione dell'effettiva capacità di riduzione dell'inquinamento dell'aria in condizioni controllate in EUPHORE, una camera di simulazione outdoor di grande volume, dotata di una strumentazione avanzata per la caratterizzazione in condizioni atmosferiche controllate dei principali parametri che avrebbero potuto influire sul comportamento dei prototipi fotocatalitici (radiazione, temperatura, radicali e concentrazioni di inquinanti, umidità relativa, orientamento dei prototipi: nord, sud, est, ovest).

All'interno della camera sono stati installati anche alcuni modelli di strutture portanti, rivolti verso i 4 punti cardinali, per sorreggere 24 m^2 di tessuto in posizione verticale. In aggiunta, sono stati posizionati orizzontalmente e adagiati a terra 12 m^2 di tessuto.

The second task was to demonstrate the effectiveness of reducing pollution under atmospheric controlled conditions using simulation chambers. EUPHORE is a high volume outdoor simulation chamber with advanced instrumentation to characterise the most important parameters that affect the behaviour of the photocatalytic prototypes under controlled atmospheric conditions (radiation, temperature, radicals and pollutants concentration, relative humidity, orientation of prototypes: north, south, west, east, etc.).

Samples of the textile architectural elements were installed inside the chambers by hanging 24 m^2 of the textiles vertically to face all four compass points. Besides, 12 m^2 were placed horizontally on the ground.

Questi test sono stati condotti in giornate lavorative, considerando un intero ciclo solare (dall'alba al tramonto). In generale, per verificare i risultati sono state duplicate condizioni diverse:

- ✓ in assenza del tessuto
- ✓ in presenza del tessuto fotocatalitico
- ✓ in presenza di tessuto non fotocatalitico.

Per studiare l'efficacia del tessuto fotocatalitico nel ridurre gli ossidi di azoto, sono state simulate all'interno della camera diverse condizioni ambientali:

- ✓ Con **concentrazioni costanti di NOx** simili alle condizioni atmosferiche
- ✓ Con **profili giornalieri di NOx confrontabili** con le condizioni atmosferiche di Bologna, Parigi e Quart de Poblet
- ✓ Con **concentrazioni di COVs/NOx** e condizioni di irraggiamento solare confrontabili con la condizione tipica di un ambiente urbano europeo inquinato.

Trials were run on working days by covering a complete solar cycle from early morning to sunset. In general, different conditions were tested in duplicate:

- ✓ in the absence of textiles to characterize the processes
- ✓ in the presence of photocatalytic textiles
- ✓ in the presence of non-photocatalytic textiles

In order to study the effectiveness of the photocatalytic textiles to reduce NOx, different environmental conditions were simulated in the chamber:

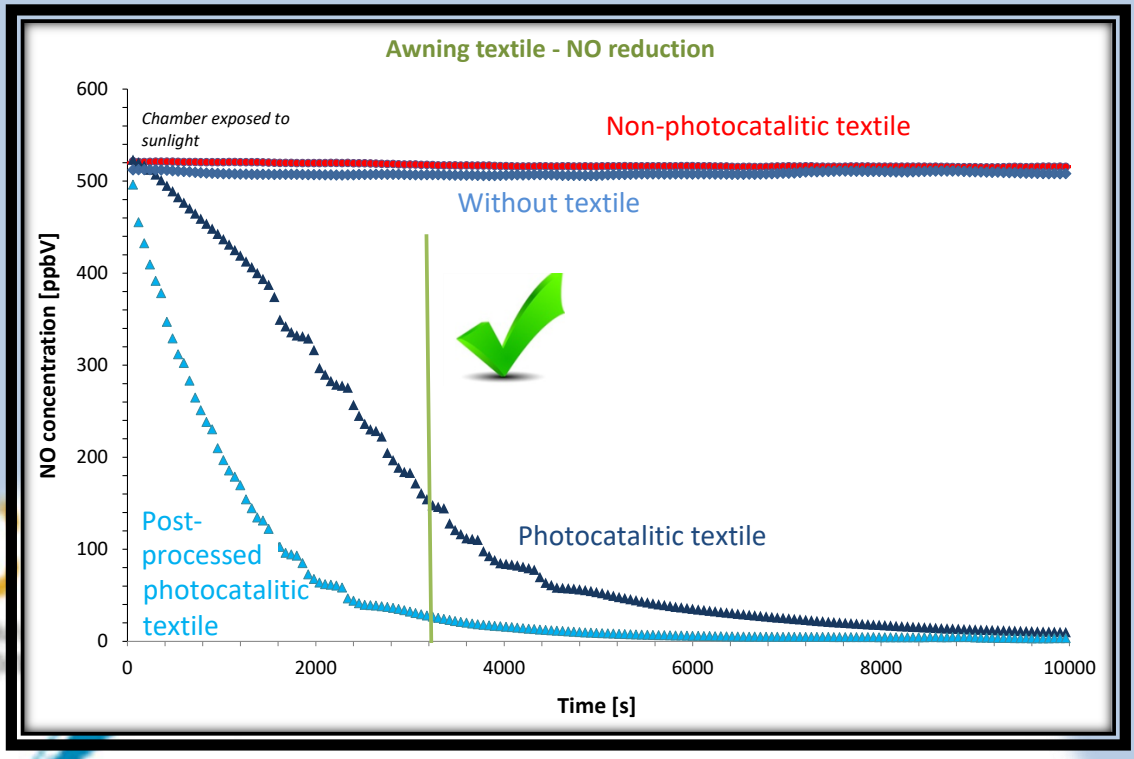
- ✓ **Constant NO_x** concentration at atmospheric levels
- ✓ **Daily NO_x profiles** representative of European polluted environments: Bologna, Paris and Quart de Poblet
- ✓ **VOCs/NO_x** ratio and RH conditions that represented typical European urban polluted scenarios

RISULTATI

I test realizzati hanno consentito di dimostrare l'efficacia dei tessuti fotocatalitici in presenza di NOx (ossidi di azoto) ed altri inquinanti, e la la loro influenza sulla formazione di inquinanti secondari.

RESULTS

The tests allowed us to demonstrate textiles' reduction effectiveness in the presence of NO_x and other pollutants, and the influence of secondary pollutants on formation.



I risultati ottenuti mostrano, in particolare, che i tendaggi fotocatalitici riducono il monossido d'azoto del 79% in un'ora, con una riduzione dello stesso livello anche per il biossido d'azoto. Questa riduzione risulta anche maggiore con l'utilizzo di un tessuto post processato (che consiste nel lavaggio del tessuto con acqua spruzzata), che consente di raggiungere una riduzione media per ora dell'88% per il monossido d'azoto e del 70% per gli ossidi d'azoto.

Allo stesso modo, i risultati ottenuti con uno dei due tessuti da parete prodotti, hanno evidenziato una riduzione degli ossidi di azoto del 40% in 8 ore, mentre una seconda tipologia di tessuto ha disatteso le aspettative.

Specialmente nel caso delle tende da esterni, le percentuali di riduzione di ossidi di azoto si sono rivelate decisamente migliori delle aspettative che erano pari ad una riduzione del 30% in 8 ore.

La terza attività ha previsto la valutazione, in ambiente reale, dell'efficacia dei tessuti fotocatalitici nella riduzione degli ossidi d'azoto e degli altri composti. A questo scopo sono state predisposte 1 campagna di monitoraggio passiva di lungo termine della durata di 58 settimane, e 5 campagne attive realizzate tra novembre 2014 e marzo 2017. Entrambe le campagne di monitoraggio sono state eseguite nei due siti selezionati per l'installazione dei prototipi: nel cortile di una scuola nelle vicinanze di un'area ad intenso traffico stradale, e in un tunnel stradale con intenso passaggio di mezzi motorizzati.

Dopo 2 anni e mezzo di misurazioni passive effettuate con dosimetri, sono stati confrontati i valori di biossido d'azoto prima e dopo l'installazione dei tessuti fotocatalitici. A seguito di questa analisi è stata osservata una riduzione del livello di questo inquinante in tutte le stazioni di monitoraggio. La percentuale media annuale di riduzione connessa all'utilizzo dei prototipi di tendaggi presso la scuola è risultata pari a 43-54%, con effetti più evidenti nei mesi invernali; la percentuale di riduzione registrata con l'utilizzo dei tessuti da parete installati nel tunnel è risultata del 23-45%, anche in questo caso con effetti più marcati in inverno.

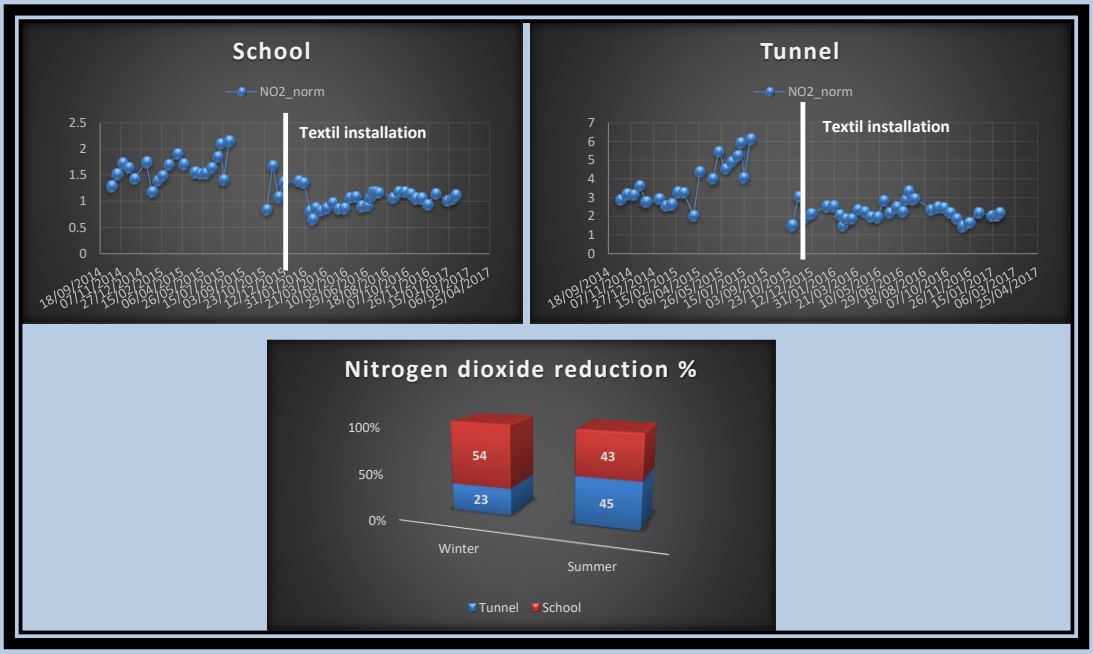
The obtained results show that the photocatalytic awnings reduce NO by 79% per hour by also lowering NO_2 levels. This reduction is even more marked when the post-processed textile is used (consists in cleaning textiles with sprayed water), with 96% per hour, and an average NO remediation of 88% per hour and NO_x remediation of 70% per hour.

Likewise, the results obtained in the different trials run with one of the tested photocatalytic wall coverings shows a 40% NO_x reduction in 8 hours, while a second one did not live up to the expectations.

These nitrogen oxide reduction values are much better than those initially expected when the challenge of a 30%reduction in 8 hours was foreseen, especially for awnings.

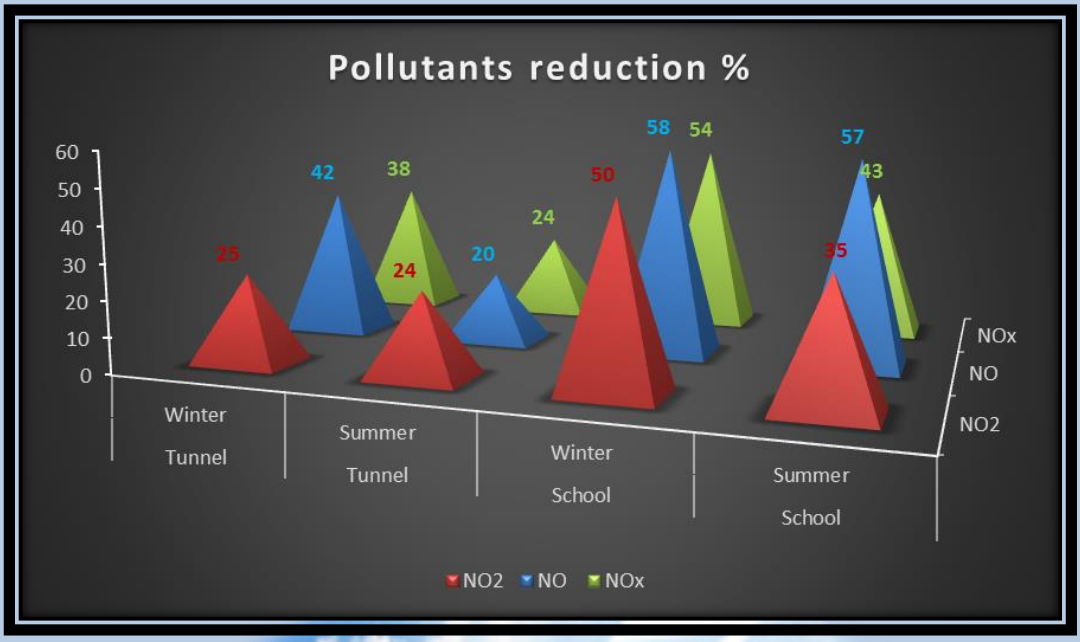
The third task was to evaluate the depolluting effect on NOx and other compounds using photocatalytic textiles in a real environment. For this purpose, a long-term passive campaign that lasted 58 weeks, as well as five active campaigns from November 2014 to March 2017, were carried out in both selected places: a school partially isolated from intense traffic and a tunnel affected by highway traffic.

After 2.5 years of passive dosimetric measurements and comparing NO_2 values before and after installing the photocatalytic textiles, the pollutant in the vicinity of the textiles lowered in all the evaluated locations. The percentage of reduction using the awning prototype at the school was an annual average of 43-54%, and the reduction was more marked in winter. The percentage of reduction using tarpaulins on the tunnel walls was 23-45%, and the reduction was also more marked in winter.



Anche i dati delle 5 campagne attive di misurazione, hanno confermato una riduzione sensibile degli inquinanti presso tutte le installazioni. La percentuale di riduzione del biossido d'azoto è oscillata tra il 24 ed il 50%, con risultati migliori con le tende fotocatalitiche da esterni, in linea con gli esiti delle campagne passive. In riferimento agli ossidi di azoto, invece, il range di riduzione si è rivelato compreso tra il 24% e il 54%, anche in questo caso con risultati più marcati nel caso delle tende da esterni.

In addition, data of the five active intensive campaigns carried out throughout the project were evaluated. They showed a most significant reduction in pollutants at all the locations. The NO_2 reduction percentage ranged between 24-50%, and reductions were more marked when the photocatalytic awning prototype was employed, which is consistent with the results obtained in the passive campaigns. For NO_x, the reduction figures varied between 24-54%, and were just as high when the awning textiles were used.



I valori di riduzione degli ossidi di azoto sono risultati più alti delle aspettative, poiché ci si attendeva una riduzione del 20%, in condizioni reali. I risultati dimostrano l'efficienza di questi materiali nella riduzione dell'inquinamento dell'aria in ambito urbano.

These nitrogen oxide reduction values are much better than initially expected, when the challenge of a 20% reduction was foreseen under real conditions. This demonstrates the efficiency of these materials for decontaminating air pollution in urban areas.

L'IMPATTO AMBIENTALE

Visti gli eccellenti risultati ottenuti negli esperimenti sviluppati nella camera EUPHORE in condizioni controllate, l'aspettativa di arrivare ad un valore medio di **riduzione del 30% sulle 8 ore** per gli ossidi di azoto è stata raggiunta, con un dato di riduzione oraria dell'88% per quanto riguarda i tendaggi. Inoltre, è stato rilevato anche un effetto significativo nella riduzione di altri composti come il toluene, l'm-xylene ed i 1,3,5-TMB, dato che va costituisce un ulteriore valore aggiunto del progetto. Gli inquinanti secondari ed altri composti misurati in ambiente alla presenza dei tessuti, sono risultati confrontabili alle concentrazioni solitamente presenti nell'aria, cosa che consente di affermare l'innocuità dei tessuti sull'ambiente.

Inoltre, gli studi sviluppati con le misurazioni sul campo nei pressi dei punti di monitoraggio, evidenziano una riduzione del biossido d'azoto di circa il 50% con i tendaggi e di circa il 25% con i banner tessili: risultati eccellenti per le zone inquinate.

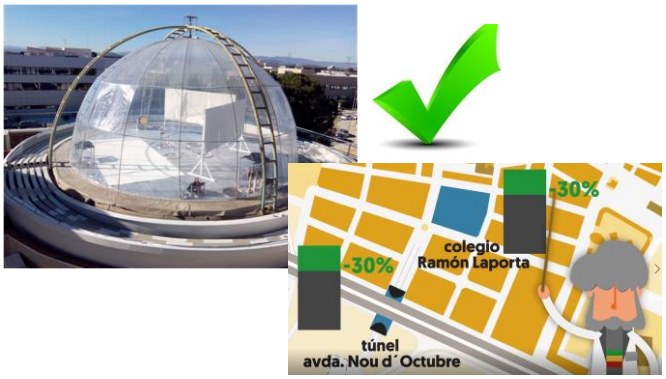
Tuttavia i tessuti catalitici non possono essere considerati una tecnologia risolutiva, ma solo uno strumento da affiancare ad altre misure per il contenimento degli inquinanti (come ad esempio la riduzione del traffico) al fine di ridurre gli effetti negativi sulla salute dei cittadini. Le amministrazioni pubbliche devono quindi essere spinte a prendere in considerazione questa soluzione per favorire il raggiungimento degli obiettivi europei sulla qualità dell'aria nelle città.

ENVIRONMENTAL IMPACT

In view of the excellent results obtained in the experiments carried out in the EUPHORE chambers under isolated conditions, the initially expected results of a 30% NO_x reduction in 8 hours was achieved, and reached up to ***88% in 1 hour*** for the awning textiles. They also had an effect on other pollutants, such as toluene, m-xylene and 1,3,5-TMB, which significantly reduced, and this is an added value for the project. As for other compound types that can be observed in the air mass in the presence of textiles, secondary products have been found to be typical air ambient concentrations. Thus it can be concluded that these textiles do not pose an environmental risk.

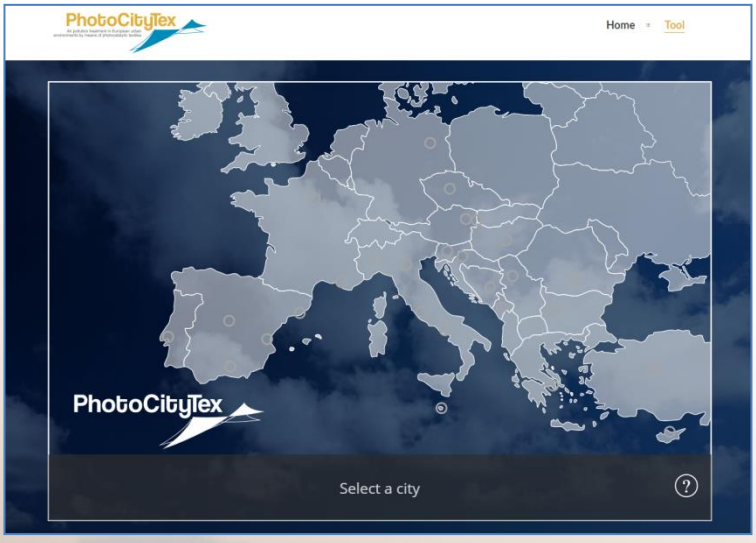
The studies conducted in the field campaigns in the vicinity of the sampling points showed NO_2 reductions of around 50% for the awning textiles, and of around 25% with the wall coverings. Both these results are successful for contaminated scenarios.

Although photocatalytic textiles are no definitive remediation method, they can complement other less popular measures (e.g., traffic control) to help achieve healthier values and making them less severe to citizens. Therefore, Public Administrations are encouraged to consider this solution to help meet the limits of pollutants legislated in polluted EU cities.



Nell'ambito del progetto è stato realizzato anche uno strumento online rivolto a cittadini, tecnici ed amministratori per misurare in maniera semplice l'effetto decontaminante che produrrebbero i tessuti fotocatalitici in ambiente urbano, stimandolo nelle diverse condizioni ambientali (stagioni, radiazione solare ed umidità relativa). Lo strumento è disponibile al seguente link http://photocitytex.eu/

As part of the project, an online information tool has been developed so that citizens, technicians and Public Administrations can approximately and simply evaluate the decontaminating effect that these textiles would produce in a real urban environment under different environmental conditions (season, solar radiation and relative humidity). This tool is available at http://photocitytex.eu/



BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Amministrazioni pubbliche e governi potranno trarre vantaggio dai risultati ottenuti dal progetto PHOTOCITYTEX. Le soluzioni proposte saranno d'aiuto nella riduzione degli inquinanti dell'aria in ambito urbano, ed avranno un impatto diretto nella riduzione del carico fiscale e della spesa sociale connessa all'inquinamento, che attualmente per l'eurozona si attesta intorno ai 300 bilioni di euro.

I banner tessili da esterni potranno essere diffusamente utilizzati per coprire facciate e pareti, mentre i tendaggi potranno essere utilizzati su edifici, negozi, tetti, balconi, terrazze etc.

Anche il mercato industriale sarà avvantaggiato, in particolare il settore tessile, formato da più di 79,1 mila aziende in tutta Europa. Parimenti, potrà avvantaggiarsi dai risultati ottenuti dal progetto anche l'industria chimica, con l'aumento delle vendite delle aziende operanti nel settore dei composti fotocatalitici come conseguenza dell'implementazione di tecnologie innovative nel settore tessile.

SOCIO-ECONOMIC BENEFITS

Administration and governments will benefit from the LIFE PHOTOCITYTEX project results. The proposed solutions will help to lower pollutant concentrations in urban environments and will have a directly impact on reducing taxes and Social Security payments, which are roughly €300 billion in the EU.

This textile architecture can be widely used to cover façades and walls, awnings in buildings and shops, outdoor terrace roofs, etc. Therefore, the industrial market (building and textile) will be positively affected. In fact the textile sector with more than 79.1 thousand enterprises across the EU could benefit from it. The chemical industry will also benefit from the results obtained with this project, and enterprises related to photocatalytic compound synthesis will also benefit by increasing the sales of innovative solutions to be implemented into the usefulness of urban textiles.

Administration and governments

Industrial market : building and textile chemical industry

FOLLOW UP DI PROGETTO

Le azioni a lungo termine del progetto saranno sviluppate in modo tale da verificare che i processi di produzione usati per lo sviluppo dei prototipi tessili siano trasferiti a scala industriale, considerando anche le migliori pratiche di installazione dei prodotti in ambito urbano.

Il consorzio di PHOTOCITYTEX svilupperà nei prossimi anni le seguenti azioni, così come previsto dal piano di comunicazione After-Life+:

- ✓ Azioni dimostrative di PHOTOCITYTEX in ambito locale (Spagna ed Italia) per incoraggiare la replicabilità del progetto da parte degli stakeholder
- ✓ Partecipazione dei partner in eventi favorevoli alla diffusione dei risultati di PHOTOCITYTEX
- ✓ Mantenimento del Sito web di progetto in attività su un server sicuro per i 5 anni successivi alla chiusura del progetto
- ✓ Presentazioni ufficiali dei risultati di PHOTOCITYTEX in occasione di convegni e seminari sull'inquinamento dell'aria, con i player coinvolti (ONLUS, aziende ed amministrazioni etc). A solo titolo esemplificativo: Techtextile-Frankfurt, ITMA -country rotatory, AUTEX conference - country rotatory, TEXTIL-HOGAR-Valencia, APLIMATEC-Valencia, HEIMTEXTIL-Germany, European Sustainable Energy Week, Green Week, Open Days, The European Week for SMEs, European Parliament (committee of environment) if relevant, TAEIX instrument (DG Enlargement, etc)
- ✓ Disponibilità di tutta la letteratura di progetto resterà sul Sito Web di progetto

PROJECT FOLLOW-UP

The long-term project actions were carried out to ensure that the used manufacturing processes of the prototypes properly scale up to the industrial level by also considering the best procedure for them to be installed in polluted urban environments.

The PHOTOCITYTEX Consortium will perform several actions in forthcoming years in line with the after LIFE+ Communication Plan, which include:

- ✓ Demonstration activities to encourage the replication PHOTOCITYTEX locally (Spain and Italy) are expected to engage stakeholders
- ✓ Participation of partners in events suitable for showcasing the PHOTOCITYTEX results
- ✓ The project website will be available for its future use, will be run from a secure server and will be maintained 5 years after the project ends
- ✓ The PHOTOCITYTEX results will be formally presented at key seminars and conferences on air pollution and in the involved sectors: textile, NGOs, business and government, etc.; e.g: Techtextile-Frankfurt, ITMA - country rotatory, AUTEX conference - country rotatory, TEXTIL-HOGAR-Valencia, APLIMATEC-Valencia, HEIMTEXTIL-Germany, European Sustainable Energy Week, Green Week, Open Days, The European Week for SMEs, European Parliament (Committee of the Environment), and whenever relevant, TAEIX instrument (DG Enlargement, etc.
- ✓ Project literature will be also available via the Project Website

PARTNER E DETTAGLI DI CONTATTO *PROJECT CONSORTIUM & CONTACT DETAILS*

PhotoCityTex
Air pollution treatment in European urban environments by means of photocatalytic textiles

Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo, Spain
Dra. Amalia Muñoz Cintas

Asociación de Investigación de la Industria Textil, Spain
Dr. Eduardo Fages

Ayuntamiento de Quart de Poblet, Spain
David Herrero // Bartolomé Nofuentes

Next Technology Tecnotessile, Italy
Dr. Enrico Fatarella // Dr. Danielle Spinelli

Legambiente Emilia Rogmana, Italy
Dra. Lidia Castagnolli

Layman Report - June, 2017
PHOTOCITYTEX project
LIFE13 ENV/ES/000603
Budget: 1.177.880 €
EU contribution: 588.938€
Duration: 01-07-2014 - 30-06-2017

FUNDACIÓN CEAM
C/Charles R. Darwin, 14-Parque Tecnológico
46980 Paterna (Valencia) SPAIN
Phone: +34 609644051 e-mail: info@ceam.es

www.ceam.es/PHOTOCITYTEX/home.htm

With the contribution of the LIFE financial instrument of the European Union