ANTIBACTERIAL METAL SYSTEMS
FOR ARCHITECTURE

SVILUPPO DI TRATTAMENTO ANTIBATTERICO E VIRUCIDA PER SUPERFICI METALLICHE

REPORT TECNICO
28.01.2021

in collaborazione con:

Università degli Studi di Padova

Università degli Studi di Ferrara

chimicambiente

iamdesign.com

ANTIBACTERIAL METAL SYSTEMS FOR ARCHITECTURE

INDICE

	PAG.
INTRODUZIONE	3
FORMULAZIONI	3
CAMPIONI	4
METODI DI APPLICAZIONE	5
METODI DI PROVA	6

- **Caratterizzazione dei campioni ed analisi del coating**
- **Valutazioni su resistenza chimica, resistenza fisica, adesione**
- **Valutazioni su durabilità in ambiente esterno**
- **Valutazioni sull'efficacia antimicrobica**

RISULTATI	**9**

- **Caratterizzazione preliminare del materiale**
- **Analisi chimico-morfologica del coating**
- **Resistenza chimica**
- **Resistenza fisica ai cicli di lavaggio**
- **Adesione**
- **Resistenza in ambiente esterno**
- **Attività antimicrobica**
- **Attività virucida**

CONCLUSIONI	**28**

INTRODUZIONE

Il seguente report riassume il lavoro di ricerca e sviluppo, ed ha avuto come obiettivo la messa a punto di un coating antibatterico applicabile a superfici in metallo, con alta resistenza meccanica e di adesione e alta resistenza in ambienti interini ed esterni.

FORMULAZIONI SVILUPPATE E TESTATE

La realizzazione del coating è basata su tecnologia brevettata sol-gel e prevede la sintesi di SOL specifici per creare sulla superficie metallica uno strato micrometrico di silice funzionalizzata, additivata con particelle antimicrobiche attive.
I formulati sol-gel sintetizzati durante la sperimentazione sono stati i seguenti.

Formulato	Data sintesi	Descrizione
SOL INDIA 1	18/09/2020	Silice funzionalizzata con gruppi alifatici in alcol isopropilico (concentrazione 1).
SOL INDIA 2	18/09/2020	Silice funzionalizzata con gruppi alifatici in alcol isopropilico additivata con nanoparticelle di argento (soluzione 1000 ppm)
SOL INDIA 3	29/09/2020	Silice funzionalizzata con gruppi alifatici in alcol isopropilico (concentrazione 2)
SOL INDIA 4	29/09/2020	Silice funzionalizzata con gruppi metilici in alcol isopropilico (concentrazione 2)
SOL INDIA 5	16/10/2020	Silice funzionalizzata con gruppi metilici in alcol isopropilico (concentrazione 2) additivata con nanoparticelle di argento (soluzione 1000 ppm)
SOL INDIA 6	28/10/2020	Silice funzionalizzata con gruppi metilici in alcol isopropilico e acetato di etile (concentrazione 2) additivata con nanoparticelle di argento (soluzione 1000 ppm)
SOL INDIA 7	02/11/2020	Silice funzionalizzata con gruppi metilici in alcol isopropilico e acetato di etile (concentrazione 2)
SOL INDIA 8	27/11/2020	Silice funzionalizzata con gruppi metilici in alcol isopropilico e acetato di etile (concentrazione 2) additivata con nanoparticelle di argento (soluzione 500 ppm).

CAMPIONI

I campioni metallici su cui sono stati eseguiti i test sono le seguenti 6 tipologie

Disco AISI 304

Disco AISI 316

Placca AISI 304

Placca AISI 316

Lastrina satinata AISI 304

Lastrina satinata AISI 316

METODI DI APPLICAZIONE

Nella fase preliminare di valutazione dei diversi formulati, i coating sono stati applicati per immersione (manuale), valutando il potere filmogeno e le differenze estetiche (morfologiche e cromatiche) tra parte trattata e non trattata.

Fase di immersione nel SOL

Fase di estrazione dal SOL

Differenza tra parte trattata e non trattata

L'applicazione del coating comporta un leggero effetto ravvivante nell'acciaio, detto anche "effetto bagnato", per la presenza del sottile strato di silice che influenza l'indice di rifrazione e dunque il riflesso della luce. Non sono osservabili accumuli di prodotto o difettosità, e nella parte trattata il coating si presenta omogeneo.

Per replicare l'applicazione in contesto industriale i campioni sottoposti ad ulteriori test sono stati realizzati con metodo spray convenzionale (aerografo alimentato ad aria compressa).
L'applicazione del coating è stata eseguita attraverso una fine nebulizzazione dei formulati sol-gel, cercando di non creare eccessi o colature di prodotto, con i seguenti parametri:

- Pressione: 0,5 bar
- Ugello: 0.5 mm
- Distanza: 4-5 cm

Applicazione del coating sol-gel con metodo spray.

Applicazione del coating sol-gel con metodo spray.

Applicazione del coating sol-gel con metodo spray.

METODI DI PROVA

Caratterizzazione dei campioni ed analisi del coating

I campioni tal quali ed i campioni rivestiti con coating sono stati caratterizzati attraverso:

- Osservazioni in microscopia digitale a fibre ottiche
- Analisi chimico-morfologica ESEM-EDS (Environmental scanning electron microscope - energy dispersive spectrometry)

Le osservazioni in microscopia digitale sono state eseguite tramite microscopi digitali a fibre ottiche Dino-Lite mod. AM211 ad ingrandimento variabile (50-200X), mod. AM313T5 ad ingrandimento fisso (500X). L'analisi ESEM-EDS è stata eseguita con Microscopio elettronico a scansione "ambientale" (ESEM) modello FEI Quanta 200 collegato a sistema in fluorescenza di raggi X (CEASC, Centro di Analisi e Servizi Per la Certificazione, Università degli Studi di Padova).

Microscopia digitale a fibre ottiche su campioni di acciaio.

Microscopia digitale a fibre ottiche su campioni di acciaio.

Analisi ESEM-EDS su campioni di acciaio.

Analisi ESEM-EDS su campioni di acciaio.

Valutazioni su resistenza chimica, resistenza fisica, adesione

I formulati sono stati sottoposti a test per valutare la resistenza alle principali procedure disinfettanti definite dall'OMS:

- Soluzione alcolica al 70% (acqua + alcool isopropilico)
- Ipoclorito di sodio 4% in soluzione acquosa (candeggina)
- Acqua e sapone (detergente con tensioattivo anionico)

Le sostanze sono state messe a contatto con il coating eseguendo un primo test di contatto a 5 minuti, ed un secondo a 30 minuti (Metodo interno).

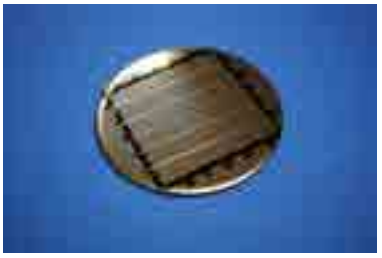
Per valutare la durata del coating ai cicli di pulizia, attraverso i metodi idonei (spugna morbida e soluzione acquosa con detergente neutro), 5 provini sono stati sottoposti al seguente test:

- applicazione del coating con pennello in spugna di poliestere su metà provino per rendere riconoscibile la parte trattata;
- attesa delle 72 ore per raggiungimento della stabilità del coating;
- applicazione di una soluzione acquosa e sapone neutro su metà del provino e pulizia con levigatrice roto-orbitale con spugna di poliestere (14.000 giri/minuto);
- osservazione dei provini a distanza di 24 ore.

L'adesione del coating all'acciaio è stata testata su dischi lucidi AISI 304 e AISI 316 secondo la norma ISO 2409:2013 (Paints and varnishes - *Cross-cut test*).

Le valutazioni finali per le tre tipologie di prova sono state eseguite attraverso analisi ESEM-EDS.

dischi sottoposti a test di resistenza chimica



disco sottoposto a test di adesione (Cross-cut test)

Dischi sottoposti a test di adesione (Cross-cut test)

Valutazioni su durabilità in ambiente esterno

Per valutare la resistenza in ambiente esterno sono state eseguite prove in camera climatica di invecchiamento accelerato. I parametri dei test sono stati i seguenti:

- Campioni esposti: 3 lastrine di acciaio inossidabile non trattate (denominate (NT-1, NT-2 e NT-3) e 3 lastrine dello stesso acciaio trattate con SOL INDIA 8 (denominate 8-1, 8-2 e 8-3).
- Condizioni di prova secondo UNI EN ISO 9227: esposizione a nebbia salina neutra
- Soluzione nebulizzata NaCl 5%;
- Temperatura 35° ± 2°C;

- pH del condensato 6.5-7.2;
- Durata 720 ore (per CLASSE C3 ALTA RESISTENZA);
- Angolo di esposizione 25°.

La valutazione del degrado del rivestimento al termine dell'esposizione alla nebbia è stata effettuata secondo le norme:

- UNI EN ISO 4628-2: Valutazione del degrado dei rivestimenti - Indicazione della quantità e delle dimensioni dei difetti, e dell'intensità di variazioni di aspetto uniformi Parte 2: Valutazione del grado di vescicamento;
- UNI EN ISO 4628-3: Pitture e vernici - Valutazione della degradazione dei rivestimenti - Designazione della quantità e della dimensione dei difetti e della intensità nelle alterazioni uniformi dell'aspetto - Parte 3: Valutazione del grado di ruggine (rusting).

I test sono stati eseguiti presso il Centro Studi Corrosione e Metallurgia "A. Daccò"Dipartimento di Ingegneria - Università di Ferrara.

Valutazioni sull'efficacia antimicrobica

Valutazioni preliminari con metodo interno sono state condotte su dischi lucidi e placche satinate artificialmente contaminate (soluzione di acqua e terreno, e soluzione acquosa contenente lieviti). La verifica del potere antimicrobico è stata misurata con bioluminometro Lumitester smart (Kikkoman) e tamponi LuciPacA3.
Le misure sono state condotte in un arco temporale di 4 ore, raccogliendo la misura ogni 15 minuti per la prima ora, ed ogni 30 minuti per le ore successive.

Test di valutazione interna con bioluminometro.

Test di valutazione interna con bioluminometro.

L'efficacia del trattamento è stata testata secondo ISO 22196:2011 - *Measurement of antibacterial activity on plastics and other non-porous surfaces*. Il test prevede l'inoculo di 2 ceppi batterici (E. Coli e S. Aureus) e la valutazione dell'efficacia battericida a 24 ore.

RISULTATI

Caratterizzazione preliminare del materiale

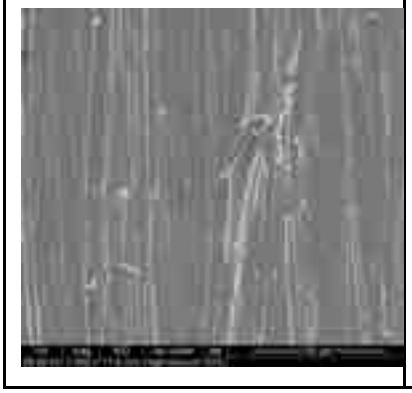
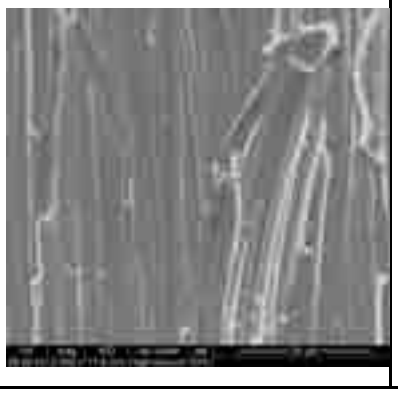
Le analisi in microscopia digitale, ed ancor meglio le analisi ESEM, hanno permesso di evidenziare la struttura della superficie di finitura dei due tipi di acciaio. A livello morfologico i campioni presentano una micro-rugosità superficiale molto simile, costituita da scanalature pressoché parallele e con profondità variabile, più consistente nei bordi dei fori.
Le microanalisi EDS eseguite sia sui dischi lucidi che sulle placche indicano composizioni pressoché simili dei due materiali, con tenori variabili di ferro, cromo, nichel e carbonio. Si notano nei campioni lucidi maggiori tenori di zolfo (residuo di lavorazione nei forni). Nei campioni satinati (placche) si abbattono i valori di zolfo (per la rimozione della prima superficie) e risultano presenti tracce di silicio, dovute a processo di satinatura con carburo di silicio.

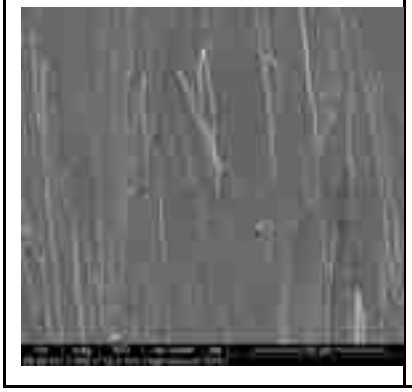
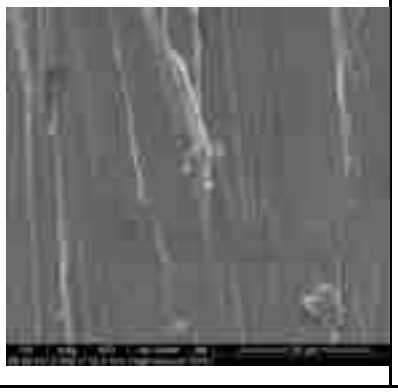
Si riportano di seguito le analisi in microscopia digitale dell'acciaio non trattato.

Campione: placca AISI 304 non trattato (corpo centrale)		
Ing 50X	**Ing 200X**	**Ing. 500X**

Campione: placca AISI 316 non trattato (corpo centrale)		
Ing 50X	**Ing 200X**	**Ing. 500X**

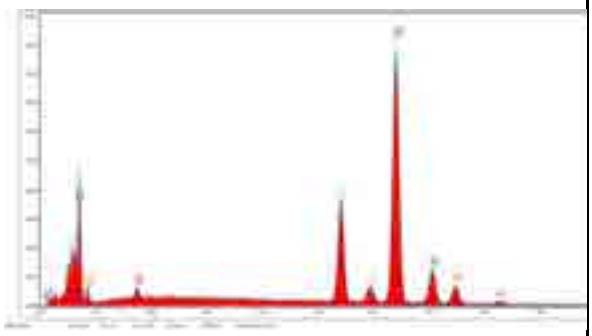
Si riportano di seguito le immagini dell'analisi morfologica ESEM dell'acciaio non trattato.

Campione: placca AISI 304 non trattato (corpo centrale)		
Ing 1000X	**Ing 2500X**	**Ing. 5000X**
		

Campione: placca AISI 316 non trattato (corpo centrale)		
Ing 1000X	**Ing 2500X**	**Ing. 5000X**
		

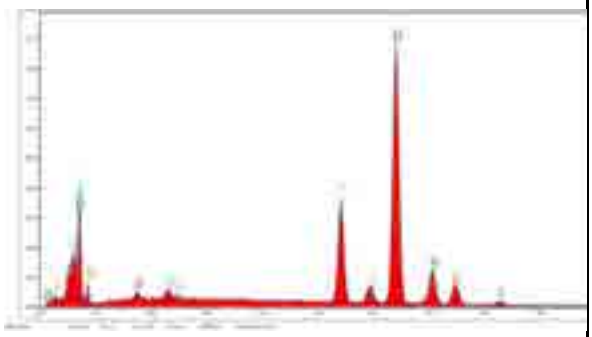
Si riportano di seguito gli spettri EDS delle analisi eseguite su acciaio non trattato.

Campione: placca AISI 304 non trattato (corpo centrale)



Element	Weight %
C K	1,45
Si K	0,78
Cr K	19,26
Fe K	71,14
Ni K	7,37

Campione: placca AISI 316 non trattato (corpo centrale)



Element	Weight %
C K	1,21
Si K	0,62
S K	0,98
Cr K	18,6
Fe K	70,01
Ni K	8,59

Analisi chimico-morfologica del coating

Le analisi ESEM-EDS hanno permesso di definire il SOL INDIA 8 come prodotto caratterizzato da formulazione e concentrazione ottimale per la finalità della ricerca svolta.
Il coating ottenuto con SOL INDIA 8 si presenta omogeneamente diffuso sulla superficie, con leggeri accumuli nelle rugosità più profonde. Piccole fessurazioni del rivestimento si segnalano solo in prossimità di bordi e sono dovute ad accumulo di prodotto e alle condizioni analitiche (condizioni di alto vuoto generate nella camera di analisi dello strumento). Le analisi ESEM evidenziano la capacità del coating di saturare i solchi della satinatura e contribuire ad un effetto livellante senza alterare le caratteristiche estetiche dell'acciaio.

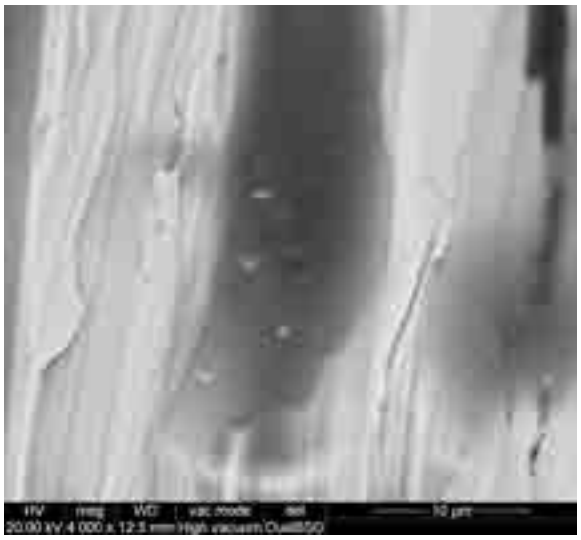
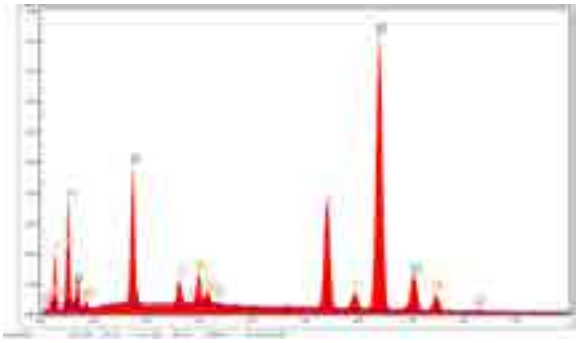
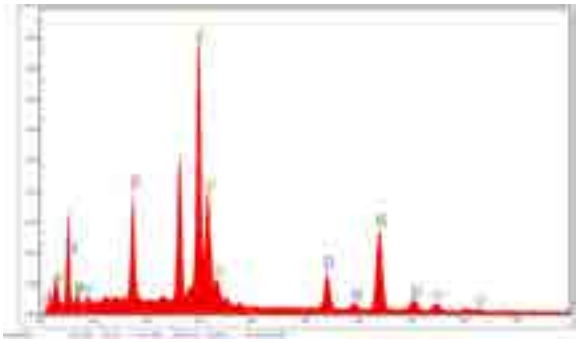


Immagine ESEM (BSD) della superficie dell'acciaio trattato con SOL INDIA 8.

Immagine ESEM (BSD) della superficie dell'acciaio trattato con SOL INDIA 8.

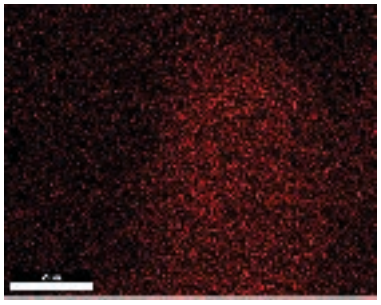


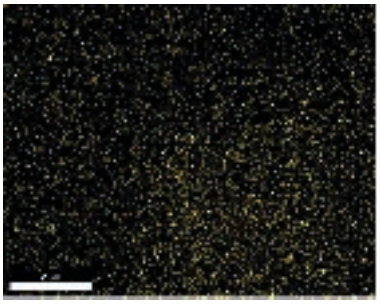
Spettro EDS dell'acciaio trattato con SOL INDIA 8.

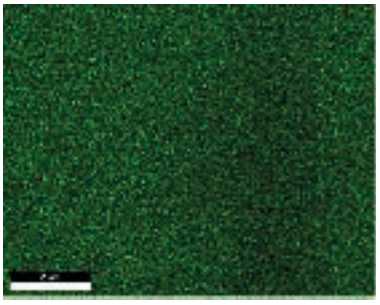


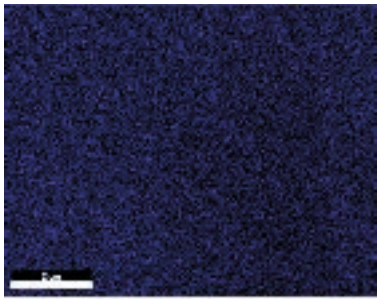
Spettro EDS dei cluster di argento dispersi nel coating.

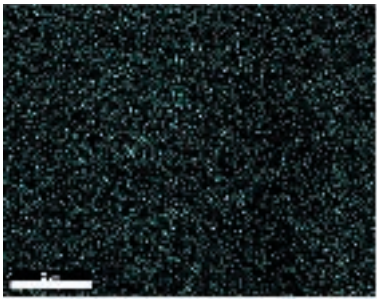
L'argento si presenta come una fine dispersione, che conferisce al coating osservato in BSD un aspetto nebuloso. Sono presenti accumuli di argento di dimensioni inferiori ai 500 nm. Ad analisi ESEM-EDS il segnale dell'argento è sempre associato alla presenza del silicio e quindi alla presenza del coating.
Sulla materiale trattato con SOL INDIA 8 è stata eseguita una mappatura elementare per verificare la distribuzione dell'argento e del silicio. Le mappature confermano una maggior presenza di argento dove ci sono maggiori concentrazioni di silice, ovvero nelle scanalature create dalla satinatura. Le analisi ESEM dei campioni realizzati con sistema combinato mostrano accumuli di argento e non una dispersione uniforme.


Silicio


Argento


Ferro


Cromo


Nichel

Resistenza chimica

Il coating presenta un'ottima resistenza alla pulizia con soluzioni alcoliche (etanolo o isopropilico al 70%) e alle soluzioni acquose con tensioattivi neutri.
Il rivestimento ha scarsa resistenza alle soluzioni di ipoclorito di sodio per via dell'attacco basico che si innesca sulla silice.

Foto del campione sottoposto test di resistenza chimica. La zona priva di coating è quella a contatto con soluzione di ipoclorito di sodio.

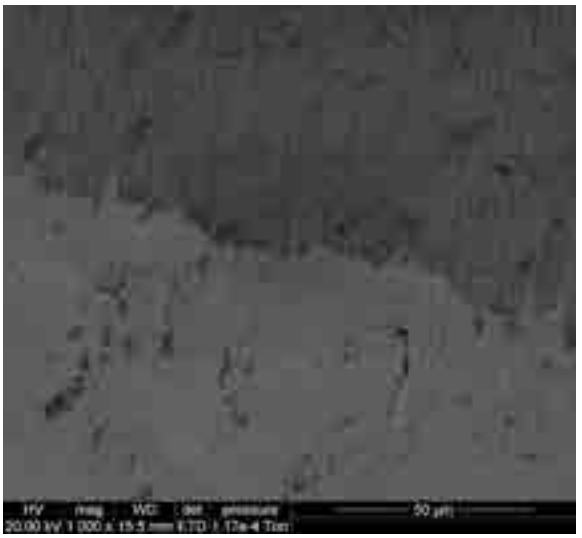


Immagine ESEM che conferma la rimozione del coating da parte della soluzione di ipoclorito di sodio.

Resistenza fisica ai cicli di lavaggio

Per il test 5 provini sono stati sottoposti ai seguenti cicli di lavaggio con acqua e tensioattivi (soluzione neutra).

- 3500 cicli test superato
- 7000 cicli test superato
- 10.500 cicli test superato
- 14.000 cicli test superato
- 28.000 cicli test superato

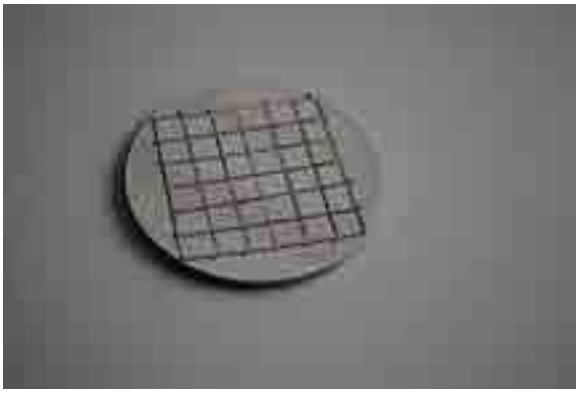
Immagine dei 5 provini sottoposti a cicli di lavaggio. A destra il provino dei 28.000 cicli.

La tonalizzazione dell'acciaio dovuta alla presenza del coating si mantiene anche dopo 24 ore dai test a 28.000 cicli. Si conclude che il rivestimento ha una resistenza superiore ai 28.000 lavaggi.

Adesione

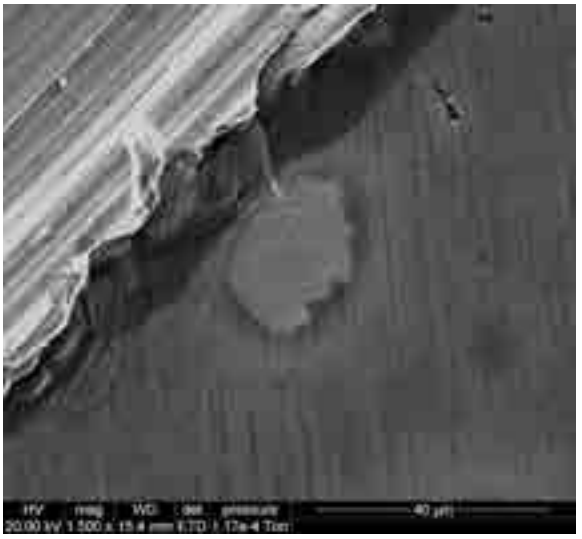
L'adesione testata secondo la norma ISO 2409:2013 (Paints and varnishes - *Cross-cut test*) mostra valori ISO prossimi a 0, ovvero non si rilevano ad occhio nudo lacune del coating in seguito a test. Lo dimostrano le analisi ESEM che rilevano solo lievi e rari distacchi localizzati in prossimità dei tagli ortogonali ed interessano aree ristrette a 20-30 micron di distanza dal bordo del taglio.

Campioni sottoposti a *Cross-cut* test.



Campione AISI316 rivestito con coating sol-gel sottoposto a *Cross-cut* test.

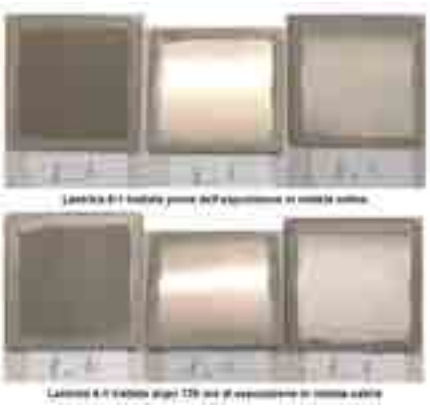
Immagini ESEM di campione sottoposto a Cross-cut test.

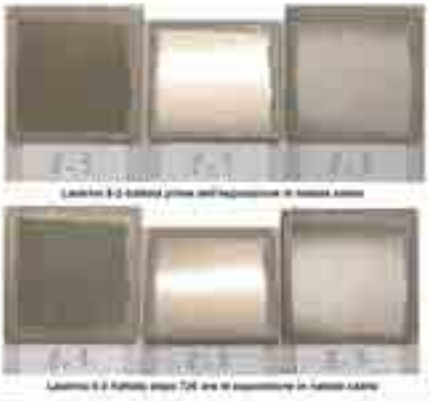


Immagini ESEM di campione sottoposto a Cross-cut test.

Resistenza in ambiente esterno

In seguito ai test di invecchiamento accelerato (UNI EN ISO 9227, 720 ore in nebbia salina) il coating dimostra una elevata resistenza in ambiente esterno.
Secondo UNI EN ISO 4628-2 e UNI EN ISO 4628-3 si è ottenuta una densità di vescicamento pari a 0 (ovvero assenza completa di vescicamento) ed un grado di arrugginimento pari a Ri 0 (ovvero assenza completa di punti di ruggine).





Immagini tratte dal report di analisi, campioni trattati con SOL INDIA 8 dopo il test di invecchiamento accelerato.

Attività antimicrobica

Si riportano di seguito i risultati delle misure eseguite con bioluminometro.
Tali risultati dimostrano un abbattimento esponenziale della contaminazione da microrganismi. Nello specifico il coating è in grado di ridurre del 96,35 % in 3 ore i microrganismi presenti sulla superficie.

Soluzione contaminata con terreno

Andamento dei valori RLU nel tempo, misure eseguite su placca satinata AISI 304 trattata con SOL INDIA 8.

Andamento dei valori RLU nel tempo, misure eseguite su disco lucido AISI 316 trattata con SOL INDIA 8.

Soluzione acquosa con lieviti

Andamento dei valori RLU nel tempo, misure eseguite su placca satinata AISI 304 non trattata.

Andamento dei valori RLU nel tempo, misure eseguite su placca satinata AISI 304 trattata con SOL INDIA 8.

I test eseguiti secondo ISO 22196:2011 - *Measurement of antibacterial activity on plastics and other non-porous surfaces* hanno avuto esito positivo e riportano i seguenti valori:

CEPPO: **Escherichia Coli** **ATCC 8739**	**SOL INDIA 8** **test 1**	**SOL INDIA 8** **test 2 (secondo ISO)**
Determinazione dell'attività antibatterica	> 5,5	> 5,5
Attività antibatterica (%)	> 99,999	> 99,999
N. batteri disponibili nell'inoculo	160.000	400.000
Uo (batteri su non trattato dopo inoculo) log	4,0	4,4
Ut (batteri su non trattato dopo 24 ore da inoculo) log	5,5	5,5
At (batteri su provini trattati dopo 24 ore da inoculo) log	NQ	NQ

CEPPO: **Staphylococcus Aureus** **ATCC 6538**	**SOL INDIA 8** **test 1**	**SOL INDIA 8** **test 2 (secondo ISO)**
Determinazione dell'attività antibatterica	> 3,3	> 2,5
Attività antibatterica (%)	> 99,948	> 99,714
N. batteri disponibili nell'inoculo	350.000	260.000
Uo (batteri su non trattato dopo inoculo) log	4,3	4,2
Ut (batteri su non trattato dopo 24 ore da inoculo) log	3,3	2,5
At (batteri su provini trattati dopo 24 ore da inoculo) log	NQ	NQ

Una volta verificata la proprietà antibatterica, in seguito ai risultati ottenuti su ceppi batterici, è stata valutata anche l'attività virucida ISO 21702:2019 *"Measurement of antiviral activity on plastics and other non porous surfaces"*.
L'analisi è stata eseguita inoculando SARS-CoV-2_COV2019 ITALY/INMI1 (Log TCID50 inoculum: 6.88) su campioni trattati e non trattati, misurando l'attività antivirale con la seguente formula:

R = Ut - At

dove:
R è il valore di attività antivirale
Ut è la media del log TCID50/cm^2 dei 3 campioni non trattati al tempo Tx
At è la media del log TCID50/cm^2 dei 3 campioni trattati all'istante Tx

I test hanno avuto esito positivo e riportano i seguenti valori:

Cytotoxicity test						
	Media Log TCID50	TCID50 (1 ml)	S (TCID50 ml)	Test valid if	Results	
Negative control	4.33	$10^{4.33}$	$Sc = 10^{4.33}$	n/a	n.a	n.a
Untreated sample	4.06	$10^{4.06}$	$Su = 10^{4.06}$	|Su-Sc|< 0.5	0.25	Valid
Treated sample	3.92	$10^{3.92}$	$St = 10^{3.92}$	|St-Sc|< 0.5	0.41	Valid

Test results							
	Time	Average Log TCID50	TCID50 (1 ml)	N (TCID50/cm^2)	Ut	R Ut-At	Test valid if result is between
Untreated sample	T0	5.25	$10^{5.25}$	1.11×10^6	n/a	n/a	2.5×10^5 - 1.2×10^6 (TCID50/cm^2)
	T24	5.75	$10^{5.75}$	3.55×10^5	4.55	n.a	n/a

	Time	Average Log TCID50	TCID50 (1 ml)	N (TCID50/cm^2)	At	R Ut-At	[% reduction versus T0]
Treated Sample	T24	3.17	$10^{3.17}$	9.17×10^3	3.96	0.59	99.17

(tabelle estratte dal report 21RP00734 dated 29/03/2021)

L'efficacia antivirale riscontrata nel campione trattato con SOL INDIA 8 dopo 24 h, rispetto al campione non trattato dopo 24 h, è la seguente
R = 3.96-4.55 = **0.59** che corrisponde al **74.88%** di abbattimento.

Considerando solo il campione trattato con SOL INDIA 8, e valutando l'efficacia a 24 h dall'inoculo rispetto al tempo 0, si ottiene una percentuale di abbattimento del 99.17 %.

Test report n°: **21RP00734** dated **29/03/2021**

Dear
IND.I.A. S.p.a.
Via Vicenza, 8/12
36034 Malo (VI)

Dati di accettazione

Oggetto del test: **Materiale generico**

Trasporto: **Cliente**

Data di arrivo: **23/02/2021** Data di accettazione: **23/02/2021** Ora di arrivo: **17.12**

Dati campione (C)

Descrizione: **IAM Design + Antibact**

Dati campione

Campionamento da parte di: **Cliente**

Luogo: **Sede del Cliente**

segue Rapporto di prova n. : **21RP00734** data **29/03/2021**

Parametro - Specifica *Metodo - Note*	M.U.	Risultati Note	LoQ	LoD	Avvio del test Fine del test
Attività virucida (e) ISO 21702:2019		**Vedi Rapporto di prova n. 2100033/01 of 29/03/2021**			23/02/21 29/03/21

Se il campionamento non è di competenza di Chimicambiente S.r.l., quest'ultima declina ogni responsabilità per le informazioni relative al campionamento fornite dal Cliente; i risultati delle prove si riferiscono esclusivamente al campione così come ricevuto. Quando questi dati comprendono misure che incidono sull'unità di misura, i risultati espressi sono ottenuti dalla loro elaborazione. I dati di accettazione sono di competenza del Laboratorio, mentre i dati relativi al campione sono contrassegnati da una "C" se di competenza del Cliente. Se il campione non è idoneo ma il Cliente sceglie di proseguire ugualmente, il Laboratorio declina ogni responsabilità per i risultati che potrebbero essere influenzati dalla deviazione.

LEGENDA: **U.M.** = unità di misura; **(sup)** = limite superiore; **(inf)** = Limite inferiore; **LoQ** = llimite di quantificazione, è il limite inferiore di concentrazione al di sopra del quale è possibile ottenere strumentalmente una misura quantitativa; in microbiologia il LoQ è di natura teorica; **LoD** = limite di rilevazione, è il limite di concentrazione inferiore al quale il campione non può essere rilevato; nelle analisi qualitative rappresenta la concentrazione minima alla quale è possibile determinare o meno la presenza di un analita; **NQ** = non quantificabile, indica un valore inferiore al LoQ; **NR** = non rilevabile, indica un valore inferiore a LoD; "**< x**" or "**> x**" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura del test, dove x è il risultato; **N.A.** = non è applicabile al test; **M.I.** = metodo interno.
(m): Indica una modifica rispetto alla versione precedente del rapporto di prova.
(e): Indica che il test/attività è stato eseguito in subappalto.

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione in esame.
La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza l'autorizzazione scritta del laboratorio.
I campioni vengono conservati in laboratorio per 2 settimane dalla fine del test, se non diversamente indicato.
Le registrazioni delle prove effettuate sono conservate dal laboratorio per 5 anni dall'emissione del rapporto di prova.

SE NON SPECIFICATO DIVERSAMENTE: i risultati del presente rapporto di prova non sono corretti per i fattori di recupero (R) in quanto i valori di recupero rientrano tutti nella tolleranza indicata nel metodo di prova; le sommatorie sono calcolate utilizzando il criterio del limite inferiore (L.B.); i valori (??se presenti sul rapporto di prova) riportati nella colonna "incertezza" si riferiscono all'incertezza estesa con fattore di copertura K approssimato a 2, livello di probabilità = 95%; il rapporto di campionamento è identificato e archiviato con lo stesso codice di accettazione del campione o con il relativo numero d'ordine.

L'incertezza è espressa in unità di misura del parametro a cui si riferisce. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

Technical Director

Gioachin Dr. Carlo
Chemist
Ordine Interprov. Chimici del Veneto - Padova n° 860 SEZ. A

---------- End of Test Report ----------

Test report n° 2100033/01

CHIMICAMBIENTE S.R.L.
VIA LEONARDO DA VINCI, 2
35042 - ESTE (PD) - IT

Informazioni sul test	
MATERIALE	Non specificato
ARTICOLO	**Esempio: 21RP00734 Trattati, 21RP00734 Non trattato Trattamento: non specificato**
METODO	**ISO 21702:2019 "Misurazione dell'attività antivirale su plastica e altre superfici non porose"°**
Data di ricevimento	25 Febbraio 2021
Campioni	• Campione trattato: 50 x 50 mm^2, 1 mm spessore; • Campione non trattato: 50 x 50 mm^2, 1 mm spessore; • Film di copertina: polipropilene film 40 x 40 mm^2, spessore 0.10 mm • Tutti i campioni sono stati sterilizzati mediante esposizione ai raggi UV • Volume dell'inoculo di prova: 400 uL.
Conservazione	Room temperature
Termperatura del test	25°C ± 1°C
Temperatura di incubazione	37°C ± 1°C
Ceppo virale	**SARS-CoV-2_COV2019 ITALY/INMI1**
Linea cellulare ospite permissiva	VERO E6
Tempo di contatto	24h

Calcolo dell'attività antivirale

L'attività antivirale è calcolata con la seguente formula:

$$R = Ut - At$$

Dove

R è la valutazione delle attività antivirali

Ut è la media di log TCID50/cm^2 di 3 campioni non trattati al momento Tx

At è la media di log TCID50/cm^2 di 3 campioni non trattati al momento Tx

Log $TCID_{50}$ inoculum: 6.88

Cytotoxicity test						
	Media Log $TCID_{50}$	$TCID_{50}$ /1 ml	S ($TCID_{50}$ / ml)	Test valido se	Risultati	
Controllo negativo	4.33	$10^{4.33}$	Sn = $10^{4.33}$	n/a	n/a	n/a
Campione non trattato	4.08	$10^{4.08}$	Su = $10^{4.08}$	$\|Sn-Su\| \leq 0.5$	0.25	Valid
Campione trattato	3.92	$10^{3.92}$	St = $10^{3.92}$	$\|Sn-St\| \leq 0.5$	0.41	Valid

Risultati del test

	Tempo	Media Log $TCID_{50}$	$TCID_{50}$ /1 ml	N ($TCID_{50}$/cm^2)	Ut	R |Ut-At|	Test valido se il risultato è tra
Campione non trattato	T0	5.25	$10^{5.25}$	1.11×10^6	n/a	n/a	$2.5 \times 10^5 – 1.2 \times 10^6$ ($TCID_{50}$/cm^2)
	T24	3.75	$10^{3.75}$	3.51×10^4	4.55	n/a	n/a

Test report n° 2100033/01

	Tempo	Media Log $TCID_{50}$	$TCID_{50}$ /1 ml	N ($TCID_{50}/cm^2$)	At	R |Ut-At|	[% riduzione rispetto a T0]
Campione trattato	T24	3.17	$10^{3.17}$	9.17×10^3	3.96	0.59	99.17

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione testato; il nome e la descrizione del campione sono dichiarati dal Cliente.
Il presente rapporto di pr
ova può essere riprodotto solo integralmente; la riproduzione parziale deve essere autorizzata con l'approvazione scritta del Laboratorio. ° Test in servizio (stesso Gruppo).

Prato, 29 March 2021

Rapporto di fine test

Il responsabile,

ANTIBACTERIAL METAL SYSTEMS FOR ARCHITECTURE

Test report n°: **21RP00734** dated **19/04/2021**

Dear
IND.I.A. S.p.a.
Via Vicenza, 8/12
36034 Malo (VI)

Dati di accettazione

Oggetto del test: **Materiale generico**

Trasporto: **Cliente**

Date of arrival: **23/02/2021** di Ora di arrivo: **17.12**

di accettazione: **23/02/2021**

Dati campione (C)

Descrizione: **IAM Design + Antibact**

Dati campione

Campionamento da parte di: **Cliente**

Luogo: **Sede del Cliente**

segue Rapporto di prova n°: **21RP00734** data **19/04/2021**

Parametro - Specifica *metodo - Note*	M.U.	Risultati Note	LoQ	LoD	Avvio del test Fine del test
Attività virucida (e) ISO 21702:2019		**Vedi Rapporto di prova 2100033/01 del 29/03/2021**			23/02/21 29/03/21

Se il campionamento non è di competenza di Chimicambiente S.r.l., quest'ultima declina ogni responsabilità per le informazioni relative al campionamento fornite dal Cliente; i risultati delle prove si riferiscono esclusivamente al campione così come ricevuto. Quando questi dati comprendono misure che incidono sull'unità di misura, i risultati espressi sono ottenuti dalla loro elaborazione. I dati di accettazione sono di competenza del Laboratorio, mentre i dati relativi al campione sono contrassegnati da una "C" se di competenza del Cliente. Se il campione non è idoneo ma il Cliente sceglie di proseguire ugualmente, il Laboratorio declina ogni responsabilità per i risultati che potrebbero essere influenzati dalla deviazione.

LEGENDA: **U.M.** = unità di misura; **(sup)** = limite superiore; **(inf)** = Limite inferiore; **LoQ** = llimite di quantificazione, è il limite inferiore di concentrazione al di sopra del quale è possibile ottenere strumentalmente una misura quantitativa; in microbiologia il LoQ è di natura teorica; **LoD** = limite di rilevazione, è il limite di concentrazione inferiore al quale il campione non può essere rilevato; nelle analisi qualitative rappresenta la concentrazione minima alla quale è possibile determinare o meno la presenza di un analita; **NQ** = non quantificabile, indica un valore inferiore al LoQ; **NR** = non rilevabile, indica un valore inferiore a LoD; "**< x**" or "**> x**" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura del test, dove x è il risultato; **N.A.** = non è applicabile al test; **M.I.** = metodo interno.
(m): Indica una modifica rispetto alla versione precedente del rapporto di prova.
(e): Indica che il test/attività è stato eseguito in subappalto.

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione in esame.
La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza l'autorizzazione scritta del laboratorio.
I campioni vengono conservati in laboratorio per 2 settimane dalla fine del test, se non diversamente indicato.
Le registrazioni delle prove effettuate sono conservate dal laboratorio per 5 anni dall'emissione del rapporto di prova.

SE NON SPECIFICATO DIVERSAMENTE: i risultati del presente rapporto di prova non sono corretti per i fattori di recupero (R) in quanto i valori di recupero rientrano tutti nella tolleranza indicata nel metodo di prova; le sommatorie sono calcolate utilizzando il criterio del limite inferiore (L.B.); i valori (??se presenti sul rapporto di prova) riportati nella colonna "incertezza" si riferiscono all'incertezza estesa con fattore di copertura K approssimato a 2, livello di probabilità = 95%; il rapporto di campionamento è identificato e archiviato con lo stesso codice di accettazione del campione o con il relativo numero d'ordine.

L'incertezza è espressa in unità di misura del parametro a cui si riferisce. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

Notes:

(m) Il risultato in base alla norma ISO 21702:2019 è espresso come R=Ut-At=0,59, che in percentuale corrisponde al 74,296%.

Technical Director

Gioachin Dr. Carlo
Chemist
Ordine Interprov. Chimici del Veneto - Padova n° 860 SEZ. A

---------- End of Test Report ----------

CONCLUSIONI

Il percorso di sperimentazione ha permesso di sviluppare una soluzione idonea per l'applicazione richiesta dagli obiettivi della ricerca. Il formulato **SOL INDIA 8** dimostra di avere le caratteristiche per essere applicato su acciaio per conferire proprietà antibatteriche alla gamma IAM+

Le principali proprietà del formulato risultano essere le seguenti:

- Soluzione a base di silice funzionalizzata additivata con nanoparticelle di argento, veicolata da alcol isopropilico;
- Applicabile con sistema spray a bassa pressione;
- Ottima adesione al substrato (acciaio) secondo ISO 2409:2013;
- Resistenza a > 280.000 cicli di lavaggio;
- Superficie pulibile con soluzioni idroalcoliche o soluzioni acquose neutre con tensioattivi;
- Non resistente a soluzioni di ipoclorito di sodio (anche a basse concentrazioni);
- **Attività antibatterica > 99% secondo ISO 22196:2011;**
- Resistenza in ambiente esterno (UV e condizioni di nebbia salina): ALTA DURABILITÀ secondo UNI EN ISO 9227, UNI EN ISO 4628-2 e UNI EN ISO 4628-3.

Malo 28.01.2021

Ing. Ardit Hiso
Responsabile
Ufficio tecnico Ind.i.a. spa

Padova 28.01.2021

Dott. Michele Cecchin
Responsabile tecnico
SILTEA SRL

Dario Gonzato
Direttore IAM Design

Dott.ssa Claudia Bortolussi
Responsabile R&D
SILTEA SRL

GONZATO GROUP ITALY
Ind.i.a. spa
Via Vicenza, 6/14
36034 - Malo
Vicenza - Italia
T. +39 0445 580 580
F. +39 0445 580 874
info@gonzato.com
www.gonzato.com

GONZATO GROUP FRANCE
Ind.i.a. France Sarl
P.A.E. la Baume, 7 Rue de l'Artisanat
34290 - Servian
Servian • France
T. +33 (0) 4 67 39 42 81
F. +33 (0) 4 67 39 20 90
info.france@gonzato.com
www.gonzato.com

GONZATO GROUP RUSSIA
ООО "АРТЕФЕРРО-РУССИА"
603124, Россия, Нижний Новгород,
Вторчермета 1Г
Тел. +7-831-2621999
info@arteferrorussia.com
www.gonzato.com

GONZATO GROUP CHILE
Arteferro Chile SA
Calle Los Arrayanes, 250, bodega 4
9340000 -Santiago
Colina • Chile
T. +56 2 738 7419
F. +56 2 738 7419
arteferro@arteferrochile.cl
www.gonzato.com

GONZATO GROUP USA-HOUSTON
Indital US Ltd
7947 Mesa Drive
77028 - Houston
Texas • U.S.A.
T. +1 713 694 6065
F. +1 713 694 2055
forgings@indital.com
www.gonzato.com

GONZATO GROUP SPAIN
Ind.i.a. España, SL
C/ Abedul, 43 – Polig. Ind. El Guijar
28500 - Arganda del Rey
Madrid • España
T. +34 918 700 819
F. +34 918 700 820
info@arteferro.es
www.gonzato.com

GONZATO GROUP MEXICO
Arteferro Monterrey SA de CV
Privada la Puerta 2879 B-4
66350 - Col. Parque Industrial
La Puerta Santa Catarina Nuevo Leon • México
T. +52 1 81 1295 5094/95
F. +52 1 81 1295 5097
info@arteferromexico.com
www.gonzato.com

GONZATO GROUP CHINA
China (Shandong province)
Representative Far East
india@arteferro.com

GONZATO GROUP USA-MIAMI
Arteferro Miami LLC
2955 NW 75th Street
33147 - Miami
Florida • U.S.A.
T. +1 305 836 9232
F. +1 305 836 4113
info@arteferromiami.com
www.gonzato.com

GONZATO GROUP CROATIA
Arteferro Gorican d.o.o.
Gospodarska ulica 1°
40324 Goričan – Međimurje
T. +385 (0) 40 602 222
F. +385 (0) 40 602 230
info@arteferro-dohomont.hr
www.gonzato.com

GONZATO GROUP ARGENTINA
Arteferro Argentina SA
Suárez 760,
1162 Buenos Aires • Argentina
T. +54 11 4301 2637
F. +54 11 4301 2637
info@arteferroargentina.com
www.gonzato.com

GONZATO GROUP BRASIL
Ind.i.a. Brasil LTDA
Rua Padre Feijó, 480
95190-000 - São Marcos
Rio Grande do Sul • Brasil
T. +55 54 3291 1416
F. +55 54 3291 1416
Branch
Av. Almirante Cochrane, 194 – Sala 32
11040-200 – Santos - Sao Paulo • Brasil
T. +55 13 21389091
vendas@arteferrobrasil.com.br
www.gonzato.com

GONZATO GROUP USA-LOS ANGELES
Gonzato Group CA
3483 Chicago Avenue
Riverside, CA 92507
California • USA
T. +1 951 465 7225
info@gonzatogroup.us
www.gonzato.com

GONZATO GROUP ROMANIA
S.C. Arteferro Braila S.A.
Chiscani, Vizirului Street, Km 10
Braila • Romania
T.+ 40 004 0239 652 854
arteferrocont@gmail.com
www.gonzato.com

iamdesign.com

You Tube

GONZATO
GROUP

IAM Design is a brand of Gonzato Group
Via Vicenza, 6/14 (SP46) - 36034 Malo (Vicenza) Italy / T +39 0445 580 580 - F +39 0445 580 874
info@iamdesign.com - www.iamdesign.com