

**Zeitschrift:** Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

**Herausgeber:** Società Svizzera Ingegneri e Architetti

**Band:** - (2007)

**Heft:** 1

**Artikel:** "Le nanotecnologie per l'edilizia"

**Autor:** Lodato, Federica

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-133698>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## «Le Nanotecnologie per l'edilizia»

Federica Lodato\*

«Le Nanotecnologie per l'edilizia»: questo il titolo della giornata svoltasi il 18 gennaio a Verona, nell'ambito della seconda edizione di NanoWeek, la settimana italiana dedicata alle nanotecnologie organizzata da Veneto Nanotech, in collaborazione con l'Università di Verona, dal 15 al 19 gennaio nella prestigiosa sede del Polo universitario Zanotto.

NanoWeek ha visto un programma di cinque giornate dedicate ad un vasto pubblico di ricercatori, imprenditori, studiosi con interventi da parte di scienziati, esperti del settore, ricercatori e rappresentanti di aziende che hanno portato la propria testimonianza quali utilizzatori di nanotecnologie nei cicli produttivi o nei prodotti finiti.

La giornata inaugurale di lunedì 15 gennaio ha visto lo svolgimento di una Tavola Rotonda il cui ospite d'onore, il prof. Antonino Zichichi attualmente impegnato al CERN di Ginevra, ha sottolineato l'importanza delle nanotecnologie per il futuro dell'innovazione tecnologica in tutti i settori industriali, fra cui anche architettura ed edilizia.

Sono poi seguite 4 giornate, ognuna dedicata ad una tematica ben specifica, che – a detta dei partecipanti – sono state molto utili per la comprensione dell'applicazione delle nanotecnologie nei diversi settori trattati.

Ma cos'è Veneto Nanotech? Perché una settimana di conferenze in Italia dedicata ai potenziali applicativi delle nanotecnologie?

Veneto Nanotech è la società che dal 2003 cura e promuove le attività del Distretto per le Nanotecnologie creato in Veneto a seguito di un accordo fra l'allora Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca e la Regione del Veneto.

Veneto Nanotech coordina i soggetti che operano all'interno del Distretto:

– NanoFab, Nanofabrication Facility, centro di ricerca applicata situato all'interno del VEGA, Parco scientifico tecnologico di Venezia, completamente dedicato al trasferimento tecnologico delle nanotecnologie al mondo dell'impresa;

– CIVEN, Coordinamento Interuniversitario Veneto per le Nanotecnologie, che si occupa di ricerca ed alta formazione attraverso un Master in Nanotecnologie (IMN) completamente finanziato dalla Regione del Veneto e dei corsi ad hoc per aziende e altre categorie professionali;

– ECSIN, European Center for the Sustainable Impact of Nanotechnologies, situato a Rovigo, incentrato sulla ricerca e lo studio dell'impatto delle nanotecnologie su ambiente, salute umana e su aspetti etico-legali.

All'interno di tale contesto, Veneto Nanotech funge sia da coordinatore di questi soggetti con differenti aree di competenza con il comune obiettivo di potenziare il Distretto che da interlocutore con istituzioni, mondo imprenditoriale e aziendale interessato a innovare processi e prodotti.

Per sviluppare, promuovere e diffondere la conoscenza di queste scienze fondamentali per il mantenimento della competitività economica delle aziende, Veneto Nanotech organizza diverse iniziative di divulgazione, comunicazione e promozione delle nanotecnologie a più livelli.

L'idea di organizzare una settimana dedicata alle nanotecnologie è sorta proprio con questo scopo: creare un momento di incontro tra università, centri di ricerca e imprenditori per aggiornarli sullo stato dell'arte della materia, su quello che è possibile fare utilizzando le nanotecnologie, su come usufruire dei servizi e della ricerca svolta all'interno di Nanofab e di come accedere a finanziamenti pubblici e privati per avviare progetti di ricerca e sviluppo. Obiettivo di Veneto Nanotech è quello di rendere NanoWeek un appuntamento permanente che rientri tra le attività di divulgazione e di promozione che faciliti la conoscenza del mondo dell'infinitamente piccolo e delle sue applicazioni.

NanoWeek ha visto la partecipazione di più 200 aziende italiane, 100 ricercatori provenienti da Università e centri di ricerca di tutto il territorio, professori e studenti di ogni ordine e grado. Tra le conferenze dedicate all'applicazione delle na-

notecnologie al settore della medicina, dell'agroalimentare e packaging, del condizionamento e riscaldamento, quella dedicata all'edilizia ha avuto un particolare successo in termini di qualità delle presentazioni e numero di iscritti.

Il programma della giornata moderata nella mattina dal prof. Alvisè Benedetti, Presidente di CIVEN e nel pomeriggio dal prof. Marco Bettinelli, Facoltà di Scienze, Università di Verona ha visto, tra gli altri, gli interventi della dott.ssa Silvia Gross, ISTM-CNR, Dipartimento di Scienze Chimiche, Università di Padova, con un intervento su «Materiali ibridi nanostrutturati organici-inorganici per la realizzazione di materiali con migliorate proprietà strutturali per potenziali applicazioni in edilizia»; del dott. Giuseppe Furlan di EOS LIFE che ha trattato l'argomento del «La luce per migliorare l'ambiente: le attività fotocatalitiche del titanio» e del dott. Alessandro Patelli di CIVEN-Nanofab con una presentazione sui «Rivestimenti protettivi nanostrutturati»

**Materiali ibridi nanostrutturati organici-inorganici per la realizzazione di materiali con migliorate proprietà strutturali per potenziali applicazioni in edilizia**

*Dott.ssa Silvia Gross e Francesco Graziola  
CNR-ISTM, Dipartimento di Scienze Chimiche  
Università degli Studi di Padova*

L'intervento della dott.ssa Gross ha riguardato i materiali ibridi nanostrutturati organici-inorganici per la realizzazione di materiali con migliorate proprietà strutturali per potenziali applicazioni in edilizia. Infatti, l'introduzione di componenti inorganiche all'interno di matrici polimeriche può contribuire a migliorare in modo rilevante le proprietà chimico-fisiche e strutturali dei materiali. In particolare, nel caso di rivestimenti, ne possono incrementare notevolmente la resistenza termica, meccanica, fotochimica ed agli agenti atmosferici.

In tale contesto, la realizzazione di materiali ibridi inorganico-organici caratterizzati dalla formazione di un legame chimico tra i due costituenti, sia come materiali massivi che come rivestimenti, può rappresentare una valida alternativa a molti dei materiali compositi attualmente utilizzati in edilizia, che invece si basano su una semplice dispersione meccanica dei riempitivi nel polimero. Un innovativo approccio approntato e sviluppato dal gruppo di ricerca di Silvia Gross, attivo al Dipartimento di Scienze Chimiche si basa sull'utilizzo di aggregati polinucleari (*oxocluster*) di metalli di transizione (esempio: zirconio, titanio, niobio, tantalio) opportunamente funzionalizzati con gruppi organici recanti doppi lega-

mi, che vengono usati per «ancorare» il *cluster* all'interno di una matrice polimerica. Tale approccio permette non solo di ancorare in modo stabile ed efficace un composto inorganico ad una struttura polimerica, ma anche di convertire polimeri tipicamente lineari, come il polistirene o il PoliMetilMetAcrilato, PMMA in reticoli altamente interconnessi e ramificati. Questo tipo di approccio consente di evitare aggregazioni incontrollate derivanti da un semplice mescolamento di un riempitivo inorganico all'interno di un polimero organico, garantendo nel contempo una dispersione omogenea del componente inorganico all'interno della matrice organica, che conferisce inoltre al materiale finale proprietà chimico-fisiche, termiche, meccaniche, dielettriche e funzionali diverse e, in molti casi, migliori del polimero puro (in questo caso il polimetilmetacrilato o il polistirene). Strati di polimetilmetacrilato contenente i *cluster* descritti potrebbero trovare quindi ampio impiego, grazie alla loro trasparenza, resistenza meccanica e termica ed alla loro stabilità chimica ed alla luce, anche come rivestimenti protettivi trasparenti e duri, caratterizzati da ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici aggressivi, all'invecchiamento, alla degradazione determinata da fonti luminose, nonché da eccellente stabilità meccanica e termica. Questi materiali potranno quindi essere utilizzati per il rivestimento di varie tipologie di superfici ad uso edilizio (metalli, plastiche, legno, materiali lapidei) e per svariate applicazioni in edilizia, ma anche per l'industria automobilistica, navale e quella industria del mobile.

**La luce per migliorare l'ambiente: le attività fotocatalitiche del titanio**

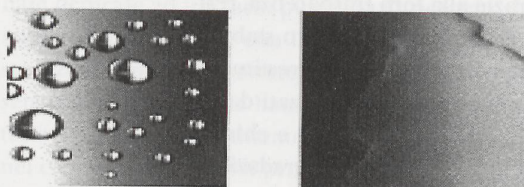
*Dott. Giuseppe Furlan  
EOS LIFE*

EOS LIFE, nuova realtà industriale che raccoglie diverse esperienze professionali, vicine agli ambiti dedicati alla ricerca applicata su materiali e processi mirati al miglioramento ambientale e al benessere delle persone, ha avviato progetti dai quali trarre risultati concreti di immediata e generale utilità, in termini di prodotti e applicazioni innovative, a fronte di livelli di inquinamento ormai senza controllo.

Ad esempio, in aree urbane caratterizzate da forte inquinamento e quasi totale assenza di processi naturali di ionizzazione è inevitabile l'accumulo e la sospensione di inquinanti nell'aria e la preoccupante riduzione della quantità di ossigeno utile, indispensabile ai processi vitali, (in aria pulita 20,9%).

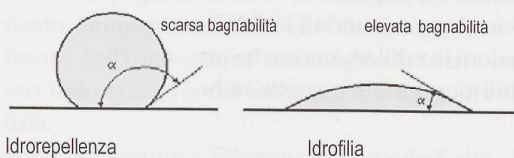
In tale contesto si inserisce – con la collaborazione di diversi Istituti di Ricerca – il progetto sulla nanotecnologia del biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) in soluzione acquosa; materiale che, in particolare nella forma cristallina di anatasio, è in grado di degradare sostanze inquinanti organiche ed inorganiche a partire dall'assorbimento dei raggi UV della luce solare, determinando miglioramento ambientale nell'area circostante e antisporcamento delle superfici sulle quali è depositato.

A questo fenomeno si somma un'altra interessante caratteristica, sempre sotto irraggiamento luminoso si modifica la bagnabilità della superficie trattata, senza formazione di gocce (superidrofilia). In questo modo lo sporco eventualmente appoggiato viene facilmente asportato senza lasciare traccia, ulteriore contributo questo all'attività autopulente e/o di facile pulizia dei supporti trattati.



Superficie non trattata

Superficie trattata



Questo fenomeno è una delle prove che vengono effettuate per valutare l'attività del TiO<sub>2</sub>: infatti, in sua presenza, l'angolo di contatto dell'acqua, sotto irraggiamento, scende rapidamente verso un valore prossimo allo 0°.

Le attuali esperienze e sperimentazioni ci confortano sul piano della qualità dei risultati ottenuti e fanno ritenere possibile un percorso per rendere disponibile l'impiego di tale utile tecnologia di miglioramento ambientale, sia su semilavorati che in opera e, in tempi ragionevolmente brevi, potrebbe divenire alla portata della quotidianità. Ad oggi EOS LIFE rende disponibili sul mercato prodotti a base di nanoparticelle di TiO<sub>2</sub>, in dispersione acquosa che, nella maggioranza dei casi, vengono applicati con l'impiego di un nebulizzatore a bassa pressione dotato di precisa taratura delle quantità di prodotto utilizzato e che:

- garantiscono la formazione di film trasparenti e uniformi;
- hanno una forte adesione che si mantiene nel tempo;
- non risultano aggressivi verso i supporti più comuni (intonaci, vetri, laminati, lapidei, termolaccati ecc.);
- mantengono l'attività fotocatalitica anche in luce artificiale (frequenze luminose più basse)
- realizzano un ottimo effetto superidrofilo;
- limitano la formazione di polvere, particolato e inquinanti in sospensione, con conseguente drastica riduzione delle operazioni di pulizia;
- eliminano odori sgradevoli di origine organica, fumo ecc.;
- consentono l'eliminazione dell'impiego di detersivi sulle superfici trattate.

#### Rivestimenti Nanostrutturati per l'edilizia

*Dott. Alessandro Patelli, dott. Paolo Falcaro,*

*dott. Simone Vezzù*

*Coordinamento Universitario Veneto  
per le Nanotecnologie*

Il Coordinamento Universitario Veneto per le Nanotecnologie (CIVEN) è un centro di ricerca recentemente costituito grazie al supporto fornito da tre università (Padova, Venezia e Verona) ed ai finanziamenti erogati dalla Regione Veneto. CIVEN, disponendo di attrezzature all'avanguardia per la sintesi e la caratterizzazione di nanomateriali e avvalendosi delle competenze di ricercatori con formazione eterogenea, nasce con l'obiettivo di fungere da centro di riferimento per quelle industrie che sentono la necessità di innovare i loro prodotti o processi produttivi rivolgendosi al campo delle nanotecnologie. A tale scopo, il centro ha una duplice modalità di intervento: tramite progetti pubblici finanziati dalla Regione Veneto e tramite progetti privati finanziati direttamente dalle aziende.

Nel campo dell'edilizia le nanotecnologie stanno trovando applicazione anche nei rivestimenti nanostrutturati che possono fornire interessanti proprietà funzionali alle superfici. Presso CIVEN sono in studio diverse tipologie di ricoprimenti sia mediante tecniche da fase vapore in vuoto che tramite sol-gel che spaziano dai filtri UV per la protezione di plastiche, del colore o delle opere d'arte, all'effetto idrofobico o autopulente, alla schermatura trasparente per radiazione elettromagnetica.

#### *Ricoprimenti protettivi contro la corrosione*

Molti metalli presentano la naturale tendenza a interagire con l'ambiente esterno attraverso fe-

nomeni ossidativi o corrosivi. Nel tempo questi possono portare a variazioni estetiche, meccaniche e funzionali dei materiali. L'esempio forse più conosciuto, che racchiude una degenerazione sia estetica che meccanica, è quello del ferro che dallo stato metallico lucente passa a bruno rossastro ed opaco del corrispondente ossido. Nell'ambito della protezione dei metalli, i ricoprimenti possono essere a base di metalli, ossidi o materiali ibridi (organico-inorganico).

Questi rivestimenti rispetto alle normali vernici presentano una maggiore resistenza alla corrosione ed adesione ai substrati, hanno spessori di circa 100nm e non cambiano, quindi, la sensazione tattile della superficie, possono essere flessibili ed in alcuni casi esibiscono proprietà anti-impronta. Le applicazioni sono le più varie: dalla salvaguardia della funzionalità di tubature in metallo alle prevenzioni di indesiderate variazioni estetiche di oggetti ornamentali. Riportiamo di seguito l'esempio di una coppia di spartifiamma in acciaio inox che tendono ad imbrunire a causa dell'ossidazione ad elevata temperatura (> 400°C) verificata durante il loro normale esercizio. Grazie ad un ricoprimento con uno strato ceramico di ossido di alluminio si è in grado di conferire sia la protezione all'effetto della corrosione secca sia proprietà antigraffio (figura 1).

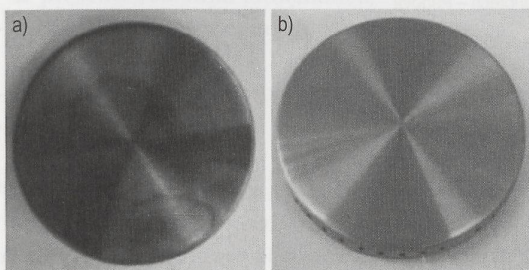


Fig. 1— Bruciatori trattati contemporaneamente, nello stesso forno alla temperatura di 500°C per 4h. Il campione a) non è stato trattato, il campione b) è stato ricoperto con allumina impiegando una tecnica di deposizione al plasma.

Un esempio di protezione dalla corrosione acida è invece proposto in figura 2 dove un dischetto di alluminio è stato ricoperto con un multistrato di silice ibrida (3 strati, ognuno dei quali inferiori allo spessore di 200 nanometri). Dal raffronto tra i due dischi, le cui superfici sono state trattate con alcune gocce di acido cloridrico concentrato, risulta evidente l'effetto protettivo del ricoprimento in figura 2b).

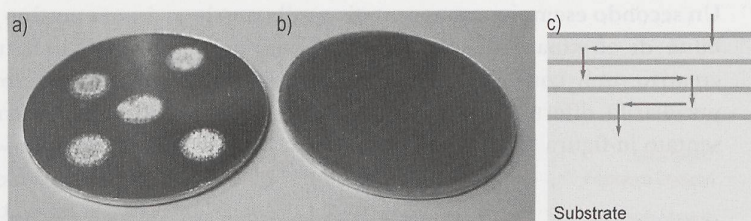


Fig. 2 – a) disco di alluminio non ricoperto sottoposto all'attacco di acido cloridrico concentrato (13 M) e disco ricoperto via sol-gel con silice ibrida che, sottoposto allo stesso attacco, non presenta fenomeni di corrosione (b). (c) Schema del percorso di permeazione di gas o molecole in strutture a multistrato

Le strutture a multistrato permettono di ottenere rivestimenti anticorrosivi flessibili, infatti l'alternanza di strati a base di silice più o meno densi e compatti, permette l'adesione e la deformazione del rivestimento grazie agli strati più flessibili e l'effetto barriera è garantito invece dagli strati densi, spessi a volte anche solo alcuni nanometri. L'eventuale frattura degli strati densi in seguito a flessione del substrato difficilmente porta a fratture tutte nella stessa posizione, la presenza di diversi strati aumenta quindi i cammini di permeazione come illustrato nello schema in figura 2c).

#### Ricoprimenti decorativi

Sono numerosi i rivestimenti nel campo edile che sono proposti a scopo decorativo grazie alla possibilità di ottenere diverse colorazioni. Un caso molto diffuso è ad esempio quello del colore oro. Il colore è solitamente ottenibile solo tramite l'uso dell'oro stesso e quindi, il costo del prodotto finito risulta fortemente influenzato dall'impiego del metallo prezioso. Impiegando una tecnica di deposizione fisica da fase vapore in plasma si possono ottenere rivestimenti sottili di nitrato di titanio che, ottimizzando le condizioni di deposizione, oltre a proporre la stessa colorazione e lucentezza dell'oro, presentano, in aggiunta, una migliorata resistenza al graffio ed un'elevata resistenza alla corrosione (ottenuta anche attraverso l'introduzione di uno strato di silice flessibile come da figura 3-b).

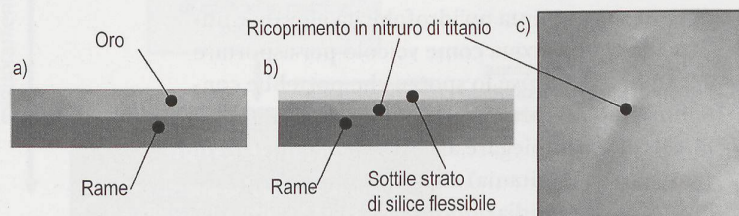


Fig. 3 – Rappresentazione, in sezione, del ricoprimento originario di oro su rame (a), sostituito successivamente con un ricoprimento, ottenuto con tecnica al plasma, costituito da un primo strato di nitrato di titanio seguito da un ricoprimento con un film sottile di vetro flessibile(b). La superficie appare non solo al consumatore esattamente come quella dorata (c), ma i parametri di colore e lucentezza misurabili con apposita strumentazione diagnostica valori identici a quelli del metallo prezioso abbattendo però i costi di produzione, incrementando sia la resistenza alla corrosione sia la durabilità, mantenendo inalterata le caratteristiche di flessibilità per l'applicazione del materiale da copertura.

Un secondo esempio rappresentativo sulla possibilità di effettuare delle decorazioni in modo creativo, non convenzionale, sfruttando alcune peculiarità offerte dalle nanotecnologie, è presentato in figura 4.

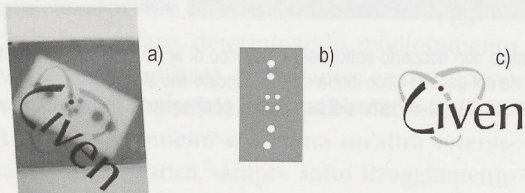


Fig. 4 – a) vetro nel quale è stato riprodotta l'immagine b) visibile come regione trasparente incolore sopra il logo di Civen (c). La regione del film esterna all'immagine b) risulta trasparente e colorata.

In essa si ritrae una stampa su vetro, secondo un processo simile alla stampa fotografica, con le seguenti caratteristiche: risoluzione che si avvicina a circa al micro-metro (un millesimo di millimetro). Il vantaggio della tecnica sta nella possibilità di applicarlo a qualunque materiale ceramico, anche su vetrate esterne di edifici, nell'impiego di coloranti inorganici e quindi elevata stabilità dell'immagine nel tempo e nel fatto che la stampa alla fine del processo è inglobata, come un tutt'uno con il vetro.

#### Ricoprimenti autopulenti

Nell'ambito dell'edilizia si fa sempre più pressante la richiesta di materiali in grado di mantenere inalterato il loro aspetto anche a seguito di eventi atmosferici o in presenza di forte smog. Su questa tematica sono attive delle linee di ricerca presso Civen riguardanti i due principali metodi di self-cleanig. Il primo si ispira alla natura (biomimetismo) e cerca di riprodurre le caratteristiche di alcune piante che esibiscono foglie e petali puliti anche in seguito ad eventi particolarmente violenti quali esondazioni e allagamenti. Un noto esempio è dato dalla foglia della pianta di Loto che presenta un'idrofobicità elevata e utilizza le gocce d'acqua come veicolo per asportare e trasportare altrove lo sporco che potrebbe contaminare la superficie. Il secondo si rivolge alla possibilità di impiegare alcuni ossidi di metalli di transizione (es. titania) che riescono a utilizzare una parte della radiazione emessa dal sole per deteriorare lo sporco che su essi si deposita.

Per riprodurre l'effetto foglia di loto si sono studiate l'influenza di nanoparticelle di differenti dimensioni decorate attraverso un processo di innesto molecolare con agenti idrofobici senza che il ricoprimento risulti opaco (fenomeno frequente

in questo tipo di ricoprimenti). Un esempio è riportato in figura 5a). L'effetto di fotocatalisi è invece è stato reso estremamente efficiente andando a deporre ricoprimenti «a spugna» con porosità di dimensioni nanometriche. Prove con oli vegetali, coloranti e tensioattivi hanno evidenziato l'estrema velocità di questo ricoprimento nell'agredire e distruggere lo sporco. In figura 5b) sono evidenziati gli effetti dell'esposizione alla radiazione su tre differenti coloranti impiegati per valutare l'efficienza di quest'effetto autopulente.

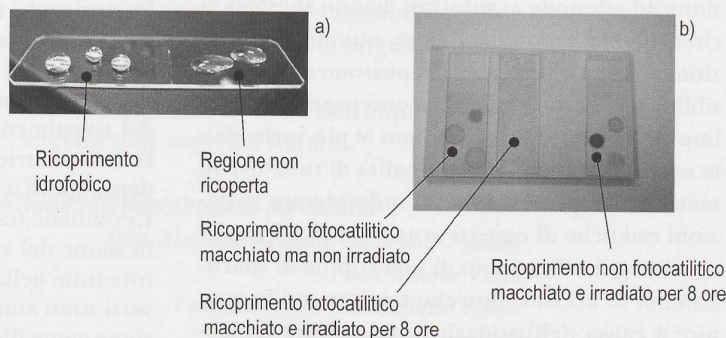


Fig. 5 – a) vetrino nella metà sinistra ricoperto con superficie idrofobica e nella metà destra non trattato: la forma sferica delle gocce sulla regione trattata evidenzia l'idrorepellenza spinta. b) A partire da sinistra: vetrino con ricoprimento fotocatalitico macchiato, non esposto a illuminazione; vetrino fotocatalitico macchiato con gli stessi coloranti del precedente ed esposto a fonte luminosa per 8 ore; vetrino con ricoprimento non fotocatalitico, esposto alla stessa fonte luminosa per 8 ore.

Da questi tre campioni risulta evidente quanto il ricoprimento sia in grado di intaccare lo sporco.

\* Dottoressa, Veneto Nanotech – Padova