

LAYMAN'S REPORT
LIFE13 ENV/IT/000140

DIGITALIFE

**A NOVEL MANUFACTURING PROCESS
FOR PHOTOCATALYTICALLY ACTIVATE
CERAMIC TILES BY DIGITAL PRINTING**



INDICE / INDEX

LAYMAN'S REPORT LIFE13 ENV/IT/000140

1. IL CONTESTO 1. BACKGROUND TO THE PROJECT	p. 2
2. OBIETTIVI 2. OBJECTIVES	p. 6
3. IL METODO 3. METHODOLOGY USED	p. 8
4. I RISULTATI 4. RESULTS	p. 12
5. L'IMPATTO E I BENEFICI 5. IMPACT AND BENEFITS	p. 16

A NOVEL MANUFACTURING PROCESS FOR PHOTOCATALYTICALLY ACTIVATE CERAMIC TILES BY DIGITAL PRINTING

1. BACKGROUND TO THE PROJECT

1. IL CONTESTO



digitalife



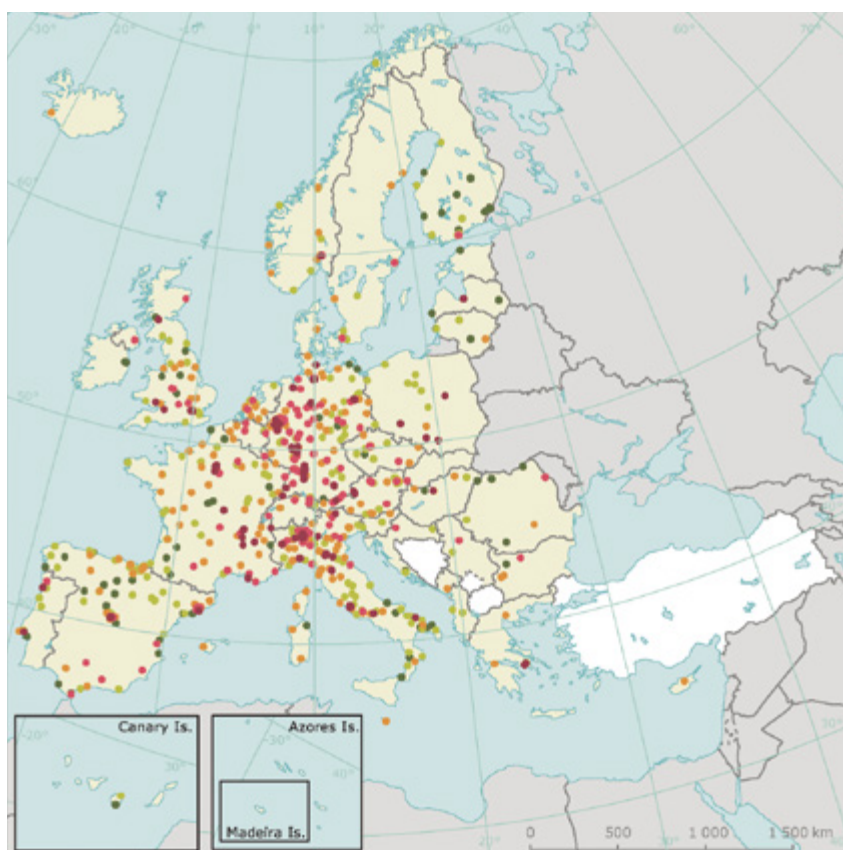
A partire dalla fine degli anni settanta l'inquinamento atmosferico è stato, ed è tuttora, uno dei principali problemi di politica ambientale dell'Unione Europea. Nonostante gli sforzi per ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici nell'UE, l'inquinamento atmosferico rimane il numero uno delle cause ambientali della morte nell'UE, portando ancora a circa **400,000 morti premature ogni anno nell'UE** a causa di elevati livelli di particelle fini e di ozono. Come aerosol organici secondari rappresenta una delle principali particelle di materia (PM) costituenti, la capacità di abbattere i suoi precursori, NO_x per esempio, porta certamente ad una riduzione della concentrazione di PM in aria.

Air pollution has been one of European Union's main environmental policy concerns since the late 1970s. Despite the efforts to reduce emissions of air pollutants in the EU, air pollution remains the number one environmental cause of death in the EU, still leading to about **400.000 premature deaths each year in the EU** due to elevated levels of fine particles and ozone. As secondary organic aerosols represents one of the main particle matter (PM) constituents, the ability to break down its precursors, NO_x for example, certainly leads to a reduction of PM concentration in the air.



Nel rapporto qualità dell'aria in Europa 2017 www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017, l'inquinamento atmosferico continua ad avere un impatto significativo sulla salute della popolazione europea, in particolare nelle aree urbane. Ha anche notevoli impatti economici, riducendo le vite, aumentando i costi medici e diminuendo la produttività attraverso i giorni lavorativi persi in tutta l'economia. Le sostanze inquinanti più pericolose dell'Europa in termini di danno per la salute umana sono PM,

In 2017 Air Quality in Europe report www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017, air pollution continues to have significant impacts on the health of the European population, particularly in urban areas. It also has considerable economic impacts, cutting lives short, increasing medical costs and reducing productivity through working days lost across the economy. Europe's most serious pollutants in terms of harm to human health are PM, NO₂ and ground level O₃. Air pollution also can damage vegetation and



Annual mean NO₂ concentrations observed at traffic stations, 2015

µg/m³

● ≤20

● 20-30

● 30-40

● 40-50

● >50

□ No data

■ Outside coverage

Red and dark dots correspond to values above the EU annual limit value and the WHO AQG (40 µg/m³). Only stations with >75% of valid data have been included in the map. The stations from the former Yugoslav Republic of Macedonia are not included due to technical issues.

1. EEA, 2015 - Map 6.1, Concentrations of NO₂, 2015

NO₂ e O₃ a livello del suolo. L'inquinamento atmosferico può anche danneggiare la vegetazione e l'ecosistema. Ha impatti ambientali importanti, che interessano direttamente la vegetazione e la fauna, così come la qualità dell'acqua e del terreno ed i servizi dell'ecosistema che sostengono. Gli inquinanti atmosferici più nocivi in termini di danni agli ecosistemi sono O₃, ammoniaca (NH₃) e ossidi di azoto (NO_x).

L'inquinamento atmosferico è il più grande rischio per la salute dell'uomo in Europa e importanti sono le malattie derivanti da questo: (Lim et al., 2012, WHO, 2014) malattie cardiache e ictus sono le cause più comuni di morte prematura attribuibili all'inquinamento atmosferico e sono responsabili dell'80% dei casi; seguono malattie polmonari e cancro ai polmoni (WHO, 2014).

Verificato anche un aumento dell'incidenza di una vasta gamma di malattie (ad es. malattie respiratorie e cardiovascolari e cancro), con effetti sulla salute a

ecosistemi. It leads to several important environmental impacts, which affect vegetation and fauna directly, as well as the quality of water and soil, and the ecosystem services they support. The most harmful air pollutants in terms of damage to ecosystems are O₃, ammonia (NH₃) and nitrogen oxides (NO_x).

Reported map shows that the stations with concentrations above the annual NO_x limit value were widely distributed across Europe in 2015.

Air pollution is the single largest environmental health risk in Europe and the disease burden resulting from air pollution is substantial (Lim et al., 2012; WHO, 2014). Heart disease and stroke are the most common reasons for premature death attributable to air pollution and are responsible for 80 % of cases; lung diseases and lung cancer follow (WHO, 2014). In addition to causing premature death, air pollution increases the incidence of a wide range of diseases (e.g. respiratory and cardiovascular diseases and cancer), with both long- and

breve e a lungo termine, anche con livelli di inquinamento inferiori ai valori guida (WHO, 2016a e riferimenti in esso). L'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro ha classificato l'inquinamento atmosferico in generale, nonché il particolato, come cancerogeno (IARC, 2013).

Il quadro politico dell'UE in materia di aria pulita fissa gli standard di qualità dell'aria dell'UE, attua gli obblighi internazionali dell'UE in materia di inquinamento atmosferico e integra i requisiti di protezione ambientale in altri settori produttivi. Pertanto, la purificazione ambientale è un aspetto necessario della ricerca scientifica per migliorare la qualità della vita umana.

In questo contesto, le **superfici fotocatalitiche** potrebbero svolgere un ruolo importante nella pulizia degli ambienti interni ed esterni. La fotocatalisi è una reazione chimica mediata dalla luce, dall'umidità e dal cosiddetto fotocatalizzatore ed è importante per l'ossidazione di inquinanti, agenti tossici biologici e molecole organiche volatili. TiO_2 come fotocatalizzatore esibisce alta attività e offre un mezzo economicamente e tecnicamente pratico per pulire l'aria e l'acqua. GranitiFiandre (GF), leader mondiale nel settore delle piastrelle in gres porcellanato, ha sviluppato lastre fotocatalitiche all'avanguardia denominate **Active Clean Air e Antibacterial CeramicsTM** (US 79085984, EP2443076) (di seguito denominato Active) in grado di rimuovere efficacemente sostanze inquinanti e sostanze organiche volatili nell'aria e diversi composti organici (coloranti, farmaci) nell'acqua, trasformando la ceramica tradizionale in un materiale ecoattivo avanzato, in grado di migliorare l'ambiente in cui viviamo.

Il processo originale di rivestimento delle piastrelle attive consisteva nello spruzzare una miscela di una polvere commerciale di biossido di titanio (oltre

short-term health effects, including at levels below the existing World Health Organization (WHO) guideline values (WHO, 2016a, and references therein). The International Agency for Research on Cancer has classified air pollution in general, as well as PM as a separate component of air pollution mixtures, as carcinogenic (IARC, 2013).

The EU's clean air policy framework sets EU air quality standards, implements the EU's international obligations in the field of air pollution, and integrates environmental protection requirements into other productive sectors. Therefore, environmental purification is a necessary aspect of scientific research to improve human life quality.

In this context, **photocatalytic surfaces** might play an important role in cleaning both indoor and outdoor environments. Photocatalysis is a chemical reaction mediated by light, humidity and by the so-called photocatalyst and it is important for the oxidation of pollutants, biological toxic agents, and volatile organic molecules. TiO_2 as photocatalyst exhibits high activity and offers an economically and technically practical means to clean air and water. GranitiFiandre (GF), global leader in porcelain gres tiles, developed state-of-the-art photocatalytic tiles called **Active Clean Air & Antibacterial CeramicsTM** (US79085984, EP2443076) (hereinafter named Active) able to effectively remove pollutants and volatile organic substances in air and several organic compounds (dyes, drugs) in water, transforming the traditional ceramic in one advanced ecoactive material, able to improve the environment where we live.

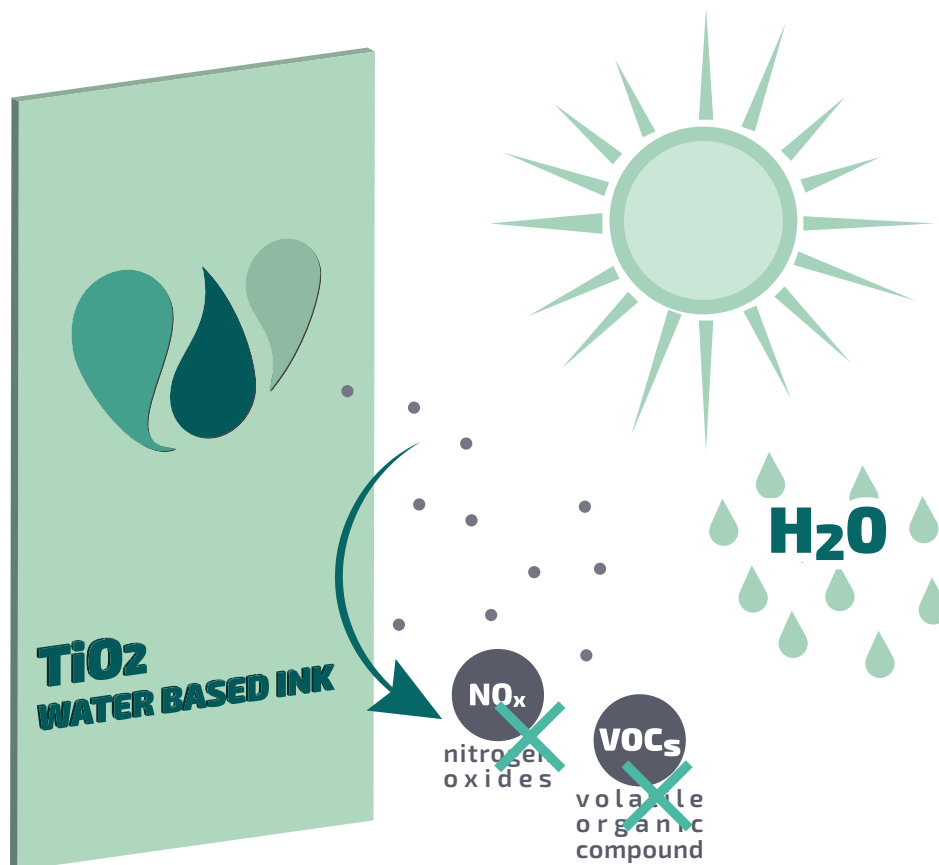
The original Active tiles coating process consisted in spraying a mixture of a commercial titanium dioxide powder (~ 100 nm), water and silica-based

100 nm), acqua e additivi a base di silice sulla superficie ceramica, e in un ciclo di cottura seguito da una fase di spazzolatura per rimuovere le particelle di titanio in eccesso. Tale processo presentava diversi inconvenienti: un grande consumo di acqua, energia e TiO_2 . I risultati fotocatalitici erano buoni, ma una accurata caratterizzazione superficiale ha rivelato una forte disomogeneità della distribuzione di TiO_2 sulla superficie della piastrella.

Il progetto **DIGITALIFE** punta ad utilizzare la tecnologia di stampa digitale, in grado di rivestire lastre ceramiche (fino a 150x300 cm) per risolvere gli inconvenienti legati alla produzione tradizionale. Le piastrelle attive sono altamente efficienti sulla **degradazione di NO_x e VOC** confermando il miglioramento della qualità dell'aria negli ambienti confinati in cui **Active** viene utilizzato come rivestimento o pavimento.

additives over the ceramic surface, and in a firing cycle followed by a brushing step to remove titania particles in excess. Such process presented several drawbacks: a large consumption of water, energy, and titania. Photocatalytic results are good but an accurate surface characterization revealed a strong inhomogeneity of the TiO_2 distribution at the tiles surface.

The **DIGITALIFE** project is overcoming all these drawbacks by using the digital printing technology, able to coat ceramic slabs (up to 150x300 cm). Active tiles are highly efficient on the **degradation of NO_x and VOCs** molecule confirming the improvement of the air quality in the confined environment where **Active** is used as coverings or floors.



2. OBJECTIVES

2. OBIETTIVI



digitalife



Gli studi sulle proprietà del TiO_2 sono noti fin dagli anni '80, ma solo da qualche anno le ricerche si sono trasformate in applicazioni industriali e, quindi, in prodotti commercialmente disponibili sul mercato. L'azione di TiO_2 , luce (solare o artificiale) e umidità, naturalmente presente nell'aria, si chiama fotocatalisi ed è in grado di innescare una serie di reazioni di ossidazione, sulla superficie dei materiali dove il TiO_2 è presente, che possono distruggere le molecole di inquinante presenti, compresi gli odori, e avere un'azione antibatterica, anche nei confronti dei ceppi più pericolosi. Infine, lo sporco aderisce meno tenacemente, permettendo la pulizia con acqua e blandi detergenti.



Il progetto **LIFE+DIGITALIFE** ha l'obiettivo quindi di preparare lastre ceramiche fotocatalitiche (chiamate **Active Clean Air & Antibacterial Ceramics™**) di grandi dimensioni, fino a 300x150 cm, che possono essere tagliate nelle misure richieste ed essere utilizzate sia negli ambienti chiusi sia come rivestimento esterno degli edifici.

Il TiO_2 viene mescolato con un opportuno inchiostro messo a punto durante il progetto e "stampato", mediante un processo digitale, sulla superficie delle lastre già precedentemente prodotte, per poi essere portato ad alta temperatura nel forno industriale in modo che le particelle aderiscano tenacemente e indissolubilmente alla ceramica.

Studies on the properties of TiO_2 have been known since the 1980s, but only a few years ago, research has turned into industrial applications and, therefore, into commercially available products on the market. The action of TiO_2 , light (solar or artificial) and humidity, naturally present in the air, is called photocatalysis and is capable of triggering a series of oxidation reactions on the surface of materials where TiO_2 is present, which can destroy polluting molecules present, including smells, and have antibacterial action, even against the most dangerous strains. Finally, dirt adheres less tenaciously, allowing cleaning with water and damp detergents.



The **LIFE+DIGITALIFE** project, therefore, involves the preparation of large photocatalytic ceramic plates (called **Active Clean Air & Antibacterial Ceramics™**) up to 300x150 cm, which can be cut into the required sizes and used in both indoor and outdoor environments buildings.

TiO_2 is mixed with a suitable and tailored ink prepared during the project and "printed" by means of a digital process on the surface of the slabs already produced; then they are brought to high temperature in a kiln so that TiO_2 particles adhere tensely and indissolubly to the ceramic surface.

In this way, traditional ceramics is transformed into the new photocatalytic ceramic without altering

In questo modo la ceramica tradizionale si trasforma nella nuova ceramica fotocatalitica senza alterare il colore o la trama della lastra originale.

Lo studio e l'attività di produzione di questa innovativa tecnologia avviene all'interno dell'impianto produttivo di GranitiFiandre S.p.A. a Castellarano, in provincia di Reggio Emilia. L'obiettivo principale è la costruzione di una macchina digitale prototipo appositamente studiata dalla ditta Projecta Engineering S.r.l. di Fiorano Modenese (Modena), che consente di "attivare" le lastre ceramiche con l'inchiostro a base di TiO_2 . Prodotte in condizioni industriali, le proprietà delle lastre fotocatalitiche vengono testate dall'**Università degli Studi di Milano** e dal **laboratorio di microbiologia Artest di Modena**.

Le dimensioni dell'impianto prototipale sono tali da consentire la produzione di circa 100 mq di lastre ceramiche al giorno; si tratta di un piccolo prototipo dedicato principalmente a finalità di testing e valutazione interna della qualità del prodotto finale che ha permesso di mettere a punto un nuovo impianto industriale che produce **circa 1000 mq al giorno di ceramiche fotocatalitiche di grandi dimensioni**.

colour or texture of the original slab.

First investigation and the production activity of this innovative technology takes place within the production plant of GranitiFiandre S.p.A. in Castellarano, in the province of Reggio Emilia. The main objective is the construction of a prototype digital machine specially designed by Projecta Engineering S.r.l. in Fiorano Modenese (Modena), which allows to "activate" ceramic slabs with TiO_2 based ink. Manufactured under industrial conditions, the properties of photocatalytic slabs are tested by the **University of Milan** and the **Artest microbiology laboratory in Modena**.

The size of the prototype system is such as to allow the production of about 100 square meters of ceramic slabs per day; it is a small prototype dedicated primarily to the purpose of testing and internal evaluation of the quality of the final product that will allow to develop in a short time a new industrial plant that produces **about 1000 square meters per day of large photocatalytic ceramics**.



3. METHODOLOGY USED

3. IL METODO



Il prototipo

L'impianto pilota è stato progettato in conformità alle normative e alle leggi nazionali e dell'UE:

DIRETTIVA 2006/42/CE, progettazione conforme alle norme applicabili sui macchinari; la direttiva 2006/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 maggio 2006, è una direttiva dell'Unione europea relativa alle macchine e a determinate parti di macchine; valutazione preliminare del rischio in conformità alla legge 81/2008 o alla legislazione italiana.

La configurazione è un sistema modulare espandibile di "cassetti" di stampa contenente tutti i componenti per la consegna, la manutenzione, il controllo e la deposizione delle soluzioni contenenti i microcristalli di TiO_2 . La struttura delle testine di stampa garantisce la loro facile e immediata intercambiabilità per adattarsi a diversi tipi di teste.

Nel prototipo sono stati costruiti sette "cassetti" di stampa che garantiscono la massima flessibilità possibile nella scelta e collocazione dei moduli destinati alla decorazione e al rivestimento con TiO_2 . È possibile aumentare il numero dei moduli in caso non sia garantita la capacità di scarico delle singole testine, in modo da ottenere i valori di deposizione voluti. Il telaio di supporto dei cassettei è opportunamente dimensionato per consentire il movimento e il posizionamento dello stesso con i necessari requisiti di precisione meccanica; sono inoltre alloggiati nello stesso contenitore per il rifornimento di serbatoi di stampa con i relativi sistemi di manutenzione e pompaggio, e sono anche alloggiate tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche necessarie per l'operazione. L'elettronica e il software di controllo e regolazione sono appositamente progettati per il prototipo.

The prototype

The pilot plant was designed in compliance with EU and national regulations and laws:

DIRECTIVE 2006/42/CE, design in conformity with applicable machinery standards; the Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 is a European Union directive concerning machinery and certain parts of machinery; preliminary risk assessment in conformity with law 81/2008 or the Italian Legislation.

The configuration is an expandable modular system of printing "drawers" containing all the components for the delivery, maintenance, control, and deposition of the solutions containing the micro-crystallites of TiO_2 . The framework of the print heads ensure their easy and immediate inter-changeability in order to accommodate different types of heads.

In the prototype, seven printing "drawers" were built ensuring the greatest possible flexibility in the choice and placement of modules intended for decoration and to the coating with TiO_2 .

Additional modules can be included if the discharge capacity of the individual printing heads does not guarantee the desired values of deposition.

The support frame of the drawers is suitably sized to allow the movement and positioning of the same with the necessary mechanical precision requirements; they are also housed in the same container for refueling printing tanks with the associated maintenance and pumping systems, and are also housed all the electrical and electronic equipment needed for the operation.

Electronics and software of the control and regulation are specially designed for the prototype.

Due inchiostri: base solvente e base acqua

La linea produttiva

Le piastrelle in gres porcellanato sono caratterizzate da un tasso di assorbimento dell'acqua molto basso (inferiore allo 0,5%) e sono prodotte ad alta pressione mediante pressatura a secco di materie prime ceramiche trattate con grandi proporzioni di quarzo, feldspati e altri flussi. Successivamente, il corpo di questi materiali viene cotto a temperature molto elevate (1200-1300 ° C) nei forni. Il materiale finale è quindi caratterizzato da mancanza di porosità, impermeabilità completa, durata, durezza, resistenza all'usura e resistenza al gelo. Le piastrelle subiscono successivamente il processo di rivestimento tramite stampa digitale e TiO_2 e gli additivi vengono fissati al substrato ceramico mediante un trattamento termico. La rampa termica dura per circa 80 minuti a 680 ° C. Una volta trattato termicamente, le superfici delle piastrelle vengono spazzolate in un ambiente umido per rimuovere le particelle in eccesso e vengono ispezionate visivamente per eventuali disomogeneità.



Two inks: solvent-based and water-based

The production line

Porcelain gres tiles are characterized by a very low water absorption rate (less than 0.5%) and are manufactured under high pressure by dry-pressing fine processed ceramic raw materials with large proportions of quartz, feldspars, and other fluxes. Afterwards, the body of these materials is fired at very high temperatures (1200–1300°C) in kilns. The final material is thus characterized by lack of porosity, complete water-proofing, durability, hardness, wear resistance properties, and frost resistance. Tiles subsequently undergo the coating process via digital printing and TiO_2 and additives are fixed to the ceramic substrate through a thermal treatment. The thermal ramp lasts for about 80 minutes at 680°C. Once fired, the tiles surfaces are brushed in wet environment in order to remove excess particles and are visually inspected for possible inhomogeneity.

Gli additivi vengono fissati al substrato ceramico mediante un trattamento termico **(80 minuti a 680 ° C).**

Additives are fixed to the ceramic substrate through a thermal treatment **(80 minutes at 680°C).**

Produzione flessibile: piastrelle o lastre?

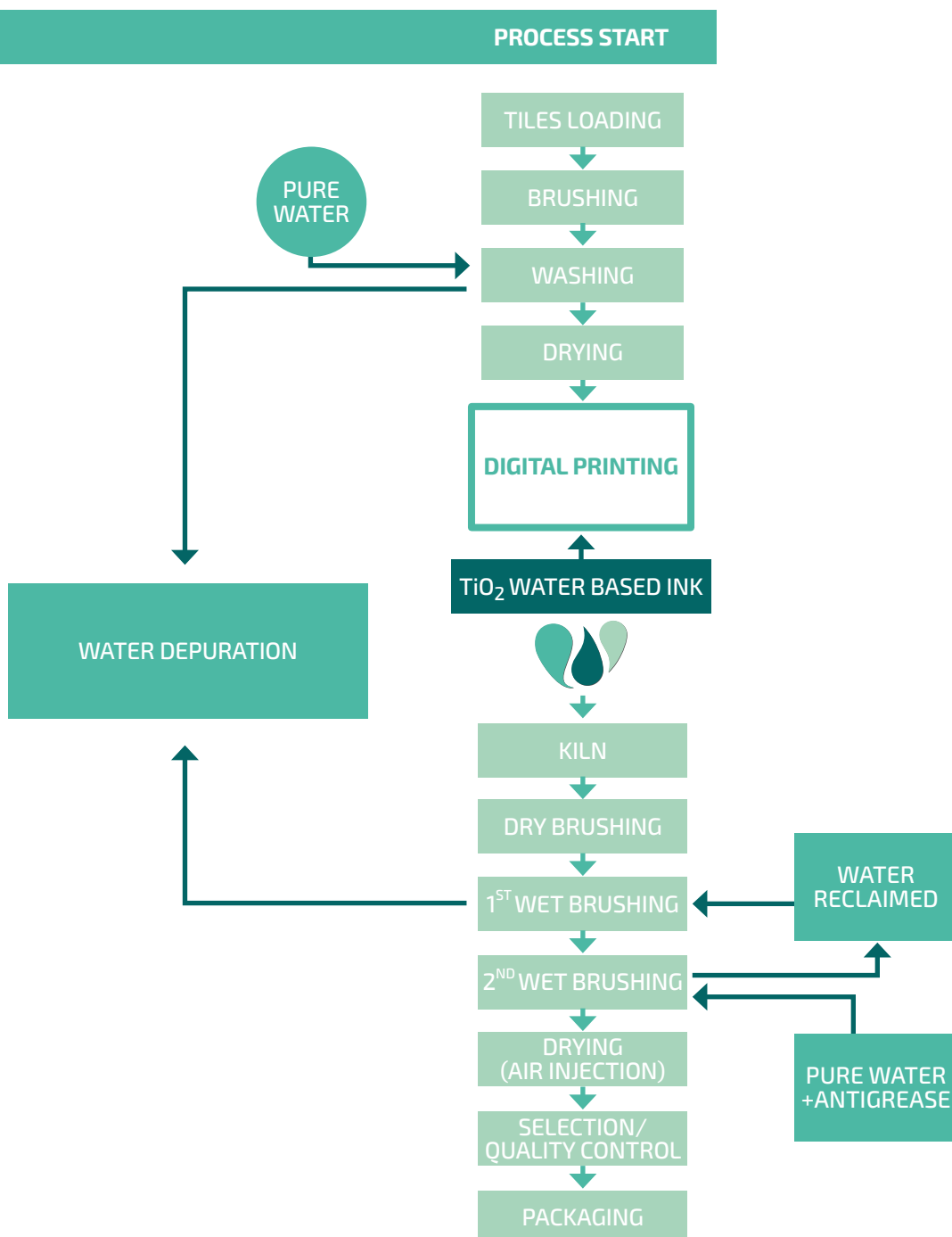
Ormai non parliamo più di piastrelle, bensì di lastre ceramiche e la tecnologia digitale permette di "attivarle" in modo molto flessibile in termini di produzione di formati e spessori differenti. Durante il test di validazione industriale sono state prodotte circa 100 mq dai tradizionali 30x60 e 60x60 cm

Flexibility during the production: tiles or slabs

Nowadays we are no more talking about tiles, but ceramic slabs and digital technology allows to "activate" them in a very flexible way in terms of production of different sizes and thicknesses. During the industrial validation test were produced about 100 sqm from the traditional 30x60 and 60x60 cm

all'innovativo 150x300 cm e con spessori dai 6 mm a 20 mm potendo in questo modo andare incontro a tutte le esigenze di architetti e progettisti. Un formulato per l'inchiostro che contiene il TiO_2 stabile e uniforme, oltre alla perfetta ottimizzazione della curva del forno e delle procedure di spazzolatura permettono di produrre lastre senza difetti o rotture con proprietà fotocatalitiche molto elevate.

to the innovative 150x300 cm and with thicknesses from 6 mm to 20 mm could in this way go meet all the needs of architects and designers. A formulation for the ink that contains the stable and uniform TiO_2 , in addition to the perfect optimization of the curve of the kiln and the brushing procedures allow to produce slabs without defects or breakages with very high photocatalytic properties.



I test scientifici

L'attività fotocatalitica dei campioni di lastre viene testata con un colorante rosso a base di eritrosina sotto luce UVA direttamente in azienda dopo la produzione. Inoltre, vengono effettuati test per verificare la degradazione degli NO_x , blu di metilene, autopulizia, VOC, degradazione dei coloranti in acqua e test anti-batterici per verificare tutte le proprietà fotocatalitiche del materiale.



Campione di inchiostro a base di TiO_2 e la macchina tester per verificare la reologia degli inchiostri preparati e oggetto di studio durante il progetto.

Scientific Tests

Photocatalytic activity of the slabs samples is tested with an erythrosine marker under UVA light directly after the production. Moreover, NO_x , methylene blue, self-cleaning, VOCs, dyes degradation, anti-bacterial tests are performed to verify all the photocatalytic properties of the material in specialized laboratories.



TiO_2 -based ink and the tester machine necessary to verify the rheology of the inks prepared and investigated during the project.

4. RESULTS

4. I RISULTATI

I risultati più importanti del progetto sono riassunti in tabella. Purtroppo i test sono sempre condotti in laboratorio dato che sono necessarie apparecchiature specifiche per misurare l'inquinamento presente nell'aria, la carica batterica su una superficie o ancora l'efficienza del prodotto ad "autopulirsi" solo grazie all'azione della luce e, ovviamente, del biossido di titanio presente sulla superficie delle lastre ceramiche prodotte con il progetto digitalife. Tutti i test vengono condotti rispettando scrupolosamente protocolli nazionali e/o internazionali (norme UNI e ISO).

È possibile notare come, passando dal processo tradizionale a spruzzo alla nuova tecnologia digitale, l'efficienza del prodotto è decisamente aumentata: dalla degradazione degli inquinanti in aria (ossidi di azoto e etanolo, qui preso come esempio dei SOV, sostanze organiche volatili, inquinanti tipici degli ambienti indoor), alla velocità di autopulizia del prodotto fino all'efficienza antibatterica con un valore di distruzione dei batteri del ceppo Escherichia Coli del 99.99%.

È ormai noto che l'uso eccessivo di medicine, in particolare antibiotici usati soprattutto nel comparto zootecnico, sta creando nuovi ceppi di batteri

The most important results of the project are summarized in the table. Unfortunately the tests are always conducted in the laboratory since specific equipment is needed to measure the pollution present in the air, the bacterial load on a surface or even the efficiency of the product to "self-clean" only thanks The action of light and, of course, titanium dioxide on the surface of ceramic slabs produced with the project Digitalife. All tests are conducted scrupulously respecting national and/or international protocols (UNI and ISO standards).

You can see how, from the traditional spray process to the new digital technology, the efficiency of the product is significantly increased: from the degradation of pollutants in the air (nitrogen oxides and ethanol, here taken as an example of the VOC, Volatile organic compounds, pollutants typical of indoor environments), to the speed of self-cleaning of the product up to the antibacterial efficiency with a value of destruction of the bacteria of the strain Escherichia coli of 99.99%.

It is now known that the overuse of medicines, in particular antibiotics especially used in the zootechnical sector, is creating new strains of antibiot-

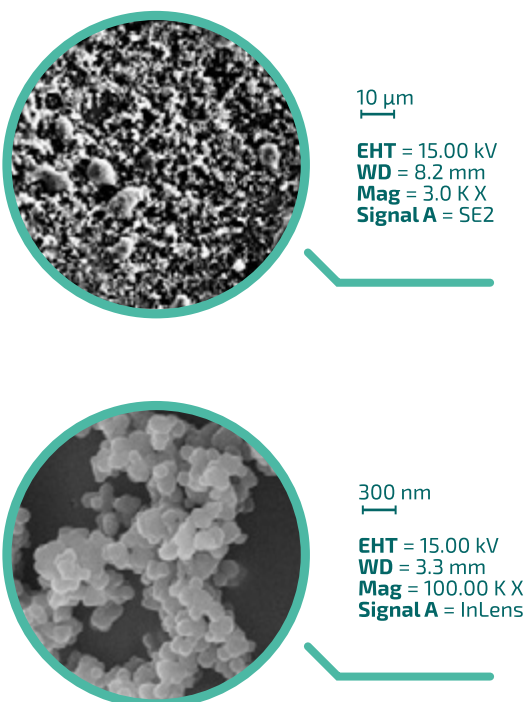
	NO _x	Ethanol	Oleic acid (self-cleaning ISO 27448)	Antibacterial activity (ISO 27447)
TRADITIONAL SPRAY METHOD	56%	20%	70 h	ΔR=3.3
DIGITAL PRINTING TECHNOLOGY	90%	100%	28 h	ΔR=4.0

antibiotico-resistenti, i cosiddetti superbug, batteri pericolosissimi per l'uomo perché spesso non esistono cure per le persone che li hanno contratti. Le nuove lastre Active prodotte con la tecnologia Digitalife sono state testate anche con questo tipo di ceppo denominato MRSA (Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus*) e anche in questo caso hanno dimostrato un'efficienza del 99.99%.

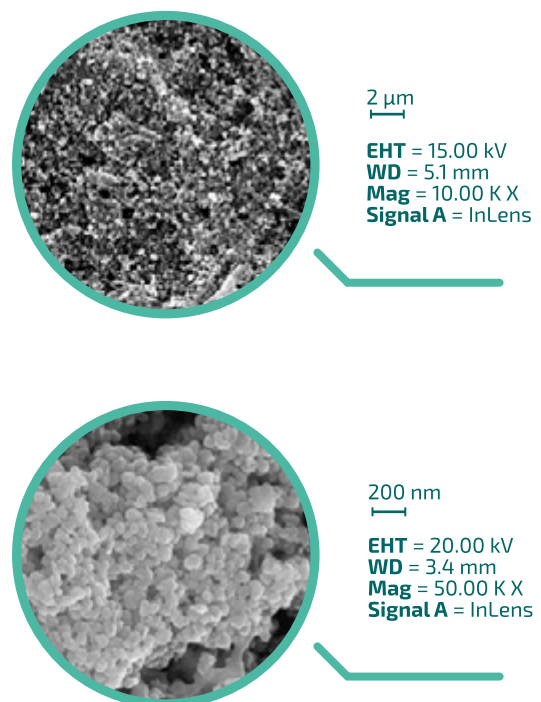
ic-resistant bacteria, so-called superbug, dangerous bacteria for humans because there is often no cure for people who have contracts.

The new Active slabs produced with the Digitalife technology have also been tested with this type of strain called MRSA (Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus*), and also in this case have demonstrated an efficiency of 99.99%.

CLASSICAL DEPOSITION METHOD



DIGITAL PRINTING



Il motivo della super efficienza delle nuove lastre ceramiche fotocatalitiche è dovuta alla migliore distribuzione delle microparticelle di TiO_2 presenti alla superficie ceramica, stabilizzate dal trattamento termico in forno. Foto al microscopio elettronico SEM presente all'Università di Perugia (vedi figura) confermano la migliore distribuzione delle particelle di fotocatalizzatore rispetto al processo tradizionale dove erano presenti zone di vuoto e zone con particelle ammassate.

The reason for the super efficiency of the new photocatalytic ceramic slabs is due to the better distribution of the microparticles of TiO_2 present to the ceramic surface, stabilised by the heat treatment in the kiln. Photos at the Electron microscope SEM present at the University of Perugia (see figure) confirm the best distribution of the photocatalyst particles compared to the traditional process where there were empty zones and areas with mass particles. In our days, we spend more than 90% of our time

Ai nostri giorni passiamo oltre il 90% del nostro tempo in spazi confinati: case, scuole, uffici, palestre, ecc. e purtroppo l'aria indoor è spesso più inquinata di quella outdoor. Questo è il motivo per cui sono necessari studi perché i tradizionali materiali da costruzione possano essere modificati, utilizzando le più moderne tecniche scientifiche, in modo che affianchino al loro uso comune, nuove proprietà per il benessere delle persone che vivono quegli ambienti.

Le lastre fotocatalitiche Active, prodotte con la tecnologia Digitalife, vanno proprio in questa direzione: **non solo materiali ecosostenibili, ma ecoattivi.**

L'attenzione assoluta verso il "green"

L'inchiostro a base di TiO_2 è stato preparato nel pieno rispetto dell'ambiente e la sua formulazione è stata più volte cambiata proprio per avere un prodotto sempre più "green". L'ultimo formulato prevede la presenza dell'acqua, cosa che ha permesso di lavorare con un inchiostro con un minore impatto ambientale rispetto all'uso dei tradizionali solventi, preservando comunque i risultati eccellenti per quanto riguarda le proprietà fotocatalitiche della ceramica.

Questo risultato è stato possibile grazie anche a delle modifiche strutturali apportate dal team tecnico sulle testine della macchina digitale, normalmente "allergiche" all'ambiente acquoso.

Calcoli LCA (Life Cycle Assessment) sono stati effettuati per valutare l'impatto ambientale di tutte le fasi del progetto: dalla preparazione allo sviluppo dei componenti usati per produrre l'inchiostro, dalla "stampa con la macchina digitale fino alla fase finale dedicata alla cottura per stabilizzare il TiO_2 .

Sono stati realizzati aggiustamenti in ogni fase proprio per rendere l'intero prodotto **"green"**, non solo perché la sua funzione sarà quella di abbattere l'inquinamento negli edifici, ma anche per una verifica precisa che ogni passaggio di produzione impatti poco sull'ambiente.

in confined spaces: houses, schools, offices, gyms, etc. and unfortunately the indoor air is often more polluted than the outdoor one. This is why studies are needed because traditional building materials can be modified, using the most modern scientific techniques, so that support to their common use, new properties for the welfare of people who live those environments.

Active photocatalytic slabs, produced with Digitalife technology, go precisely in this direction: **not only eco-sustainable, but also eco-active.**

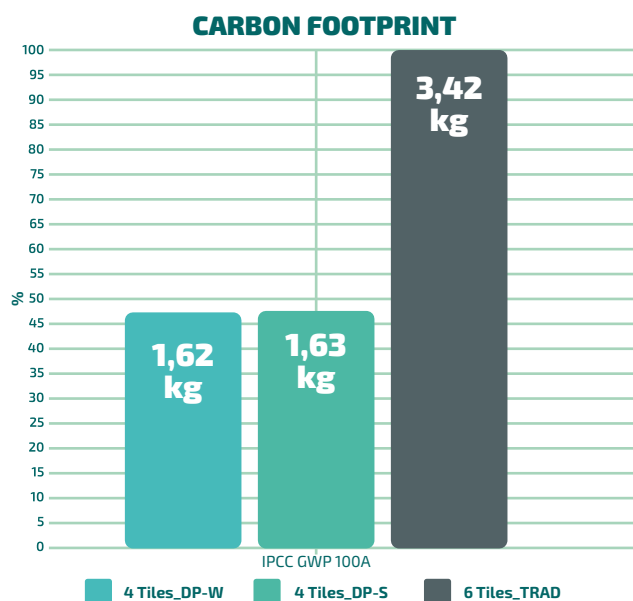
Absolute attention to the "green"

The TiO_2 based ink has been prepared in full respect for the environment and its formulation has been repeatedly changed to have a more and more "green" product. The last formulation involves the presence of water, which has allowed to work with an ink with less environmental impact compared to the use of traditional solvents, while still maintaining excellent results with regard to photocatalytic properties of ceramics.

This result was also possible thanks to the structural changes made by the technical team on the heads of the digital machine, normally "allergic" to the aqueous environment.

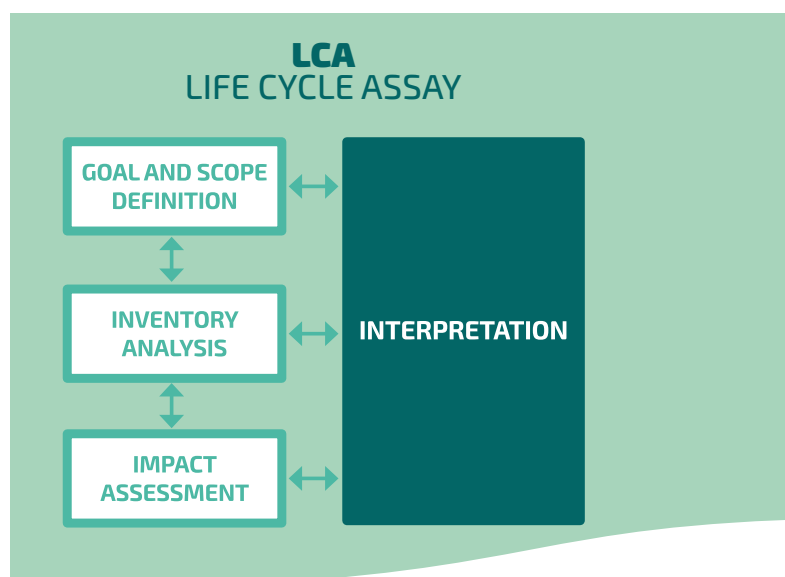
Life Cycle Assay (LCA) calculations were carried out to assess the environmental impact of all phases of the project: from preparation to the development of components used to produce ink, from "digital printing to the final stage of cooking to stabilize TiO_2 .

Adjustments have been made at each stage to make the whole product **"green"** not only because its function will be to reduce pollution in buildings but also for a precise check that every production passage impacts little on the environment.



Un breve esempio sulle conclusioni dai calcoli LCA.

L'impronta di carbonio dell'intero processo di produzione è stata valutata e, come previsto, ha un impatto maggiore sul processo tradizionale rispetto ai processi di stampa digitale. I chili di CO₂eq nei tre processi di produzione sono rispettivamente: 1,62 kg per la stampa digitale con inchiostro a base di acqua, 1,63 kg per la stampa digitale con inchiostro solvente e 3,42 kg per il processo tradizionale.



One short example on the LCA conclusions.

The carbon footprint of the entire manufacturing process was evaluated and, as expected, has a greater impact on the traditional process than on digital printing processes.

The Kg of CO₂eq in the three production processes are respectively: 1.62 kg for digital printing with water-based ink, 1.63 kg for digital printing with solvent ink and 3.42 kg for the traditional process.



Conferenza finale/Final conference – Università degli Studi di Milano, 6 luglio 2017

5. IMPACT AND BENEFITS

5. L'IMPATTO E I BENEFICI



digitalife



Benefici ambientali a lungo termine e/o impatto socio-economico

Al fine di analizzare gli scenari di mercato, abbiamo identificato i nostri principali stakeholder. Tra questi, abbiamo considerato prima la comunità scientifica, che ha beneficiato in particolare degli aspetti teorici e più visibilmente scientifici alla base dell'intera ricerca. La **comunità industriale**, che è sempre stata fonte di concorrenza e che, nello sviluppo di nuove idee e nello spostamento dei confini del possibile, crea valore. La **comunità sociale**, gli utenti finali, che beneficiano del prodotto - questo è il risultato della ricerca.

La **comunità scientifica**, nazionale e internazionale, è considerata perché è un pubblico importante per gli studi di ricerca e sviluppo svolti in questo programma dall'UMIL, che si occupava anche di divulgazione scientifica attraverso la partecipazione attiva e passiva a conferenze, la pubblicazione di articoli e scritti di grande rilevanza scientifica e comunicazione attraverso forme di seminari.

A livello industriale, va sottolineato che il gruppo GranitiFiandre si è sempre concentrato sulla ricerca e lo sviluppo in questo campo, attraverso importanti investimenti già avviati prima della fine del progetto di ricerca Digitalife con la costruzione di un nuovo impianto produttivo completamente digitalizzato.

I benefici sociali che devono essere valutati sono possibili solo in presenza di prodotti o servizi ("la società può cogliere i benefici di studi di ricerca di successo solo se i risultati vengono convertiti in prodotti e servizi commerciabili e [...] di consumo" (Lamm, 2006), che sono ovviamente utilizzati e diffusi tra gli utenti finali.

L'azione di divulgazione è condotta attraverso la comunicazione ex-cathedra e rimandi al sito in-

Long-term environmental benefits and/or socio-economic impact

In order to analyze market scenarios, we identified our main stakeholders. Among them, we considered the scientific community first, which benefited in particular of the theoretical and most visibly scientific aspects underlying the whole research.

The **industrial community**, which has always been a source of competition and which, in developing new ideas and moving the boundaries of what is possible, creates value. The **social community**, the end-users, who benefit from the product - that is the outcome of the research.

The **scientific community**, both national and international, is considered because it's an important audience for research and development studies carried out in this program by UMIL, which also dealt with scientific dissemination through active and passive participation in conferences, the publication of papers and writings of great scientific relevance and communication through seminar forms.

At the industrial level, it should be emphasized that the GranitiFiandre group has always focused on research and development in this field, through important investments already begun before the end of the Digitalife research project to build a new completely digitalized plant.

The social benefits that are to be assessed are only possible in the presence of products or services ("the society can reap the benefits of successful research studies only if the results are converted into marketable and consumable products [...] or services" (Lamm, 2006), which are obviously used and disseminated among end users.

The dissemination action is carried out through ex-cathedra communication, but also referrals to the

ternet, ha permesso di ampliare il pubblico interessato al trattamento e raccogliere feedback interessanti sulle opportunità di applicazione e il futuro di questo prodotto.

Grazie al progetto Digitalife abbiamo avuto un aumento nell'interesse del nuovo prodotto con +29,06% di utenti che hanno visitato le pagine web dedicate ai risultati del progetto e in prospettiva di mantenere e incrementare progressivamente l'interesse degli utenti verso le pagine web quale veicolo di comunicazione e diffusione di cultura e notizie. Inoltre, nei primi mesi di lavoro del nuovo impianto industriale, costruito con fondi dell'azienda sulla base delle ricerche del progetto Digitalife, abbiamo osservato un incremento del +348% di produzione e commercializzazione di lastre Active di grandi dimensioni. Il grande interesse degli stakeholder nei confronti dello sviluppo del nuovo Active ha portato alla stesura di numerosi nuovi capitolati (per un totale di oltre 30.000 mq in vari formati e finiture) e all'apertura del settore sanitario/ospedaliero nel quale il gruppo ha iniziato a investire sponsorizzando un master in progettazione degli ospedali. Un ulteriore sviluppo possibile con Active su grandi lastre è costituito dal settore dell'arredo: grazie alle nuove possibilità sono stati possibili contratti sia con clienti diretti che con terzisti per lo sviluppo e la fornitura di tavoli con lastre di vario formato a partire dal 100x100 cm, con una prospettiva di alcune centinaia di mq per il 2018 e una più importante prospettiva per gli anni a seguire.

internet site, has allowed broadening the audience interested in the treatment and gathering interesting feedback about the application opportunities and the future of this product.

Thanks to the Digitalife project we have an increase in the interest of the new product with + 29.06% of users who visited the web pages dedicated to DigitaLife and in future to maintain and progressively increasing the interest of users towards web pages as a vehicle for communication and dissemination of culture and news. Moreover, in the first months of work of the new industrial plant, built with company funds on the basis of Digitalife project research, we observed an increase of + 348% in production and marketing of large Active slabs. The great interest of the stakeholders in the development of the new Active products led to the drafting of several new specifications (for a total of over 30,000 square meters in various formats and finishes) and the opening of the health / hospital sector in which the group started to invest by sponsoring a master's degree in hospital planning. A further possible development with Active on large slabs is the furnishing sector: thanks to the new possibilities, contracts have been possible both with direct customers and with third parties for the development and supply of tables with various sizes of slabs starting from 100x100 cm, with a perspective of several hundred square meters for 2018 and a more important perspective for the years to follow.



Beneficiario coordinatore**Coordinating beneficiary**

GranitiFiandre S.p.A.
Via Radici Nord, 112
42014 - Castellarano (Reggio Emilia)

Beneficiari associati**Associated beneficiary**

Università degli Studi di Milano
Projecta Engineering S.r.l.

Sito web di progetto**Project website**

digitalife.active-ceramic.com

Referente**Referent**

Valentino Capucci
e-mail: VCapucci@iris-group.it

Durata**Duration**

01/07/2014 - 30/06/2017

Budget complessivo**Total project budget**

2.930.845 €

Contributo EU**EU Financial contribution**

1.323.568 €

Area del progetto**Project Area**

Castellarano (Reggio Emilia)

DIGITALIFE
LAYMAN'S REPORT - LIFE ENV/IT/000140



digitalife



LIFE13 ENV/IT/000140