

TECHNE

Journal of Technology for Architecture and Environment

16 | 2018

Poste Italiane spa - Tassa pagata - Piego di libro
Aut.n. 072/DCB/FI/VF del 31.03.2005

on line ISSN 2239-0243



MATERIA È PROGETTO

matter is design

SIT_{dA}

TECHNE

Journal of Technology for Architecture and Environment

Issue 16
Year 8

Director
Maria Teresa Lucarelli

Scientific Committee
Tor Broström, Gabriella Caterina, Pier Angiolo Cetica, Gianfranco Dioguardi, Stephen Emmitt, Paolo Felli, Luigi Ferrara, Cristina Forlani, Rosario Giuffré, Helen Lochhead, Mario Losasso, Lorenzo Matteoli, Gabriella Peretti, Fabrizio Schiaffonati, Maria Chiara Torricelli

Editor in Chief
Emilio Faroldi

Editorial Board
Ernesto Antonini, Eliana Cangelli, Tiziana Ferrante, Massimo Lauria, Elena Mussinelli, Riccardo Pollo, Marina Rigillo

Assistant Editors
Alessandro Claudì de Saint Mihiel, Paola Gallo, Francesca Giglio, Maria Pilar Vettori

Editorial Assistants
Viola Fabi, Serena Giorgi, Luca Magnani, Valentina Puglisi, Flavia Trebicka

Graphic Design
Veronica Dal Buono

Editorial Office
c/o SITdA onlus,
Via Toledo 402, 80134 Napoli
Email: redazionetechne@sitda.net

Issues per year: 2

Publisher
FUP (Firenze University Press)
Phone: (0039) 055 2743051
Email: journals@fupress.com

Journal of SITdA (Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura)

SIT_dA

Società Italiana della Tecnologia
dell'Architettura



MATERIA È PROGETTO MATTER IS DESIGN

NOTA NOTE

- 7 | **Nota**
Note
Maria Teresa Lucarelli

PROLOGO PROLOGUE

- 9 | **La materia architettonica come nota musicale del costruire**
Architectural matter as musical note of construction
Emilio Faroldi

DOSSIER a cura di/edited by Ernesto Antonini, Massimo Rossetti, Francesca Giglio

- 17 | **Introduzione**
Introduction
Ernesto Antonini, Massimo Rossetti, Francesca Giglio
- 20 | **L'estetica del green: l'espressione materica nell'architettura sostenibile**
The aesthetics of green: material expression in sustainable architecture
Blaine Brownell
- 29 | **Off-cells: un luogo del lavoro per le Foreste Casentinesi**
Off-cells: a place of work for Casentinesi Forests
Simone Gheduzzi

SCATTI D'AUTORE ART PHOTOGRAPHY a cura di/edited by Marco Introini

- 43 | **Densità**
Density

CONTRIBUTI CONTRIBUTIONS

SAGGI E PUNTI DI VISTA ESSAYS AND VIEWPOINTS

- 60 | **Per un archivio dei materiali da demolizione nei territori della ricostruzione**
A repository of recovered materials from post-earthquake reconstruction areas
Filippo Angelucci, Cristiana Cellucci, Michele Di Sivo, Daniela Ladiana
- 68 | **Due modelli costruttivi in legno: tradizione senza innovazione o innovazione senza tradizione?**
Two timber construction models: tradition without innovation or innovation without tradition?
Paola Boarin, Marta Calzolari, Pietromaria Davoli
- 79 | **Gli architetti dell'altro materialismo**
The architects of the other materialism
Filippo Bricolo
- 86 | **Progettare il ciclo di vita della materia: nuove tendenze in prospettiva ambientale**
Designing the life cycle of materials: new trends in environmental perspective
Andrea Campioli, Anna Dalla Valle, Sara Ganassali, Serena Giorgi
- 96 | **Architettura on demand. Nuovi scenari per il progetto e l'industria delle costruzioni**
Architecture on demand. New scenarios for the design project and the construction industry
Eliana Cangelli, Michele Conteduca
- 105 | **Il ruolo dell'innovazione nella definizione di nuovi paradigmi formali in Architettura**
The role of the innovation in the definition of new formal paradigms in Architecture
Fabio Conato, Valentina Frighi
- 113 | **Il progetto del bianco e la materia dell'architettura**
The design of white and the architecture matter
Paolo De Marco, Antonino Margagliotta

- 122 | Low Tech e materiali non convenzionali. Misura, Tempo, Luogo
Low Tech and unconventional materials. Measure, Time, Place
Francesca Giglio
- RICERCA E SPERIMENTAZIONE *RESEARCH AND EXPERIMENTATION*
- 131 | Algoritmi Genetici per il Project Management e la progettazione esecutiva nelle costruzioni
A Genetic Algorithm-based approach for Project Management and developed design of construction
Sara Tiene, Marco Alvise Bragadin, Andrea Ballabeni
- 142 | Superuse e upcycling dei materiali di scarto in architettura: progetto e sperimentazione
Waste materials superuse and upcycling in architecture: design and experimentation
Serena Baiani, Paola Altamura
- 152 | Integrazione di sistemi termo-attivi nella rigenerazione dell'involucro edilizio in area Mediterranea
Thermally active surface integration in the regeneration of building envelope in Mediterranean area
Alessandra Battisti, Egle Ministeri
- 164 | Schermare dinamicamente. Osservazione, riscontro e progetto
Shading dynamically. Observation, feedback and design
Roberto Bolici, Carlo Micono
- 177 | BLOCK_PLASTER: involucro in laterizio a elevate prestazioni energetico-ambientali
BLOCK_PLASTER: high energy/environmental performance brick building envelope
Corrado Carbonaro, Silvia Tedesco, Stefano Fantucci
- 187 | Progetto di un sistema di rivestimento metallico per l'involucro edilizio
Design of a metal cladding system for building envelopes
Massimiliano Condotta, Valeria Tatano
- 196 | Processi virtuosi: sistemi di copertura in bio-composito per la rigenerazione del territorio
Virtuous processes: biocomposite roofing systems for territorial re-generation
Vittorio Fiore, Stefania De Medici, Carla Senia
- 207 | Metodologie integrate di valutazione applicate ai materiali di un edificio ad alta quota
Integrated assessment methods applied to the materials of a high-altitude building
Roberto Giordano, Francesca Thiebat, Valentina Serra, Ema Madalina Budau
- 218 | Sviluppo di un prototipo di facciata continua con comportamento dinamico (SmartSkin)
Development of a curtain wall prototype with dynamic behaviour (SmartSkin)
Luca Guardigli, Francesco Della Fornace, Oscar Casadei, Fabio Frani, Luca Nicolini, Gian Marco Revel, Marco Arnesano
- 226 | Embodied Energy e prestazione residua: misurare il valore ambientale dell'esistente
Embodied Energy and residual performances: assess environmental value of existing buildings
Antonello Monsù Scolaro
- 235 | Le membrane strutturali in architettura: una soluzione eco-efficiente per il futuro?
Structural membranes in architecture: an eco-efficient solution for the future?
Carol Monticelli, Alessandra Zanelli
- 247 | Efficientamento dell'involucro edilizio: interazione tra energia inglobata ed energia operativa
Improving building envelope efficiency: interaction between embedded energy and operational energy
Elisabetta Palumbo, Stefano Politi
- 258 | Materiali e metodologie innovative per il recupero dei paramenti in calcestruzzo faccia a vista
Materials and innovative methodologies for restoring fair faced concrete
Claudio Piferi
- 270 | MSOT: ottimizzare la scelta dei materiali nel LEED v4 - un caso di studio con il BIM
MSOT: materials selection optimization in the LEED v4 protocol - a case study with BIM
Alberto Raimondi, Mabel Aguerre
- 281 | Sviluppo di membrane bituminose fonoisolanti e fonoassorbenti contenenti materiali di riciclo
Development of soundproofing and sound-absorbing bituminous membranes containing recycled materials
Massimo Rossetti, Alberto Bin
- 289 | Materiali e soluzioni tecniche per il wayfinding nei musei
Materials and technical solutions for wayfinding in museums
Teresa Villani
- 299 | Oltre la Materia: la sperimentazione di bio-based grown materials dai miceli
Beyond Materials: the experimentation of bio-based grown materials from mycelia
Antonella Violano

- 308 | Definizione di scenari materiali innovativi attraverso processi di digitalizzazione
Definition of innovative material scenarios through digitization processes
Sara Codarin, Marco Medici
- 317 | Sperimentazione di materiali compositi con fibre vegetali per il settore costruttivo
Experimentation of composites materials reinforced with vegetable fibres for the construction sector
Giulia Savoja

DIALOGHI *DIALOGUES* a cura di/edited by Maria Pilar Vettori

- 325 | Un "dialogo antico" tra materia, tecnica e progetto
An "ancient dialogue" between matter, technique and design
Un Dialogo tra | *A Dialogue between* Barbara Bogoni e | *and* Eduardo Souto de Moura

RECENSIONI *REVIEWS* a cura di/edited by Francesca Giglio

- 339 | Blaine Brownell, *TRANSMATERIAL Next- A Catalog of Materials That Redefine Our Future*
Ingrid Paoletti
- 340 | Andrea Lupacchini, *La sensorialità dei materiali*
Cristina Conti
- 342 | Alberto Campo Baeza, *La suspensión del tiempo. Diario de un arquitecto*
Maria Pilar Vettori
- 344 | Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli, Arturo Majocchi, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva, Matteo Gambaro, *Tecnologia, Architettura, Territorio. Studi ricerche progetti*
Adolfo Baratta

INNOVAZIONE E SVILUPPO INDUSTRIALE *INNOVATION AND INDUSTRIAL DEVELOPMENT*

a cura di/edited by Alessandro Claudi de Saint Mihiel

- 346 | Il contributo dell'area tecnologica alla ricerca industriale
Technological area contribution to industrial research
Alessandro Claudi de Saint Mihiel
- 348 | Innovazione e cultura imprenditoriale per la produzione edilizia ad elevata qualità ambientale
Innovation and entrepreneurial culture for high environmental quality building production
Paola Gallo

Teresa Villani,

Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'architettura, Sapienza Università di Roma, Italia

teresa.villani@uniroma1.it

Abstract. Nel processo progettuale la scelta dei materiali rappresenta un fattore determinante per esplicitare aspetti morfologici, prestazionali ed economici; attraverso le proprietà sensoriali se ne possono poi selezionare altri per caratterizzare spazi e veicolare informazioni (wayfinding). Viene qui illustrata una ricerca sugli edifici museali finanziata dalla Sapienza e supportata dalla Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali, al fine di individuare una metodologia progettuale di wayfinding e predisporre un repertorio (implementabile tramite la digitalizzazione) di materiali e soluzioni tecniche selezionati per scale di intervento e per proprietà sensoriali. È in fase di svolgimento la validazione dei risultati su un campione di tre musei selezionati tra i "Musei in Comune" di Roma.

Parole chiave: Sensorialità dei materiali; Wayfinding; Musei.

Il contributo dei materiali al progetto di wayfinding

Il *wayfinding* rappresenta un ulteriore parametro, in aggiunta a tanti altri, per migliorare la qualità

di un progetto che, una volta realizzato e fruito per un certo tempo, può essere valutato dagli utenti con metodologie *ex post* (*Post Occupancy Evaluation*) nelle quali le qualità percettive e sensoriali derivanti da fattori ambientali costituiscono oggettivamente un riferimento significativo; l'efficacia delle scelte progettuali correlate ai modi d'uso degli spazi può essere quindi desunta direttamente dall'esperienza dei fruitori.

La caratterizzazione materica dello spazio, se progettato in modo da stimolare i sensi durante la ricerca di una meta all'interno di un edificio, rientra a pieno titolo nel *wayfinding* (Lynch, 1960) che si occupa non solo di sistemi comunicativi (segnaletica), ma anche dell'organizzazione e connotazione dello spazio.

L'orientamento, infatti, non è solo determinato dalla capacità di recepire le esplicite istruzioni della segnaletica, ma in modo più completo viene connotato dalla facilità di reagire a sensazioni e sollecitazioni prodotte da superfici, colori, odori che concorrono a creare un'immagine mentale di uno spazio, dei percorsi per

fruirlo, dei suoi elementi più rilevanti.

Lungo un percorso l'utente cerca di continuo di far coincidere gli input sensoriali con la propria 'mappa cognitiva', cioè la memorizzazione delle informazioni spaziali che ne consentono la fruizione (Arthur e Passini, 1992).

Porre scarsa attenzione alla caratterizzazione materica dello spazio in fase di progettazione costituisce una seria omissione. Tale aspetto non è un elemento indifferente, ha una intenzionalità comunicativa, oltre che funzionale, tale da renderlo 'collaborativo' per le facilitazioni che può apportare alla fruibilità.

I materiali hanno quindi un ruolo di primaria importanza; non esprimono soltanto la forma, ma anche una gamma di informazioni trasmesse attraverso la loro fisicità e sono in grado di influenzare la relazione emozionale tra utente e spazio. Il trattamento delle superfici, il modo in cui i materiali sono applicati ne influenzano la percezione e spesso assumono un ruolo attivo e persuasivo.

La scelta dei materiali è pertanto prioritaria fin dalle prime fasi progettuali per attivare forme di sensibilizzazione e comunicazione. Grazie (ma non solo) ad essa si potranno anche esplicitare ulteriormente aspetti morfologici, prestazionali ed economici; obiettivi e vincoli dettati dalla committenza e dal contesto di riferimento.

I materiali rappresentano l'interfaccia tra utente e spazio (Manzini, 1986) e, come portatori di significati, svolgono in un progetto un ruolo di mediazione fra aspetti tecnologici e culturali.

Accanto alla conoscenza di parametri misurabili (proprietà meccaniche, fisiche, termiche, ottiche, ecc.) gli aspetti percettivo-sensoriali assumono pari importanza; sfruttando le associazioni di significato create dall'utente si possono utilizzare le caratteri-

Materials and technical solutions for wayfinding in museums

Abstract. In the design process, selecting materials is a determining factor to define morphological, performance and financial aspects. By means of sensory features, other materials can then be selected to characterise spaces and convey information (wayfinding). This paper illustrates a research study on museum buildings funded by 'Sapienza University of Rome', and supported by the Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali¹, with the purpose of identifying a wayfinding design methodology and establishing an archive of materials and technical solutions (that can be digitised), selected by modification scale and by sensory features. The assessment of results from a sample of three museums, selected from the set of the 'Musei in Comune'² in Rome, is currently being performed.

Keywords: Sensory properties of materials; Wayfinding; Museums.

The contribution of materials to wayfinding design

Wayfinding is a further parameter, in addition to many others, to improve the quality of a design project, which, once implemented and used for a certain period, can be assessed by users with *Post Occupancy Evaluation* (POE) methodologies, where perceptual and sensory features deriving from environmental factors form an objectively significant reference. The effectiveness of design choices related to usage modes of spaces can therefore be directly deduced from the experience of users.

The material quality of space, if designed to stimulate the senses while looking for a destination within a building, is effectively part of wayfinding (Lynch, 1960). This concept addresses communication systems (signage), as well as the arrangement and the features of space.

Orientation, in fact, is not determined just by the ability to understand the explicit instructions of signage, but is more completely defined as the ability to react to sensations and stimuli conveyed by surfaces, colours and odours, cooperating in the creation of a mental image of the space, of paths to use it, and of its most relevant elements.

Along a path, a user always looks for a way to match sensory inputs with his or her 'cognitive map', that is the mnemonic recording of spatial information enabling its fruition (Arthur and Passini, 1992).

Paying little attention to the material features of space during design is a serious omission. This aspect is not irrelevant; it has a communicative, as well as a functional, purpose, which makes it 'collaborative' because of the contribution it can provide to usability. Materials, therefore, have a primary

stiche sensoriali per veicolare informazioni utili a migliorare la comunicatività di uno spazio e le modalità con cui le persone 'navigano' all'interno di esso (Passini, 1984).

I sensi orientano, non sono solo ricettori passivi di sensazioni ma attivi sistemi di indagine di continuo a caccia di informazioni da estorcere all'ambiente (Gibson, 2009). Ogni senso parla una propria lingua e ci fa accedere alla conoscenza in modi differenti. I materiali parlano tutti i sensi: danno una conoscenza plurisensoriale, implicano una percezione sinestetica fatta di sensazioni visive, tattili, sonore, olfattive e possono suggerire distinzioni e relazioni (La Cecla, 1988).

Queste possono essere *sensoriali* (contatto diretto tra sensi e connotazioni materiche), *memorizzate* (presenti in memoria e dipendenti da fattori esperienziali), *dedotte* (ottenute per deduzione e per combinazione delle due precedenti tipologie).

Si possono anche mettere in atto meccanismi 'attentivi' poiché ciò che contrasta con il contesto (lucentezza, brillantezza) o qualcosa di inusuale (cambiamento di stato, dinamicità) attira l'attenzione.

Ad es. attraverso il senso aptico, il senso del tatto esteso a tutto il corpo (Bloomer e Moor, 1997) si attivano processi attentivi con la semplice variazione del materiale di pavimentazione.

Quindi le scelte tecnologiche che configurano gli spazi interni debbono essere svolte in base ad una gamma di prestazioni (in continua crescita) che il sistema superficie può fornire: da quelle meccaniche, di durabilità, ecc. a quelle sensoriali che lo trasformano in un mezzo di comunicazione sia statico che dinamico.

Molti studi sul *wayfinding* hanno dimostrato che le prime informazioni ambientali dipendono dal contatto diretto dei sensi con l'ambiente (Arthur e Passini, 1992); un soggetto, nell'atto

role: not only do they express form, but a range of information conveyed through their physical quality, and they can affect the emotional relationship between users and space. The treatment of surfaces, and the way that materials are installed, affect the way they are perceived and often play an active and persuasive role.

The selection of materials is therefore a priority since early design stages, in order to activate forms of sensitisation and communication. Thanks (but not limited) to it, it will also be possible to further define morphological, performance and financial aspects, which are objectives and constraints required by customers and by the context.

Materials constitute the interface between users and space (Manzini, 1986) and, as conveyors of meaning, they play a mediation role between technological and cultural aspects in a design project.

Perceptual-sensory aspects are as important as knowledge of measurable parameters (mechanical, physical, thermal, optical properties etc.). By exploiting meaning connections created by the user, sensory features can be used to convey useful information to improve the communicability of space and the way people 'navigate' within it (Passini, 1984).

The senses are used for orientation, they are not just passive detectors of sensations, but active investigation systems, always looking for data to draw from the environment (Gibson, 2009). Each sense speaks its own language and lets us access knowledge in different ways. Materials speak the language of all senses: they provide a multisensory knowledge, they entail a synesthetic perception made of visual, haptic, aural, and olfactory sensations, and they can suggest differences and

di esplorare lo spazio, mette in funzione tutti i sensi e diventa pertanto efficace stimolarli in modo sinestetico. Nell'orientarsi le persone non 'leggono' lo spazio in modo sistematico, ma visualizzano gli elementi rilevanti, i flussi pedonali più consistenti e poi in ultimo le mappe di orientamento e la segnaletica in generale.

Oltre alla vista, è efficace utilizzare anche il senso tattile con cui si può percepire calore, morbidezza, rugosità. Possono contribuire anche l'olfatto (potente attivatore di emozioni e della memoria) e l'udito per i suoni prodotti dal contrasto acustico dei diversi materiali di calpestio.

È evidente come le strutture sensoriali sono sempre legate alla superficie; è questa a inviare messaggi, ottici, termici, tattili o olfattivi (Manzini, 1986) e quindi rappresenta l'insieme degli elementi cui la ricerca ha dato un maggior contributo.

Wayfinding e musei

Nella letteratura scientifica il *wayfinding* ha visto come ambiti prevalenti di applicazione contesti complessi (città, aeroporti, ospedali). Pochi studi hanno considerato le difficoltà che invece può sottendere un polo museale. I musei, 'contenitori' di pregio, nel tempo si sono avviati verso un sistema di relazioni complesso, con presenza crescente e articolata di servizi per favorire l'inclusione sociale e culturale¹, la partecipazione, l'interazione e la fruizione più attiva, con conseguenti problemi di sovraffollamento. Proprio per le trasformazioni dovute ai servizi offerti (punti ristoro, sale convegni, bookshop) e a iniziative intraprese a seguito della riforma dei musei e dei finanziamenti ad essi dedicati, tra il 2016/17 sono stati superati i 50 milioni di visitatori con un trend in crescita.

relations (La Cecla, 1988). These can be *sensory* (direct contact between senses and material connotations), *memorised* (stored in memory and depending on experience factors), and *deduced* (derived by deduction and by combination of the two former types). 'Attentive' mechanisms can also be actuated, since something in contrast with the context (luminosity, brilliance) or something unusual (change of state, dynamicity) attracts attention. For example, by means of the haptic sense, the sense of touch extended to the entire body (Bloomer & Moor, 1997), attentive processes are activated simply through the variation of the paving material.

Therefore, technological decisions configuring indoor spaces must be made based on a range of (constantly growing) performance features that the surface system can provide: from

mechanical and durability features, to sensory ones, turning it into a both static and dynamic communication system.

Many studies on wayfinding have shown that initial environmental data depend on direct contact of the senses with the environment (Arthur and Passini, 1992). An individual, while exploring space, activates all senses, and stimulating them in a synesthetic way is therefore efficient.

While orienting themselves, people do not 'read' space in a systematic way, but visualise relevant elements, the larger pedestrian flows, and then orientation maps and signage in general.

In addition to sight, using touch is also an efficient method, since it can perceive heat, softness, and roughness. Smell (a powerful memory and emotion activator) and hearing, for sounds produced by the acoustic contrast of

Agire quindi su una efficace strategia di *wayfinding* a partire dalle informazioni deducibili dall'ambiente usando in modo comunicativo i materiali (obiettivo della presente ricerca) può limitare la perdita della cognizione spaziale da parte dei visitatori, incidendo positivamente sui flussi interni e quindi sulla ottimale utilizzazione degli spazi.

A scala nazionale l'attenzione al *wayfinding* nei musei, sebbene ancora circoscritto alla segnaletica, è documentata dalla sua introduzione fra i fattori che determinano la qualità delle strutture².

In ambito europeo, in molte procedure di valutazione, il sistema di comunicazione viene contrassegnato come parametro di accreditamento presso gli enti certificatori. Nell'*Accreditation Scheme* (UK)³ uno dei parametri richiesti è una strategia per l'orientamento comprensibile; in Spagna l'accreditamento, delegato ad amministrazioni locali, pone tra i requisiti minimi la dotazione di segnaletica e strumenti di informazione. Il programma *Herity*⁴, diffuso in ambito internazionale, prende in esame quattro aspetti per determinare la qualità: la percezione del valore culturale; lo stato di manutenzione; la comunicazione e le informazioni per il visitatore; la qualità dell'accoglienza. Risulta evidente, pur non ancora espressamente, che il requisito di *wayfinding* incide positivamente sulla valutazione globale.

In questo quadro la ricerca che qui di seguito si illustra, finanziata da Sapienza Università di Roma e supportata dalla Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali, ha affrontato la complessità del *wayfinding* nello specifico ambito dei poli museali delineando una metodologia progettuale e identificando possibili criteri di scelta di materiali incentrati sugli aspetti sensoriali.

different planking surface materials, can also contribute.

It is evident how sensory structures are always tied to the surface, being this the origin of optical, thermal, tactile or olfactory messages (Manzini, 1986), and therefore it constitutes the set of elements that research has mainly focused on.

Wayfinding and museums

Many studies on wayfinding were applied mainly to complex contexts (cities, airports, hospitals). Few have considered the difficulties that a museum facility can present.

Museums, prestigious 'containers', have started addressing a complex relationships system over time, with an increasing and articulated presence of services to facilitate social and cultural inclusion³, participation, interaction and a more active fruition, leading to

overcrowding problems.

Because of the changes due to the services being provided (restoration points, conference rooms, bookshops), and to initiatives implemented after the reform of museums and of funding schemes for them, between 2016 and 2017 there were more than 50 million visitors, with an increasing trend.

Therefore, implementing a wayfinding strategy, based on information derived from the environment by using materials in a communicative way (the objective of this paper) can reduce loss of spatial cognition by visitors, thus positively affecting indoor flows and, therefore, the optimal usage of spaces. At national level, attention towards wayfinding in museums, although still limited to signage, is documented by its introduction among the factors determining the quality of facilities⁴.

At European level, in many evaluation

La proposta

All'interno di un obiettivo generale riguardante la rilevante attenzione da attribuire alle strategie di *wayfinding* negli spazi museali nel rispetto della loro tutela e nell'ottica di un rinnovato rapporto con i visitatori, la ricerca si è posta obiettivi specifici quali l'individuazione e la validazione di una metodologia di approccio al progetto e la predisposizione di un repertorio di materiali e soluzioni tecniche finalizzato ad operare scelte appropriate alle specificità dei siti e mirate alla caratterizzazione materiale espressiva degli elementi tecnici che configurano gli spazi. L'ambito della ricerca e della successiva sperimentazione ha riguardato quindi la progettazione dello spazio e le modalità con le quali intervenire attraverso un uso appropriato di soluzioni materiche dai caratteri sensoriali.

Nella fase conoscitiva sono stati studiati numerosi casi studio in cui tale logica, con diversi livelli di intervento e risposte progettuali, ha favorito un'interazione con il visitatore.

Progetti in cui il *wayfinding* ha contribuito anche al rilancio dell'immagine (British Museum e Barbican Arts Centre a Londra, Children's Museum a Denver, Museum of Byzantine Culture a Salonico, Stedelijk Museum di Amsterdam e altri).

L'analisi si è estesa anche ad altre destinazioni d'uso (ad es. aeroporti e ospedali) per trasferirne le esperienze e definire i fattori determinanti da inserire negli input di progetto.

L'approfondimento di seguito riportato attiene alla descrizione delle componenti principali della metodologia di approccio al *wayfinding* e alla strutturazione dei criteri di scelta di materiali e soluzioni tecniche per superfici che privilegiano la percezione sensoriale (Fig. 1) e l'apporto comunicativo, prendendo in esame materiali tradizionali e alcune linee innovative.

procedures, the communication system is considered as an accreditation parameter by certification authorities. In the Accreditation Scheme (UK)³, one of the required parameters is a strategy for clear orientation. In Spain, accreditation, performed by local administrations, includes the presence of signage and information tools among minimum requirements. The *Herity* programme⁶, widely used at international level, considers four aspects to determine quality: perception of cultural value; state of maintenance; communication and information for visitors; quality of reception. It is evident, although not explicitly yet, that the wayfinding requirement has a positive impact on global evaluation.

In this framework, the study presented in this paper, funded by "Sapienza" University of Rome and supported by the *Sovrintendenza Capitolina ai Beni*

Culturali, addresses the complexity of wayfinding in the specific context of museum facilities, by defining a design methodology and by identifying possible selection criteria for materials focused on sensory aspects.

Proposal

Within a general objective concerning the appropriate attention to be paid to wayfinding strategies in museum spaces, while respecting their protection and with a view of renewing the relationship with visitors, the study established some specific objectives. These are the identification and validation of a design approach methodology, and the preparation of a catalogue of materials and technical solutions aiming at defining appropriate choices for the peculiarities of sites, and focusing on the expressive material characterisation of the technical elements forming the spaces.

Metodologia di approccio al progetto di wayfinding

Sono state condotte una serie di interlocuzioni preliminari con diverse competenze multidisciplinari (sovrintendenze, direttori di musei, designer, curatori di mostre, visitatori) al fine di acquisire informazioni per costituire un database e proporre in seguito delle linee di indirizzo progettuali.

È stata operata quindi una prima classificazione in due macro raggruppamenti:

- musei storici vincolati *ope legis* dal T.U. 42/2004, interessati da interventi di restauro architettonico;
- musei contemporanei non vincolati direttamente dal T.U. 42/2004 di nuova costruzione o interessati da interventi di recupero edilizio, la cui configurazione permette azioni più consistenti.

Per ogni raggruppamento sono stati scelti i primi campioni rappresentativi (Palazzo dei Diamanti a Ferrara e Macro in Via Nizza a Roma) sui quali è stata condotta una sequenza operativa di studi e verifiche preliminari tra cui:

- approfondimenti sulla storia ed evoluzione del museo, indagini conoscitive riferite al contesto, al numero e tipologia dei visitatori;
- suddivisione del museo in aree funzionali e in relative unità ambientali;
- analisi dei flussi e percorsi, individuazione delle criticità mediante analisi configurazionali⁵;
- individuazione delle u.a. sulle quali intervenire per incrementare la comunicatività degli spazi;
- analisi del sistema ambientale delle u.a. interessate, con particolare attenzione ai requisiti di fruibilità, integrazione vi-

The framework of the study and the following experimentation, therefore, concerned the design of space and the ways to act on it with an appropriate use of material solutions with sensory features.

In the investigation phase, several case studies were analysed, where this approach, presenting different levels of modification and design solutions, facilitated the interaction with visitors. These are cases where wayfinding contributed to a new promotion of the sites (British Museum and Barbican Arts Centre in London, Children's Museum in Denver, Museum of Byzantine Culture in Thessaloniki, Stedelijk Museum in Amsterdam and others).

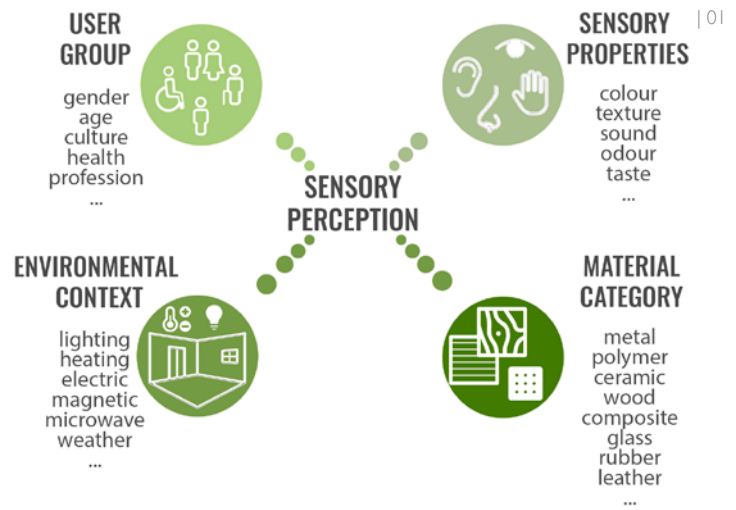
The analysis was also extended to other types of facilities (e.g. airports and hospitals) to transfer their experiences and define determining factors to be included in project inputs.

The detailed discussion presented below pertains to the description of the main components of the methodological approach to wayfinding, and to the structuring of selection criteria for materials and technical solutions for surfaces favouring sensory perception (Fig. 1) and communication, by examining traditional materials and some innovative trends.

Methodological approach to wayfinding design

A series of preliminary exchanges with several multidisciplinary entities (cultural heritage authorities, museum directors, designers, curators of exhibitions, visitors) were conducted, with the purpose of gathering information to create a database and then propose design guidelines.

A first classification into two macro-groups was then performed:



suale e trasformabilità in base agli elementi di pregio (pavimentazioni storiche, rivestimenti di pregio, soffitti lignei, modanature e cornici) (Fig. 2);

- analisi delle soluzioni tecniche esistenti per le superfici (Fig. 3). Dalle informazioni preliminari sono stati individuati i livelli di intervento:

- *Livello 1.* Soluzioni di ‘minimo intervento’ e basso impatto economico: si privilegia la reversibilità e si può includere l’uso di materiali tradizionali agendo sulla scelta di texture, colori, lucentezza, opacità, trasparenza, ecc. o l’uso di materiali innovativi quali ad es. le pellicole adesive fotoluminescenti o materiali integrati con fibre elettroluminescenti, particolarmente utili per rimarcare percorsi d’esodo (D’Orazio et al., 2016);
- *Livello 2.* Soluzioni che prevedono la sostituzione (parziale o totale) di elementi tecnici a medio impatto economico. La scelta può ricadere su materiali tradizionali agendo su texture, colori, lucentezza, opacità, trasparenza, o su materiali innovativi ad alte prestazioni estetico/sensoriali quali ad es. ceramici ad elevate qualità ottiche, laminati e derivati del legno dalle qualità olfattive, tessuti luminosi, ecc.

- historical museums bound by Italian law T.U. 42/2004, affected by architectural restorations;
- contemporary museums not directly bound by law T.U. 42/2004, newly built or affected by restorations, whose configuration allows for more substantial changes.

For each group, the first representative samples were chosen (*Palazzo dei Diamanti* - Diamonds Palace - in Ferrara, and *Macro* in Via Nizza, Rome).

An operative series of studies and preliminary inspections were performed on the samples, including:

- research on the history and evolution of the museum, investigations referred to the context and to the number and type of visitors;
- partition of the museum in functional areas and related environment units;
- analysis of flows and paths, iden-

tification of critical issues through configurational analysis (7);

- identification of environment units to be modified in order to increase communicability of spaces;
- analysis of the environment setting of affected units, with specific attention to requirements of usability, visual integration and transformability based on highly-valued elements (historical pavements, high-quality claddings, wooden ceilings, mouldings and frames) (Fig. 2);
- analysis of the existing technical solutions for surfaces (Fig. 3).

Based on preliminary information, three modification levels were identified:

- *Level 1.* ‘Minimum change’ solutions and low financial impact: reversibility is favoured and traditional materials can be included, by acting on the selection of textures, colours,



luminosity, opacity, transparency etc.; alternatively, innovative materials can be used, such as adhesive fluorescent films or materials with embedded fibre optics, particularly useful to mark emergency escape routes (D'Orazio et al., 2016).

- Level 2. Solutions requiring (partial or total) change of technical elements with medium financial impact. Traditional materials can be chosen, by acting on textures, colours, luminosity, opacity, and transparency. Innovative materials can also be chosen, with high esthetic/sensory performance, such as ceramics with high optical features, laminated and wood derivatives with olfactory features, luminous cloths, etc.
- Level 3. Radical resetting modification, with high financial impact, acting on the reorganisation and re-

configuration of spaces and internal pathways. In this case, wayfinding (that can include the use of smart and multisensory materials, such as sounds, visual effects etc.) is included in a repurposing programme, thus being integral part of the design.

In order to support appropriate options for modification levels, this study proposes some criteria to reuse a catalogue of materials and technical solutions in order to facilitate cognitive and behavioural processes of users while experiencing the museum.

Selection criteria for materials

The increasing offer of materials on the market, with increasingly updated features, combined with the difficulty in managing the amount of technical data, forces the designer to constant training and requires new decision support tools.

For the specific field of wayfinding, a set of criteria was identified in order to select solutions for the different components to be used as finishing for spaces, diversified based on functional areas of the museum and on modification levels. The purpose was to join technical and financial properties (quantitative analysis) with sensory properties (qualitative analysis), and with the meaning attached to each material in a certain context. The procedure was based on the most common selection processes used in engineering (Ashby, 1992) and design (Ashy and Johnson, 2002; Karana, Hecker and Kandachar, 2008).

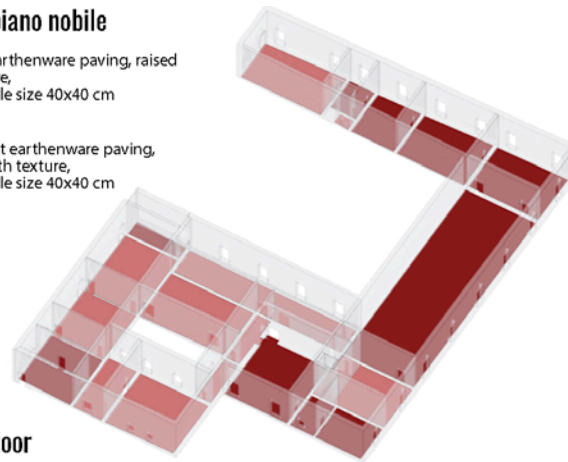
The primary sources of information were repositories of materials, real and virtual catalogues of materials organised by group, by physical / technical / mechanical aspects, and by application. The classification also includes

perceptual features, acknowledging their importance: in a few cases, they are described according to technical aspects. An empirical perceptual approach is instead more frequent. Indeed, the materials were analysed and catalogued by sensory terms through repeated analysis sessions (observation and manipulation), carried out by a group of individuals (so-called 'tasters of materials').




- In the first selection phase, it is necessary to set an initial criterion related to context analysis, whose parameters are:
- purpose of the selection (based on modification levels and functional areas);
 - technical elements to be modified;
 - conditions of use (natural and artificial lighting, temperature, humidity, wear conditions, etc.);
 - the priorities assigned to the features to be investigated (reversibility etc.);

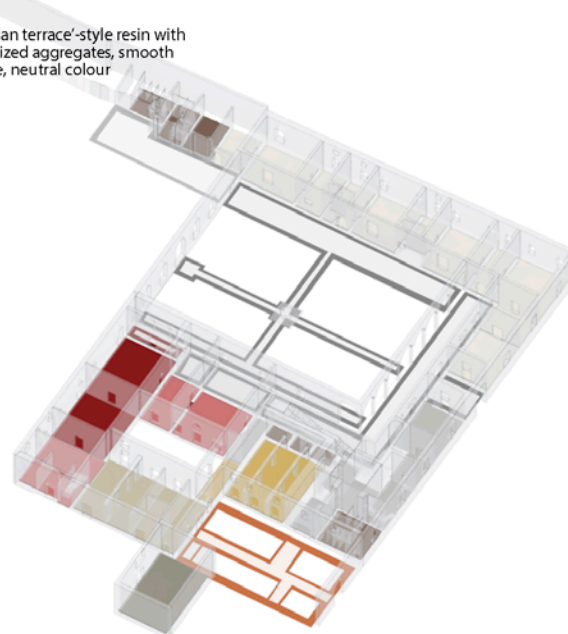
03 | **ART GALLERY_piano nobile**

-  Old earthenware paving, raised texture, module size 40x40 cm
-  Recent earthenware paving, smooth texture, module size 40x40 cm



GAMC_ground floor

-  Porcelainized stoneware paving, smooth texture, neutral colour with pinkish veining, module size 40x40 cm
-  Stoneware paving, smooth texture, grey colour, module size 40x40 cm
-  'Venetian terrace'-style resin with small sized aggregates, smooth texture, neutral colour
-  Recent earthenware paving, smooth texture, module size 40x40 cm
-  Old earthenware paving, raised texture, module size 40x40 cm



M. del RISORGIMENTO_ground floor

-  'Venetian terrace'-style resin with medium sized aggregates, smooth texture, ochre colour
-  'Venetian terrace'-style resin with medium sized aggregates, smooth texture, grey colour
-  'Venetian terrace'-style resin with small sized aggregates, smooth texture, various colours

EXTERNAL SPACES

-  Grey trachyte, raised texture, varying module sizes
-  Earthenware tiles, raised texture, module size 15x30 and 30x30 cm
-  'Grey stone effect' outdoor paving, raised texture, module size 50x50 cm
-  (Recovered) Burnt clay tiles with smooth texture, module size 15x30cm

- *Livello 3.* Intervento di riassetto radicale ad elevato impatto economico agendo sulla riorganizzazione e la riconfigurazione degli spazi e dei percorsi interni. In questo caso il *wayfinding* (che può prevedere l'uso di materiali *smart* e multisensoriali quali particolari sound, effetti ottici, ecc.) è inserito all'interno di un programma di rifunzionalizzazione, risultando quindi parte integrante del progetto.

Per supportare opzioni appropriate ai livelli di intervento la ricerca propone alcuni criteri per realizzare un repertorio di materiali e soluzioni tecniche efficaci a facilitare i processi cognitivi e comportamentali dell'utente durante la fruizione del museo.

Criteri di scelta dei materiali

La crescente offerta di materiali sul mercato con sempre più aggiornate prestazioni unita alla

difficoltà di gestire una mole di informazioni tecniche impongono al progettista un continuo aggiornamento e richiedono nuovi strumenti di supporto alle scelte.

Per lo specifico ambito del *wayfinding* è stato individuato un insieme di criteri al fine di selezionare soluzioni per i diversi componenti da utilizzare come finitura degli spazi, diversificati in base alle aree funzionali del museo e ai livelli di intervento. L'obiettivo è stato di coniugare proprietà tecniche ed economiche (analisi quantitativa), proprietà sensoriali (analisi qualitativa) e il significato attribuito a ciascun materiale in un determinato contesto (frutto dell'interazione tra utente e spazio), sulla base dei processi di selezione più comunemente utilizzati in ambito ingegneristico (Ashby, 1992) e nel design (Ashby e Johnson, 2002; Karana, Hekkert e Kandachar, 2008).

- the level of detail that the selection should achieve (features to be considered contextually).

The second phase is focused on the evaluation of quantitative and qualitative properties. Wayfinding objectives, constraints and other specific variables are translated into boundary features.

The third phase concerns the evaluation of material alternatives.

The fourth classifies them based on how they respond to objectives.

The fifth is related to selection: potential alternatives form a catalogue of technical and material solutions that the designer can choose from to select the most appropriate one (Fig. 4).

A possible implementation of results, which will be addressed in a further phase of the study, will relate to the structuring of the catalogue into a flexible database, interoperable with BIM modelling, by developing further

methodologies based on a semantic approach. This would enable the implementation of standardised procedures for the structuring of the database, with the purpose of making the data uniform and coherent. In some recent experiments, the use of computer ontologies within the structuring of data in a BIM environment is indeed verifiable (Ma and Liu, 2018).

The operative procedure, in its entirety, allows for a progressive approach to design. The methodology including the selection criteria for materials is an effective tool to select a consistent amount of data to be managed. The theoretical-practical structure enables customisation and selection of alternative and original options to approach wayfinding, not as a separate (specialised) discipline, mainly related to visual communication, but as an integral part of architectural design (Fig. 5).

Come fonte primaria delle informazioni sono state utilizzate alcune materiotecche, archivi reali e virtuali di materiali già schedati per famiglie di appartenenza, aspetti fisico-tecnico-meccanici e applicazioni. Nella schedatura sono presenti anche le caratteristiche percettive riconoscendone l'importanza: in pochi casi sono espresse secondo aspetti tecnici; più ricorrente è invece un approccio percettivo di tipo empirico. Sono stati infatti analizzati e catalogati secondo vocaboli sensoriali tramite ripetute sedute di analisi (osservazione e manipolazione) da parte di un campione di persone (cosiddetti 'degustatori di materiali').

Nella prima fase di selezione è necessario impostare un primo criterio riferito all'analisi di contesto i cui parametri sono:

- l'obiettivo della selezione (in base ai livelli d'intervento e alle aree funzionali);
- gli elementi tecnici su cui intervenire;
- le condizioni d'uso (illuminazione naturale, artificiale, temperatura, umidità, condizioni di usura, ecc.);
- le priorità assegnate alle proprietà da indagare (reversibilità);
- il livello di dettaglio che la selezione deve raggiungere (proprietà da considerare contestualmente).

La seconda fase è incentrata sulla valutazione delle proprietà quantitative e qualitative.

Gli obiettivi di *wayfinding*, le condizioni di vincolo e altre variabili specifiche vengono tradotti in proprietà limite.

La terza fase riguarda la valutazione delle alternative materiche.

La quarta le classifica in base al grado di rispondenza agli obiettivi.

La quinta è riferita alla scelta: le potenziali alternative vanno a costruire il repertorio di soluzioni tecniche e materiche a cui il

Conclusions

As mentioned before, acting on the communicability of spaces and its perceptual features in order to facilitate wayfinding in museums, shows positive implications, both for visitors and for managers.

By adopting a wayfinding design, complete and respecting conservation requirements, it will be possible to appreciate the wealth of cultural heritage, by endowing unknown museum facilities with the reliability features determining their financial (increased number of visitors), as well as educational and promotional, success.

Therefore, we think that the main objective of the study was achieved: a partnership network was created around this topic and a positive feedback was received from involved stakeholders.

Thanks to the cooperation with *Herity*,

the topics related to wayfinding and communicability of museum facilities were included in a more structured way in protocols for quality certification of cultural heritage.

Furthermore, in cooperation with the *Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali*, an initial validation of the design methodology and of selection criteria for materials is currently being performed on a representative sample of three facilities, selected from the 'Musei in Comune' (Capitoline Museums, Palazzo Braschi-Museum of Rome, and Gallery of Modern Art of Rome).

We mentioned at the beginning of the paper that wayfinding is a further means (in addition to others) to improve the design quality of a museum, whose efficacy, once implemented and used, can be assessed by users through POE, where perceptual and sensory properties are an important benchmark.

progettista può attingere per scegliere la più appropriata (Fig.4). Una possibile implementazione dei risultati, oggetto di una ulteriore fase della ricerca, riguarderà la strutturazione del repertorio in forma di database flessibile e interoperabile con la modellazione BIM, sviluppando ulteriori metodologie basate sull'approccio semantico. Questo permetterebbe l'implementazione di procedure standardizzate per la strutturazione della base di dati, con l'obiettivo di rendere le informazioni uniformi e coerenti. In alcune recenti sperimentazioni risulta infatti verificabile l'uso delle ontologie informatiche all'interno delle strutturazioni di dati in ambiente BIM (Ma e Liu, 2018). L'iter operativo nel suo insieme consente un approccio progressivo alla progettazione. La metodologia di cui fanno parte i criteri di scelta dei materiali costituisce uno strumento efficace per gestire una consistente quantità di informazioni. La struttura teorico-applicativa permette di personalizzare e operare scelte alternative e inedite per considerare il *wayfinding* non come una disciplina (specialistica) a sé stante prevalentemente legata alla comunicazione visiva, ma come parte integrante del progetto architettonico (Fig. 5).

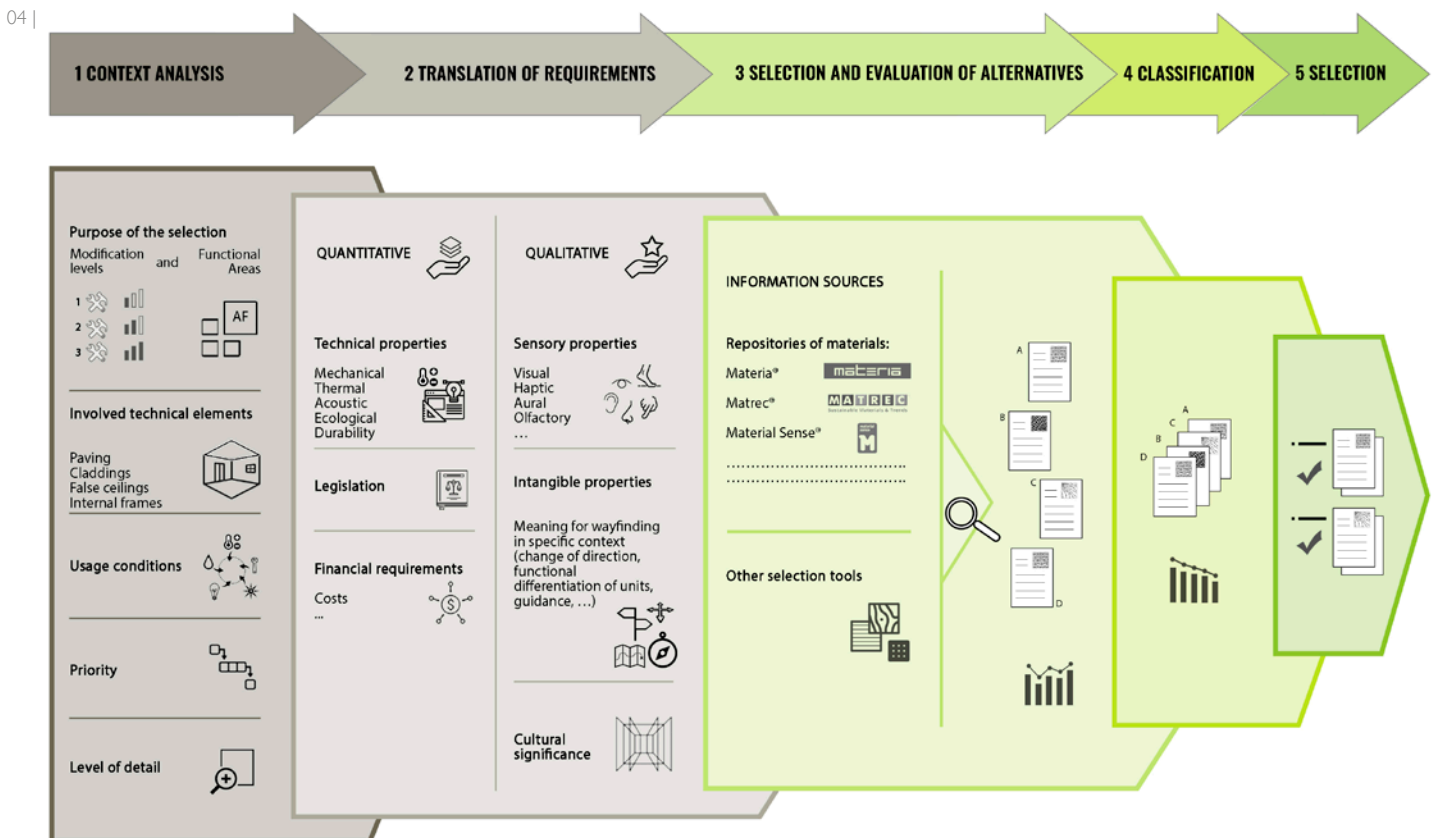
Conclusioni

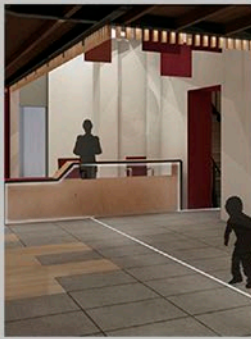






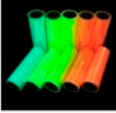







Si è già anticipato che intervenire sulla comunicatività dello spazio e sulle sue connotazioni percettive per agevolare il *wayfinding* nei musei presenta implicazioni positive sia per i visitatori che per i gestori.

Adottando un progetto di *wayfinding*, completo e rispettoso delle istanze di tutela, si potrà apprezzare la ricchezza del patrimonio culturale, attribuendo a strutture museali sconosciute i caratteri di affidabilità che ne determinano il successo economico (aumento del numero di visitatori) oltre che educativo-divulgativo. L'obiettivo generale della ricerca si ritiene che sia stato quindi raggiunto: intorno alla tematica si è creata una rete di *partnership* e un positivo riscontro dei vari *stakeholder* coinvolti.

Grazie alla collaborazione con *Herity*, gli aspetti sul *wayfinding* e la comunicatività degli spazi museali sono stati inseriti in modo più strutturato nei protocolli per la certificazione di qualità del patrimonio culturale.

Inoltre, in collaborazione con la Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali è attualmente in atto una prima validazione della metodologia progettuale e dei criteri di scelta dei materiali su un campione rappresentativo di tre strutture scelte tra i 'Musei in



Modification level 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>		Functional Area FA2_ Exhibition		Environment Unit E.U.12_ Exhibition room		Technical features <table border="1"> <tr><td>Compression resistance</td><td>3,5 MPa</td></tr> <tr><td>Residual footprint</td><td>< 0,06mm</td></tr> <tr><td>Coefficient of friction</td><td>$\mu \geq 0,3$</td></tr> <tr><td>Luminance</td><td>40 mcd/m²</td></tr> <tr><td>Reaction to fire</td><td>Cfl s1</td></tr> <tr><td>Flexibility, minimum radius</td><td>3 mm</td></tr> <tr><td>Working temperature</td><td>30-50°C</td></tr> <tr><td>Power supply</td><td>0,0035 Watt per cm²</td></tr> <tr><td>Duration</td><td>20 years</td></tr> <tr><td>Other remarks</td><td>CE marking</td></tr> </table>		Compression resistance	3,5 MPa	Residual footprint	< 0,06mm	Coefficient of friction	$\mu \geq 0,3$	Luminance	40 mcd/m ²	Reaction to fire	Cfl s1	Flexibility, minimum radius	3 mm	Working temperature	30-50°C	Power supply	0,0035 Watt per cm ²	Duration	20 years	Other remarks	CE marking		
Compression resistance	3,5 MPa																												
Residual footprint	< 0,06mm																												
Coefficient of friction	$\mu \geq 0,3$																												
Luminance	40 mcd/m ²																												
Reaction to fire	Cfl s1																												
Flexibility, minimum radius	3 mm																												
Working temperature	30-50°C																												
Power supply	0,0035 Watt per cm ²																												
Duration	20 years																												
Other remarks	CE marking																												
Technical element Horizontal internal partition Vertical partition		Picture 		Placing Integration with paving elements		Sensory features <table border="1"> <tr><td>Brilliance</td><td>polished</td></tr> <tr><td>Translucence</td><td>50%</td></tr> <tr><td>Structure</td><td>closed</td></tr> <tr><td>Texture relief</td><td>smooth</td></tr> <tr><td>Hardness</td><td>hard</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>medium</td></tr> <tr><td>Acoustics</td><td>none</td></tr> <tr><td>Oudour</td><td>none</td></tr> </table>		Brilliance	polished	Translucence	50%	Structure	closed	Texture relief	smooth	Hardness	hard	Temperature	medium	Acoustics	none	Oudour	none	Component Paving					
Brilliance	polished																												
Translucence	50%																												
Structure	closed																												
Texture relief	smooth																												
Hardness	hard																												
Temperature	medium																												
Acoustics	none																												
Oudour	none																												
Material Electroluminescent ply adhesive formed by two external protection films with UV filter or transparent polymer. Two internal layers of conductive material. A layer of phospho-polymeric resin sensitive to electric stimuli.		Wayfinding meaning Guidance, emergency wayfinding, function demarcation		Colour blue, yellow, green, orange, purple																									
Finishing Smooth with uniform and constant light, resistance to pressure, vibrations and footsteps mechanical shocks. Flexible, cuttable, adaptable to customised shapes, can be integrated with electronic devices, sensors and microprocessors.																													
Size L varying W varying H 0,6-1,3mm																													
Modification level 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>		Functional Area FA1_Reception area		Environment Unit E.U.23_ Ticket office, infopoint		Technical features <table border="1"> <tr><td>Resistance to steam diffusion</td><td>$\mu \geq 1$</td></tr> <tr><td>Soundproofing power</td><td>R 19</td></tr> <tr><td>Reaction to fire</td><td>BS2,d0</td></tr> <tr><td>Smoke class</td><td>F1</td></tr> <tr><td>Usage temperature</td><td>-40+110°C</td></tr> <tr><td>Thermal conductivity</td><td>0,0033W/m²K</td></tr> <tr><td>Duration</td><td>illimitata</td></tr> <tr><td>Other remarks</td><td>CE marking</td></tr> </table>		Resistance to steam diffusion	$\mu \geq 1$	Soundproofing power	R 19	Reaction to fire	BS2,d0	Smoke class	F1	Usage temperature	-40+110°C	Thermal conductivity	0,0033W/m ² K	Duration	illimitata	Other remarks	CE marking						
Resistance to steam diffusion	$\mu \geq 1$																												
Soundproofing power	R 19																												
Reaction to fire	BS2,d0																												
Smoke class	F1																												
Usage temperature	-40+110°C																												
Thermal conductivity	0,0033W/m ² K																												
Duration	illimitata																												
Other remarks	CE marking																												
Technical element False ceiling		Picture 		Placing Suspended on cables		Sensory features <table border="1"> <tr><td>Brilliance</td><td>opaque</td></tr> <tr><td>Translucence</td><td>0%</td></tr> <tr><td>Structure</td><td>open</td></tr> <tr><td>Texture relief</td><td>medium</td></tr> <tr><td>Hardness</td><td>soft</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>warm</td></tr> <tr><td>Acoustics</td><td>moderate</td></tr> <tr><td>Oudour</td><td>none</td></tr> </table>		Brilliance	opaque	Translucence	0%	Structure	open	Texture relief	medium	Hardness	soft	Temperature	warm	Acoustics	moderate	Oudour	none	Component Panel					
Brilliance	opaque																												
Translucence	0%																												
Structure	open																												
Texture relief	medium																												
Hardness	soft																												
Temperature	warm																												
Acoustics	moderate																												
Oudour	none																												
Material Soundproofing panel without internal framing made of polyester fibre with thermo-sensitive binding additives.		Wayfinding meaning Function identification		Colour red RAL 3005																									
Finishing Non woven fire-proof cladding, treated and coloured with flocking procedure with velvety effect.																													
Size L 120 cm W 85 cm H 4 cm 60 cm																													
Modification level 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>		Functional Area FA2_ Additional services		Environment Unit E.U.N6_ Horizontal connection		Technical features <table border="1"> <tr><td>Resistance to tearing</td><td>high</td></tr> <tr><td>Coefficient of friction</td><td>0,71</td></tr> <tr><td>Luminosity after 2 min</td><td>90 mcd/m²</td></tr> <tr><td>Luminosity after 30 min</td><td>7 mcd/m²</td></tr> <tr><td>Luminosity after 60 min</td><td>4 mcd/m²</td></tr> <tr><td>Reaction to fire</td><td>Cfl s1</td></tr> <tr><td>Min. application temperature</td><td>+ 4 °C</td></tr> <tr><td>Duration</td><td>1 mil. transfers</td></tr> <tr><td>Other remarks</td><td>Compliant with ISO 16069:2004</td></tr> </table>		Resistance to tearing	high	Coefficient of friction	0,71	Luminosity after 2 min	90 mcd/m ²	Luminosity after 30 min	7 mcd/m ²	Luminosity after 60 min	4 mcd/m ²	Reaction to fire	Cfl s1	Min. application temperature	+ 4 °C	Duration	1 mil. transfers	Other remarks	Compliant with ISO 16069:2004				
Resistance to tearing	high																												
Coefficient of friction	0,71																												
Luminosity after 2 min	90 mcd/m ²																												
Luminosity after 30 min	7 mcd/m ²																												
Luminosity after 60 min	4 mcd/m ²																												
Reaction to fire	Cfl s1																												
Min. application temperature	+ 4 °C																												
Duration	1 mil. transfers																												
Other remarks	Compliant with ISO 16069:2004																												
Technical element Horizontal partition Inclined internal partition		Picture 		Placing Adhesive bands. Deep cleaning of the bed surface		Sensory features <table border="1"> <tr><td>Brilliance</td><td>opaque</td></tr> <tr><td>Translucence</td><td>20%</td></tr> <tr><td>Structure</td><td>closed</td></tr> <tr><td>Texture relief</td><td>smooth</td></tr> <tr><td>Hardness</td><td>soft</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>medium</td></tr> <tr><td>Acoustics</td><td>none</td></tr> <tr><td>Oudour</td><td>none</td></tr> </table>		Brilliance	opaque	Translucence	20%	Structure	closed	Texture relief	smooth	Hardness	soft	Temperature	medium	Acoustics	none	Oudour	none	Component Paving					
Brilliance	opaque																												
Translucence	20%																												
Structure	closed																												
Texture relief	smooth																												
Hardness	soft																												
Temperature	medium																												
Acoustics	none																												
Oudour	none																												
Material Photo-luminescent adhesive formed by photo-luminescent pigments of high quality zinc sulfide mixed in vitreous grit and PVC paste.		Wayfinding meaning Guidance, emergency wayfinding		Colour yellow, green, orange																									
Finishing highly resistant, removable, smooth, printable and screen-printable adhesive																													
Size L 10-25-50m W 2-10 cm H 0,08-0,3mm																													
Modification level 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>		Functional Area FA2_ Additional services		Environment Unit E.U.28_ Coffee Bar		Technical features <table border="1"> <tr><td>Resistance to penetration</td><td>38,2 N/mm²</td></tr> <tr><td>Resistance to scratching</td><td>1,9 N</td></tr> <tr><td>Coefficient of friction</td><td>$\mu \geq 0,5$</td></tr> <tr><td>Reaction to fire</td><td>Cfl S1</td></tr> <tr><td>Formaldehyde emission</td><td>Class E1</td></tr> <tr><td>Durability</td><td>Class 4</td></tr> <tr><td>Other remarks</td><td>CE marking PEFC certificate</td></tr> </table>		Resistance to penetration	38,2 N/mm ²	Resistance to scratching	1,9 N	Coefficient of friction	$\mu \geq 0,5$	Reaction to fire	Cfl S1	Formaldehyde emission	Class E1	Durability	Class 4	Other remarks	CE marking PEFC certificate								
Resistance to penetration	38,2 N/mm ²																												
Resistance to scratching	1,9 N																												
Coefficient of friction	$\mu \geq 0,5$																												
Reaction to fire	Cfl S1																												
Formaldehyde emission	Class E1																												
Durability	Class 4																												
Other remarks	CE marking PEFC certificate																												
Technical element Internal horizontal partition		Picture 		Placing Crossed fillets placing with tapping on the four sides. Possible gluing on cloth.		Sensory features <table border="1"> <tr><td>Brilliance</td><td>opaque</td></tr> <tr><td>Translucence</td><td>0%</td></tr> <tr><td>Structure</td><td>closed</td></tr> <tr><td>Texture relief</td><td>none</td></tr> <tr><td>Hardness</td><td>hard</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>warm</td></tr> <tr><td>Acoustics</td><td>moderate</td></tr> <tr><td>Oudour</td><td>moderate</td></tr> </table>		Brilliance	opaque	Translucence	0%	Structure	closed	Texture relief	none	Hardness	hard	Temperature	warm	Acoustics	moderate	Oudour	moderate	Component Paving					
Brilliance	opaque																												
Translucence	0%																												
Structure	closed																												
Texture relief	none																												
Hardness	hard																												
Temperature	warm																												
Acoustics	moderate																												
Oudour	moderate																												
Material Panels made of micro-laminar beechwood suitable for highly crowded environments		Wayfinding meaning Functional differentiation between units		Colour natural																									
Finishing rough, untreated, with micro-bisaddling on four sides																													
Size L 118 cm W 118 cm H 2 cm																													
Modification level 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/>		Functional Area FA1_Reception area		Environment Unit E.U.23_ Ticket office, infopoint		Technical features <table border="1"> <tr><td>Resistance to bending</td><td>45 N/mm²</td></tr> <tr><td>Resistance to deep abrasion</td><td>140 mm³</td></tr> <tr><td>Water absorption</td><td>$\leq 0,06\%$</td></tr> <tr><td>Thermal dilation</td><td>$6,2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$</td></tr> <tr><td>Coefficient of friction</td><td>$\mu \geq 0,60$</td></tr> <tr><td>Reaction to fire</td><td>Aflfl</td></tr> <tr><td>Other remarks</td><td>CE Marking</td></tr> </table>		Resistance to bending	45 N/mm ²	Resistance to deep abrasion	140 mm ³	Water absorption	$\leq 0,06\%$	Thermal dilation	$6,2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	Coefficient of friction	$\mu \geq 0,60$	Reaction to fire	Aflfl	Other remarks	CE Marking								
Resistance to bending	45 N/mm ²																												
Resistance to deep abrasion	140 mm ³																												
Water absorption	$\leq 0,06\%$																												
Thermal dilation	$6,2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$																												
Coefficient of friction	$\mu \geq 0,60$																												
Reaction to fire	Aflfl																												
Other remarks	CE Marking																												
Technical element Internal horizontal partition		Picture 		Placing Aligned placing raising < 2 mm joints < 5 mm		Sensory features <table border="1"> <tr><td>Brilliance</td><td>opaque</td></tr> <tr><td>Translucence</td><td>0%</td></tr> <tr><td>Structure</td><td>closed</td></tr> <tr><td>Texture relief</td><td>none</td></tr> <tr><td>Hardness</td><td>hard</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>cold</td></tr> <tr><td>Acoustics</td><td>moderate</td></tr> <tr><td>Oudour</td><td>none</td></tr> </table>		Brilliance	opaque	Translucence	0%	Structure	closed	Texture relief	none	Hardness	hard	Temperature	cold	Acoustics	moderate	Oudour	none	Component Paving					
Brilliance	opaque																												
Translucence	0%																												
Structure	closed																												
Texture relief	none																												
Hardness	hard																												
Temperature	cold																												
Acoustics	moderate																												
Oudour	none																												
Material Porcelainised stoneware tiles		Wayfinding meaning Functional differentiation between units		Colour concrete grey																									
Finishing opaque bush-hammered																													
Size L 60 cm W 80 cm H 1,5 cm																													

Comune' (Musei Capitolini, Museo di Roma-Palazzo Braschi e Galleria d'Arte Moderna di Roma).

Si è detto all'inizio che intervenire sul *wayfinding* è una ulteriore modalità (in aggiunta ad altre) per migliorare la qualità progettuale di un museo la cui efficacia, una volta realizzato e fruito, può essere valutata dagli utenti attraverso metodologie POE di cui le proprietà percettive e sensoriali costituiscono un importante riferimento. Quindi i successivi sviluppi della ricerca, oltre ad approfondire le specifiche connotazioni del *wayfinding*, prevedono di metterle a sistema con tutte le altre modalità che nel loro insieme garantiranno una sempre maggiore qualità del progetto e della realizzazione, all'interno di una valutazione *ex post* per determinarne gli esiti complessivi.

NOTE

¹ Principi ormai riconosciuti anche nei documenti ufficiali di associazioni internazionali di categoria, quali ICOM – International Council of Museums e ICOMOS – International Council on Monuments and Sites, <http://archives.icom.museum/codes/italy.pdf>.

² Circolare n. 80/2016 MIBACT.

http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2016/12/Raccomandazioni-in-merito-allaccessibilit%C3%A0-a-musei-monumenti-aree-e-parchi-archeologici-Circolare-80_2016.pdf.

³ Accreditation Scheme for Museums and Galleries in the UK: Accreditation Standard.

<http://www.artscouncil.org.uk/supporting-museums/accreditation-scheme-0>.

⁴ Organismo internazionale per la gestione di qualità del patrimonio culturale, <http://www.herity.it/>.

⁵ L'applicazione del software DephtmapX ha permesso di valutare alcune

Therefore, subsequent developments of this study, in addition to further examining the specific features of wayfinding, will combine them with all other methods, which, as a whole, will guarantee an increasing quality of design and implementation, within an *ex post* evaluation to determine overall results.

NOTES

¹ The authority in charge of protecting cultural heritage in the Capitol City of Rome.

² Literally: "Museums in the Municipality", but it also translates to "Shared Museums" (as a play on words).

³ These principles are also acknowledged official documents issued by relevant international associations, such as ICOM – International Council of Museums and ICOMOS – International Council on Monuments and Sites, available at: <http://archives.icom.museum/codes/italy.pdf>.

<http://archives.icom.museum/codes/italy.pdf>.

⁴ Ministerial circular n. 80/2016 MIBACT (Italian law), available at: http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2016/12/Raccomandazioni-in-merito-allaccessibilit%C3%A0-a-musei-monumenti-aree-e-parchi-archeologici-Circolare-80_2016.pdf.

⁵ Accreditation Scheme for Museums and Galleries in the UK: Accreditation Standard, available at: <http://www.artscouncil.org.uk/supporting-museums/accreditation-scheme-0>.

⁶ World Organisation for the Certification of Quality Management of Cultural Heritage, available at: <http://www.herity.it/>.

⁷ The use of the *DephtmapX* software allowed for the assessment of some properties of spaces, such as: permeability; visual integration; proximity from entrance and info point; connections; and decision points to choose a direction.

proprietà degli spazi quali la permeabilità, l'integrazione visuale, la vicinanza rispetto all'ingresso e al punto informativo, le connessioni, i punti decisionali per scegliere una direzione.

REFERENCES

Ashby, M.F. (1992), *Materials Selection in Mechanical Design*, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.

Ashby, M.F. and Johnson, K.W. (2002), *Materials and design: the art and science of material selection in product design*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.

Bloomer, K.C. and Moor, C.W. (1997), *Corpo, memoria, architettura*, Sansoni Editore, Firenze, IT.

D'Orazio, M., Bernardini, G., Tacconi, S., Arteconi, V. and Quagliarini, E. (2016), "Fire safety in Italian-style historical theatres: How photoluminescent wayfinding can improve occupants' evacuation with no architecture modifications", *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 19, pp. 492-501.

Ferrante, T. (2013), "Dal materiale all'artefatto: criteri di selezione dei materiali", in Dal Falco, F. (Ed.), *Lezioni di Design*, Design press, Rome, IT, pp. 204-211.

Ganucci Cancellieri, U., Manca, S., Laurano, F., Molinaro, E., Talamo, A., Recupero, A. and Bonaiuto, M. (2018), "Visitors' satisfaction and perceived affective qualities towards museums: the impact of recreational areas", *Rassegna di Psicologia*, Vol. 15, pp. 5-18.

Gibson, D. (2009), *The wayfinding handbook*, Princeton Architectural Press, New York, NY, USA.

Hillier, B. and Tzortzi, K. (2006), "Space Syntax: The Language of Museum Space", in Macdonald, S. (Ed.), *A Companion to Museum Studies*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK, pp. 282-301.

Jones, M., Zuo, H., Castle, P. and Hope, T. (2001), "An investigation into the sensory properties of materials", *Proceedings of the Second International Conference on Affective Human Factors Design, Singapore 27-29 06, 2001*, Asean Academic Press, London, UK.

Karana, E., Hekkert, P. and Kandachar, P. (2008), "Material Considerations in Product Design: A Survey on Crucial Material Aspects Used by Product Designers", *Materials and Design*, No. 29, Vol. 6, pp. 1081-1089.

La Cecla, F. (1988), *Perdersi. L'uomo senza ambiente*, Edizioni Laterza, Bari.

Lynch, K. (1960), *The image of the city*, MIT Press, Cambridge, MA, USA.

Manzini, E. (1986), *La materia dell'invenzione. Materiali e progetto*, Arcadia Edizioni, Milan.

Passini, R. (1984), *Wayfinding in Architecture*, Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA.

Passini, R. and Arthur, P. (1992), *Wayfinding. People, signs and architecture*, McGraw-Hill Ryerson, Toronto, ON, CA.

Secchi, S., Lauria, A. and Cellai, G. (2017), "Acoustic wayfinding: A method to measure the acoustic contrast of different paving materials for blind people", *Applied Ergonomics*, No. 58, pp. 435-445.

Ma, Z. and Liu, Z. (2018), "Ontology and freeware-based platform for rapid development of BIM applications with reasoning support", *Automation in Construction*, No. d90, pp. 1-8.

