

ARTICLE INFO

Received	20 March 2025
Revised	05 May 2025
Accepted	07 May 2025
Published	30 June 2025

IDENTITÀ CULTURALE E SVILUPPO SOSTENIBILE

Un modello metodologico per l'Arsenale di Venezia

CULTURAL IDENTITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

A methodological model for the Venetian Arsenal

Emanuela Sorbo, Tommaso Moretto, Sara Grandi, Giuseppe Modena

ABSTRACT

La riqualificazione dei percorsi esterni dell'Arsenale di Venezia richiede risposte progettuali in termini di prestazioni funzionali, compatibilità materica con le preesistenze storiche, durabilità e sostenibilità dell'intervento. La complessa stratificazione del sito, le specifiche condizioni ambientali e le stringenti richieste prestazionali delineano istanze apparentemente conflittuali a cui il progetto deve rispondere. La ricerca propone una metodologia operativa di valutazione delle scelte d'intervento finalizzata a un loro bilanciamento e attraverso indagini multidisciplinari si delineano parametri con i quali qualificare le soluzioni progettuali derivanti dall'analisi di casi studio internazionali. Il modello valutativo integra strategie progettuali di conservazione e di innovazione per i siti storici attraverso la proposizione di un attento percorso di conoscenza del sito.

The redevelopment of the external paths of the Venetian Arsenal in Italy requires design responses in terms of functional performance, material compatibility with historical pre-existences, durability, and sustainability of the intervention. The site's complex stratification, specific environmental conditions, and stringent performance requirements delineate seemingly conflicting demands to which the project must respond. The research proposes an operational methodology for evaluating intervention choices aimed at balancing them; through multidisciplinary investigations, parameters are outlined to qualify the design solutions derived from the analysis of international case studies. The evaluative model integrates conservation and innovation design strategies for historical sites through a careful site knowledge process.

KEYWORDS

patrimonio culturale, arsenale di Venezia, archeologia industriale, materiali e prodotti per le costruzioni, identità

cultural heritage, Venetian Arsenal, industrial archaeology, construction materials and products, identity

Emanuela Sorbo, Architect and PhD, is an Associate Professor of Architectural Restoration at the Department of Project Cultures at the 'Iuav' University of Venezia (Italy). She coordinates the MATESCA research group and conducts research on post-war reconstruction, restorations in the Vesuvian archaeological area, and methods and techniques for the conservation and restoration of ruins and abandoned sites. E-mail: esorbo@iuav.it

Tommaso Moretto, Architect and PhD Candidate at the 'Iuav' University of Venezia (Italy), carries out research on architectural heritage. He collaborates with the Offices of the Superintendence of Archaeology, Fine Arts, and Landscape and with the Veneto Region to develop the Regional Landscape Plan. E-mail: tmoretto1@iuav.it

Sara Grandi, Architect and Engineer at Yuppies Services S.r.l. (Modena), is currently specialising at the SSBAP Specialization School (Politecnico di Milano, Italy). She is involved in the design and construction supervision of restoration and architectural heritage recovery projects. E-mail: s.grandi@yuppies.it

Giuseppe Modena is the President and co-Founder of Yuppies Services S.r.l. (Modena), a multidisciplinary firm providing engineering-architecture services and management support for architectural and urban heritage. He is also the President and co-Founder of IDE-ALTA Soc. Coop. a.r.l., Vice-President and co-Founder of Moles S.r.l., a company that designs and implements monitoring systems. E-mail: g.modena@yuppies.it



Il sito dell'Arsenale di Venezia è caratterizzato da una complessa stratigrafia architettonica. La funzione di produzione navale ha subito una evoluzione continua attestata dal XII secolo fino alla caduta della Serenissima Repubblica nel 1797 e la sua importanza militare si è protratta fino a oggi affiancandosi negli ultimi decenni a una vocazione culturale: dal 1980 infatti ospita alcune delle principali attività della Biennale di Venezia, consolidando la sua identità anche come spazio delle arti. Dalla sua fondazione l'Arsenale ha subito continue trasformazioni (Bellavitis, 2009), in risposta al mutamento delle esigenze militari e produttive della Repubblica di Venezia e delle successive forme politiche che lo amministrarono (Concina, 2006; Menichelli, 2017). Un momento chiave di questa evoluzione è rappresentato dalla Battaglia di Lepanto del 1571, che ha confermato il ruolo strategico dell'Arsenale veneziano, evidenziandone la capacità produttiva nell'organizzazione logistica e nell'innovazione tecnica (Lanaro and Austruy, 2020).

L'articolazione storica e funzionale dell'Arsenale ha contribuito ad accrescerne il valore simbolico, tale da renderne gli spazi una complessa e pluristratificata testimonianza di costumi sociali, tracce storiche e mutazioni tecnologiche (Zan, 2019), in cui elementi quali l'ampio bacino centrale, la gru idraulica Armostrong, progettati per la cantieristica navale Ottocentesca (Figg. 1, 2) e i rifugi antiaerei in calcestruzzo armato risalenti alla Seconda Guerra Mondiale coesistono con edifici di impianto quattrocentesco, come l'Isolotto o il reparto delle Gaggiandre, e cinquecentesco, come il reparto delle Artiglierie (Fig. 3).

L'utilizzo del laterizio, impiegato nella fabbrica già a partire dal XIV secolo, coesiste con l'impiego della pietra d'Istria e del legno, traducendo in forma architettonica il valore strategico e simbolico del luogo, aspetto pienamente riconoscibile nella costruzione delle Galeazze a partire dal XVI secolo (Candiani, 2022) e nell'uso di sistemi di copertura, come negli squeri del reparto delle Gaggiandre (Piana, 2002), ancora oggi considerati uno degli spazi più iconici dell'immaginario collettivo globale dell'Arsenale (Figg. 4, 5).

Le trasformazioni funzionali del XIX e XX secolo hanno previsto l'installazione di binari in ferro, in parte ancora oggi presenti, per efficientare la movimentazione delle merci. Il consolidamento delle banchine della Darsena Grande, che a partire dall'epoca post-unitaria ha ospitato moderne navi da guerra (Ventrice, 2009), ha introdotto l'uso del cemento come materiale da costruzione. Nel corso del Novecento l'uso militare dell'area ha favorito l'impiego del calcestruzzo armato nella costruzione degli edifici e dell'asfalto per la pavimentazione degli spazi esterni. Il valore sociale e culturale degli spazi si concretizza quindi in un palinsesto (Fig. 6) che abbraccia diverse stratificazioni attraverso la coesistenza di molteplici materiali costruttivi (laterizio, ferro, pietra d'Istria, cemento, calcestruzzo armato, trachite) in una convivenza felice che risulta essere una identità culturale del luogo e che si traduce anche nella molteplicità degli usi, in cui la funzione militare coabita con gli spazi dell'arte contemporanea, gli uffici pubblici e i luoghi per eventi collettivi e congressi.

La Biennale di Venezia, all'interno del quadro del Piano Nazionale per gli Investimenti Complementari¹ (PNC) al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR; MIMIT, 2023), ha avviato il proget-

to per la riqualificazione dei percorsi esterni dell'Arsenale che si inserisce nell'ambito dell'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile n. 4 (Educazione di Qualità) dell'Agenda 2030 (UN, 2015), promuovendo la creazione di spazi accessibili e tecnologicamente avanzati per supportare eventi culturali e educativi.

In questo quadro lo studio di ingegneria Yuppies, incaricato della progettazione architettonica, si è avvalso della collaborazione² della Università 'Iuav' di Venezia per attività di ricerca tese a orientare le scelte di progetto in un orizzonte di qualità e tutela (Dimitrova et alii, 2020) attivando un partenariato di 'Heritage Professionals' in cui l'Università assume il ruolo di 'public servant' e trasferimento di conoscenze nell'ambito delle attività di Terza Missione.

Il contributo espone il ruolo della ricerca quale strumento operativo per lo sviluppo di una metodologia nel processo decisionale. Nel contesto dell'Arsenale il processo illustrato è finalizzato a conciliare i criteri di sostenibilità, efficienza e innovazione tecnologica (promossi dal PNRR) con le esigenze di tutela conservativa, fondamentali per le caratteristiche specifiche del luogo, e con le richieste dell'Ente La Biennale di durabilità dei materiali e flessibilità spaziale. La sinergia tra progetto e ricerca si realizza attraverso il potenziamento del processo conoscitivo, mediante indagini multidisciplinari in situ, integrate con l'analisi di casi studio internazionali, affini per tipologia e funzione. I dati raccolti sono studiati attraverso l'utilizzo di matrici di valutazione che simulano scenari di progetto, in cui le istanze conservative e prestazionali sono diversamente bilanciate, consentendo di operare scelte consapevoli e informate (Fig. 7).

Stato dell'arte | L'attività di ricerca a supporto del progetto assume un ruolo strategico nel definire strumenti condivisi per la valutazione delle scelte progettuali. Tale processo si fonda su una conoscenza consapevole e approfondita della dimensione storica, culturale e simbolica degli spazi dell'Arsenale, con l'obiettivo di integrare indicatori standardizzati di crescita sostenibile ed efficienza, opportunamente adattati alle specificità del contesto paesaggistico in cui si interviene (Montuori, Converso and Rabazo Martín, 2024).

L'assenza di un quadro interpretativo, condiviso, che consenta un'efficace integrazione teorica tra i criteri ecologici e i processi di conservazione del Patrimonio culturale, costituisce oggi una delle principali criticità per il progetto (Carbonara, 2021a). Tale lacuna evidenzia l'urgenza di una riflessione metodologica, capace di mediare in modo consapevole tra i principi della sostenibilità ambientale e le istanze di sviluppo, nella cornice di una rinnovata cultura della conservazione (Carbonara, 2021b). A partire da tale premessa la presente ricerca si è sviluppata attraverso l'elaborazione critica di strumenti valutativi coerenti con le esigenze progettuali contemporanee, con l'obiettivo di definire un approccio metodologico multidisciplinare, orientato alla salvaguardia della continuità storica e alla valorizzazione della leggibilità dei luoghi. Nel caso dell'Arsenale, inteso come palinsesto culturale e sociale, il principio di autenticità come espresso da The Nara Document on Authenticity (ICOMOS, 1994) e da Nara +20 – On Heritage Practices, Cultural Values, and Authenticity (ICOMOS, 2014) è utile a stabilire le relazioni primarie e fondamentali tra i valori che si esplicano nel rapporto del conte-

sto con il progetto, poiché si estendono oltre alla permanenza materiale e coinvolgono il paesaggio e la memoria collettiva (Stovel, 2008).

Il concetto di autenticità è letto in un'ottica di sostenibilità, in coerenza con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) dell'Agenda 2030; l'azione progettuale assume quindi i caratteri di un processo che si adatta al contesto rispetto a trasformazioni di tipo sociale, economico e ambientale, senza compromettere l'integrità e il significato culturale del Patrimonio: tale processo è finalizzato alla definizione di scelte resilienti, in cui permane la capacità del luogo di evolversi senza che ci sia una perdita di identità (Antonini, 2019). In quest'ottica di adattamento e flessibilità e non di resistenza statica (Sposito and Scalisi, 2018) si declina il concetto di durabilità, che non si limita a un aspetto esclusivamente materico, ma si estende a una dimensione socioeconomica ampia (Della Torre, 2013), comprensiva delle complesse dinamiche di gestione del sito dell'Arsenale di Venezia.

Il metodo di ricerca ha individuato una struttura di parametri di valutazione tesi a orientare le scelte operative (ICOMOS, 2011) che derivano da indagini multidisciplinari condotte in situ e dall'analisi di altri contesti affini per dimensioni, tipologia o utilizzo, al fine di individuare e valutare possibili soluzioni progettuali (Paris, Pennacchia and Vannini, 2023). La necessità di definire criteri applicabili anche in altre esperienze di conservazione del Patrimonio culturale si evince quale obiettivo della politica europea di gestione dei Beni culturali, che promuove l'integrazione tra tutela, sviluppo sostenibile ed efficacia operativa (Dimitrova et alii, 2020).

Il ruolo delle indagini nel processo di conoscenza | La fase di conoscenza del luogo ha previsto indagini, di ampio respiro multidisciplinare, con l'obiettivo di caratterizzare geometricamente e materialmente gli spazi connettivi esterni dell'area sudorientale dell'Arsenale. L'indagine geologica ha previsto il prelievo di tre campioni in punti dislocati all'interno dell'area di studio ed è stata articolata in diverse fasi, comprendenti analisi chimiche per la caratterizzazione materica, prove di carico in laboratorio e test di permeabilità in situ.

L'integrazione di questi strumenti di indagine ha permesso di definire in modo dettagliato le prestazioni geotecniche del sottosuolo, evidenziandone la composizione prevalentemente argillosa e la bassa compattezza degli strati superficiali. I dati ottenuti sono stati fondamentali per comprendere il comportamento meccanico del terreno e quindi orientare le strategie di intervento in relazione alla stabilità e alla capacità portante del sito.

Le analisi hanno previsto anche una campagna di caratterizzazione geometrica degli spazi che è stata condotta attraverso un rilievo mediante la realizzazione di una rete topografica di riferimento e l'acquisizione di dati tramite rilievo laser-scanning. Sono stati quindi individuati eventuali ostacoli alla piena accessibilità del sito e dei padiglioni, quali l'altimetria irregolare e le pendenze dei percorsi, che risultano altresì determinanti per orientare efficacemente la progettazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e per definire correttamente le quote di scavo durante le fasi di cantierizzazione. L'utilizzo del georadar associato al rilievo laser-scanning (Merkle, Frey and Reiterer, 2021) ha inoltre permesso di identificare eventuali anomalie lineari interrato, corrispondenti alla pre-



Fig. 1 | The Venetian Arsenal, occupied by the Germans during the Second World War (credit: Centro di Ateneo per la storia della Resistenza e dell'età contemporanea, University of Padova, 1943-45).

senza di tubazioni di sottoservizi o di lacerti del sistema di binari. Infine, attraverso un rilievo batimetrico, si è analizzato lo stato di conservazione delle strutture subacquee verticali della banchina, riscontrando porzioni erose che provocano nel tempo cedimenti localizzati. L'esito di tali indagini ha consentito di orientare e individuare alcuni parametri di valutazione del progetto radicandoli in una dimensione sperimentale legata ai dati ad essi associati (Fig. 8).

I casi studio di riferimento | Tenendo conto della singolarità dell'Arsenale di Venezia e della difficoltà di un approccio importabile da altri contesti, i casi studio sono stati selezionati in base a criteri riconducibili ad alcune caratteristiche identitarie dell'Arsenale, tra cui la funzione degli spazi, l'ampiezza dell'area pavimentata, i materiali, la durabilità dell'intervento nel tempo e l'efficacia, per fornire un quadro aggiornato delle pratiche progettuali contemporanee a supporto della ricerca, esaminando gli approcci adottati a livello internazionale per l'integrazione di sistemi di pavimentazione nei Beni culturali di alto valore storico e paesaggistico. I casi studio così selezionati forniscono un'indicazione qualitativa riguardo alla loro efficacia, durabilità e

compatibilità paesaggistica e culturale: l'obiettivo è sviluppare un sistema di valutazione che coniughi un approccio scientifico con un'interpretazione culturale, integrando competenze tecniche e umanistiche in una sintesi progettuale applicata ai Beni culturali.

Nell'ottica di una metodologia comparativa per la valutazione delle pavimentazioni per l'Arsenale, i casi studio di seguito presentati hanno quindi costituito un abaco di buone pratiche su cui poter impostare la selezione di un elenco di elementi (materiali e immateriali) capaci di orientare le scelte.

Il Centro Andaluz de Arte Contemporáneo, situato nella Isla de La Cartuja a Siviglia (Spagna) è un palinsesto su scala urbana di tracce risalenti a un periodo compreso tra l'epoca moderna e l'industrializzazione Ottocentesca, affine dimensionalmente all'Arsenale con cui ha in comune anche la funzione di contenitore espositivo per mostre d'arte contemporanea. Il Centro è stato inaugurato nel 1997 e sorge sull'impianto di un Monastero del XV secolo, trasformato in una fabbrica di ceramiche nell'Ottocento. Gli interventi di rifacimento delle pavimentazioni utilizzano diffusamente la pietra e stabiliscono un dialogo coerente con le preesistenze storiche, garantendo al contempo una piena fun-

zionalità rispetto alla nuova destinazione d'uso degli spazi espositivi (García de Casasola and Moreno Pérez, 2013).

La componente di archeologia industriale è parte integrante anche del Parc des Ateliers di Arles (Francia), cantiere ferroviario sorto nel 1843 sul sedime dell'antica necropoli di Alyscamps (Gregoire, 2003). Il caso francese, Centro d'Arte Contemporanea dal 2021, condivide con l'Arsenale di Venezia un forte valore paesaggistico, in considerazione della sua ubicazione a ridosso del centro storico cittadino e delle considerevoli dimensioni del Parco, progettato da Bas Smets. Il progetto delle pavimentazioni esterne utilizza terre stabilizzate e passerelle in legno per creare percorsi pedonali e carrabili tra i padiglioni, minimizzando l'impatto dell'intervento e garantendo la sua reversibilità.

Nel contesto della rigenerazione urbana dell'ex complesso industriale Zeche Zollverein (Brownley Raines, 2011) a Essen (Germania), avviata successivamente alla chiusura del polo industriale nel 1986, la progettazione delle pavimentazioni, realizzata dallo studio Agence Ter in collaborazione con OMA, è stata studiata per garantire la compatibilità materica con le preesistenze. Dove sono presenti lacerti di binari è stata adottata una pavimentazione



Fig. 2 | Current photograph of the Venetian Arsenal, captured from a similar vantage point as the preceding image, providing a comparative analysis of temporal changes (credit: T. Moretto, 2025).

in laterizi, combinata con ghiaie cromaticamente affini, al fine di migliorare la permeabilità dei percorsi. La progettazione di camminamenti impermeabili contestualizzati in ampie zone fortemente permeabili caratterizza le scelte architettoniche compiute per la valorizzazione delle rovine dell'Abbazia scozzese di Jedburgh (Cusack, 2023). L'accessibilità al sito è garantita dall'utilizzo di lastre di porfido, mentre le restanti aree scoperte sono riempite con ghiaie a grana grossolana che favoriscono il drenaggio e proteggono il substrato in terra battuta.

Il progetto di valorizzazione delle Mura di Lucca, realizzato tra il 2001 e il 2005, infine costituisce un esempio di sinergia tra le istanze prestazionali e quelle di conservazione e compatibilità materica. L'utilizzo di terra stabilizzata per le pavimentazioni (Giusti, 2005) è studiato in relazione alla funzione di accesso e percorribilità dei percorsi garantendo la permeabilità delle superfici e rispondendo altresì a criteri di reversibilità e durabilità, attraverso una manutenzione ordinaria costante.

Il metodo: organizzazione dei dati in una matrice valutativa | Attraverso l'analisi dei casi studio proposti si è avviato un processo di valutazione dei materiali, analizzandone il comportamento, l'effica-

cia, la durabilità e la compatibilità nei rispettivi contesti di applicazione. Tale selezione ha permesso di individuare possibili materiali da impiegare nelle pavimentazioni degli spazi esterni dell'Arsenale di Venezia, in particolare: calcestruzzi architettonici con inerti a vista, calcestruzzi drenanti, terre e ghiaie stabilizzate meccanicamente o con leganti e pavimentazioni lignee e in pietra con la proposizione di porfidi o 'masegni' in trachite, tipici del panorama urbano veneziano (Lazzarini, 2021). Tali materiali sono stati organizzati in un sistema matriciale che permette di valutare reciprocamente le loro caratteristiche prestazionali e la compatibilità con il contesto, considerando le specificità ambientali del sito.

Tra i parametri considerati rientrano le proprietà intrinseche dei materiali, selezionate in relazione alle specifiche esigenze funzionali espresse dalla committenza. In particolare è stata posta attenzione alla resistenza a compressione e a sforzo normale, al fine di valutare la capacità dei diversi materiali di sopportare carichi elevati e le sollecitazioni meccaniche generate dall'impiego di mezzi per la movimentazione delle merci durante le fasi di allestimento e disallestimento delle mostre. Si sono altresì svolte valutazioni in merito alla flessibilità degli spazi, generati dall'utilizzo delle diverse soluzioni ma-

teriche proposte, considerando la capacità dei materiali di adattarsi a diverse funzioni e contesti di allestimento, nel quadro vasto della collaborazione de La Biennale di Venezia a scala globale su diversi orizzonti artistici e performativi (Zucconi, 2019; Menichelli, 2018).

Parallelamente le indagini di conoscenza del luogo hanno permesso di caratterizzare la specificità del sito e predisporre la realizzazione di un modello operativo entro cui poter valutare i diversi materiali proposti secondo criteri di interazione materica e ambientale. Tra questi dirimente è il concetto di durabilità, la capacità di un materiale di resistere nel tempo senza subire deterioramenti significativi dovuti a fattori esterni, che nel caso specifico è correlato alla peculiarità del sottosuolo.

Come evidenziato dalle indagini geologiche condotte, la presenza di strati superficiali argillosi poco compatti comporta una tendenza del terreno a subire assestamenti nel tempo, dovuti alla variazione della presenza d'acqua e ai pesi applicati. La capacità di gestione delle acque meteoriche e una più complessa predisposizione alla gestione di acque ad elevata salinità, correlata all'inserimento dell'intervento in ambiente lagunare (Carter, Ianiri and Mariano, 2024), assume un ruolo cruciale nella scel-



Fig. 3 | An overview of the Arsenal basin, featuring the Armstrong crane and the Gaggiandre Department Buildings, illustrating the site's complex physical and cultural stratification (credit: T. Moretto, 2025).



Fig. 4 | Spatial configuration of the Gaggiandre shipyards in relation to the condition of the adjacent pavement (credit: E. Sorbo, 2025).



Fig. 5 | Spatial configuration of the Gaggiandre shipyards in relation to water areas (credit: E. Sorbo, 2025).

ta di soluzioni e materiali che abbiano proprietà drenanti e siano capaci di resistere a fenomeni di erosione e di cristallizzazione salina (Zaccariello et alii, 2020; Innocenti and Musco, 2023).

L'uso dell'analisi storico-critica, supportata dalla dichiarazione di interesse storico-culturale³, come premessa metodologica (Fiorani, 2021), ha consentito di selezionare i materiali da introdurre in Arsenale, mettendoli in relazione con la storicizzazione delle diverse aree del sito. Si è tenuto conto ad esempio del largo impiego di pietra d'Istria per le banchine, dell'uso dei laterizi nelle zone destinate per la movimentazione di merci pesanti, della presenza di binari, dell'assenza di una pavimentazione listata e della continuità dell'utilizzo di materiale sciolto per la gran parte degli spazi: tali elementi sono stati interpretati quali caratteristiche identitarie permanenti di Arsenale.

Sono stati definiti tre principali criteri che strutturano un possibile quadro metodologico di valutazione della sostenibilità nel restauro del Patrimonio costruito e assumono un ruolo centrale: la compatibilità culturale, ovvero la capacità del materiale a integrarsi e dialogare con i valori storici, simbolici e identitari del luogo; la compatibilità materica, che considera la coesistenza tra i materiali e le preesistenze; la compatibilità paesaggistica, quale attitudine ad armonizzarsi e adattarsi con i valori morfologici e visivi del luogo (Gonçalves et alii, 2022).

Analogamente, considerando la cantierizzazione, emergono ulteriori elementi di valutazione utili a indirizzare le scelte progettuali tra cui i costi di realizzazione e manutenzione e la facilità di cantierizzazione, aspetti legati alla specificità del contesto di Arsenale, in cui per esigenze logistiche e di tutela non è possibile operare con mezzi di cantiere tradizionali. Un ulteriore parametro orientativo nella selezione dei materiali è rappresentato dall'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM), volti a individuare, nelle varie fasi del ciclo di vita di un intervento, la migliore soluzione progettuale sotto il profilo ambientale (MITE, 2022). L'integrazione dei CAM nella progettazione di opere pubbliche, come il caso di Arsenale, contribuisce al rispetto delle normative europee in materia di economia circolare e si inserisce nel panorama delle politiche del Green Deal, favorendo un approccio di tipo 'low-impact' coerente con le direttive europee sulla gestione del Patrimonio architettonico (Gonçalves et alii, 2022).

A partire dal caso studio dell'Arsenale si è costruita una matrice di valutazione (Tab. 1) in grado di rispondere alla complessità delle aspettative progettuali, il cui schema rielabora l'approccio sperimentale sviluppato da Koenraad Van Balen (2008), concepito come strumento operativo per la valutazione dell'autenticità di un sito culturale, ampliandone l'applicazione a strategie progettuali più complesse: il modello proposto introduce infatti una metodologia per l'analisi e la validazione degli interventi sui Beni culturali integrando il quadro valutativo di matrice quantitativa e analitica sul caso specifico prendendo in esame aspetti di tipo qualitativo, culturale e paesaggistico. Queste considerazioni riguardano anche la dimensione interscalare del sito, dal dettaglio architettonico al sistema paesaggistico.

Attraverso l'utilizzo della matrice si è valutata una prima proposta, denominata 'funzionale' (Tab. 2), che prevede l'impiego di calcestruzzo 'architettonico', ovvero con gli inerti a vista, per pavimentare le aree di banchina più sollecitate dalle azioni

di carico e scarico e dalle installazioni di maggiori dimensioni e di calcestruzzo drenante e caditoie lineari di raccolta delle acque per i percorsi pedonali. A questa prima formulazione si è contrapposta una soluzione denominata 'compatibile' (Tab. 3), in cui il laterizio è impiegato nella pavimentazione dell'area di banchina ed è abbinato all'utilizzo di massetti in calce idraulica e porzioni rafforzate con l'impiego di pavimentazioni in pietra d'Istria: questa soluzione risponde alle esigenze prestazionali richieste, sostituendo il calcestruzzo con materiali matericamente compatibili con le preesistenze murarie.

Una terza soluzione, denominata 'mimetica' (Tab. 4), propone un intervento minimo, in cui si prevede l'utilizzo di terre stabilizzate in quasi la totalità della superficie, a cui è abbinato un camminamento in lastre di pietra che agevola l'accessibilità del pubblico e garantisce una migliore movimentazione dei mezzi leggeri durante le fasi di allestimento e disallestimento: questa soluzione garantisce la migliore reversibilità dell'intervento e le migliori condizioni conservative per i lacerti di binari presenti nell'area.

Un'ultima proposta, denominata 'urbana' (Tab. 5), prevede un maggiore utilizzo di pavimentazioni in pietra: i 'masegni' in trachite sono concepiti per il rinforzo dell'area di banchina, secondo l'assetto tradizionale delle fondazioni veneziane, mentre il porfido è utilizzato in modo estensivo nei punti di maggiore sollecitazione lungo i percorsi.

I diagrammi come strumento di valutazione: potenzialità, limiti e criticità

La matrice di comparazione dei materiali è stata esplicitata in un grafico con l'obiettivo di restituire visivamente la complessità dei criteri di giudizio utilizzati, rispondendo alla necessità di valutare contemporaneamente fattori tra loro interscalari e non direttamente comparabili. L'analisi considera infatti sia criteri quantitativi, come per esempio le caratteristiche meccaniche dei materiali o i costi, sia criteri qualitativi, quali la compatibilità con l'esistente o la flessibilità. Gli indicatori selezionati sono associati a una scala qualitativa da 1 a 10, direttamente proporzionale al livello prestazionale espresso dai diversi materiali in relazione al parametro di riferimento considerato.

Attraverso la costruzione di un radargramma, o diagramma di Kiviat, è stato possibile effettuare un'analisi comparativa tra le diverse istanze, consentendo di sintetizzare in forma grafica le relazioni tra le variabili (Tira and Türkoglu, 2023). Tale approccio permette di strutturare il processo decisionale secondo un framework circolare, in cui la sostenibilità, la compatibilità e l'efficienza funzionale sono integrate in una visione sistemica (Fig. 9). Il diagramma è strutturato in quattro macroaree che riflettono le diverse dimensioni del processo decisionale nella scelta dei materiali e garantiscono un bilanciamento tra le diverse istanze funzionali, di tutela e tecnico-operative. Questo approccio consente di visualizzare simultaneamente vari parametri, facilitando l'identificazione dei benefici prodotti e degli aspetti migliorabili in ciascuna soluzione, infatti la configurazione radiale permette di ottenere un'immediata sintesi operativa nell'analisi dei diversi materiali evidenziandone pregi e difetti e permettendone un diretto confronto.

Dal confronto grafico delle proposte (Fig. 10) emerge come la prima soluzione, malgrado l'utilizzo di materiali maggiormente prestazionali, non sia in grado di gestire efficacemente i parametri di com-

patibilità con l'esistente e l'interazione con l'ambiente dell'Arsenale. L'utilizzo del calcestruzzo infatti è critico non solo in termini di compatibilità materica e paesaggistica, ma anche di durabilità, a causa della sua intrinseca rigidità che si esplica in un'incapacità di adattarsi agli assestamenti del terreno argilloso connotato da un'elevata presenza d'acqua.

La manutenzione, sebbene meno frequente rispetto alle soluzioni che utilizzano terre stabilizzate, risulta onerosa e introduce discontinuità evidenti nella superficie. I ripristini, unitamente ai tagli necessari per la cantierizzazione delle gettate, generano variazioni e accumuli di materiali nel tempo che compromettono l'uniformità della superficie e alterano la percezione del luogo, influenzando la leggibilità e la flessibilità dello spazio. La diversificazione dei materiali è accentuata nelle rimanenti proposte al fine di rinforzare punti specifici dei percorsi in cui vi sono criticità maggiori, come il ruscellamento o l'usura superficiale dovuta al passaggio dei mezzi utilizzati nell'allestimento delle mostre.

La diversificazione di materiali adottata nella seconda proposta risolve i problemi di compatibilità materica ma, pur garantendo livelli prestazionali elevati, genera una differenziazione degli spazi e una specializzazione negli usi che non risponde positivamente al criterio di flessibilità. L'utilizzo esteso della pietra proposto nella quarta soluzione comporta un'assimilazione dello spazio all'ambiente urbano esterno all'Arsenale, costituendo un rischio sotto il profilo della compatibilità paesaggistica e culturale.

I limiti del modello proposto per l'analisi comparativa risiedono nel dover confrontare termini tra loro eterogenei di natura sia qualitativa che quantitativa e nella necessità di contestualizzarli in un ambiente reale soggetto a particolari caratteristiche ambientali e spaziali. Nel Caso dell'Arsenale di Venezia le elevate prestazioni offerte dalle soluzioni in calcestruzzo per esempio risultano limitate da vincoli significativi; i costi di realizzazione sono influenzati dalla complessità della cantierizzazione in ambito lagunare, che richiede mezzi e tempistiche di trasporto non convenzionali; le prestazioni meccaniche, in particolare la resistenza a compressione, sono condizionate dalla presenza di argille poco compatte, che riducono notevolmente l'efficacia del materiale, rendendolo inadatto a contesti con substrati a elevata deformabilità. L'esempio evidenzia come i parametri prestazionali non possano essere considerati entità isolate, ma debbano rientrare in una lettura organica che consideri simultaneamente criteri ambientali, logistici e culturali specifici del sito (Fiorani, 2003).

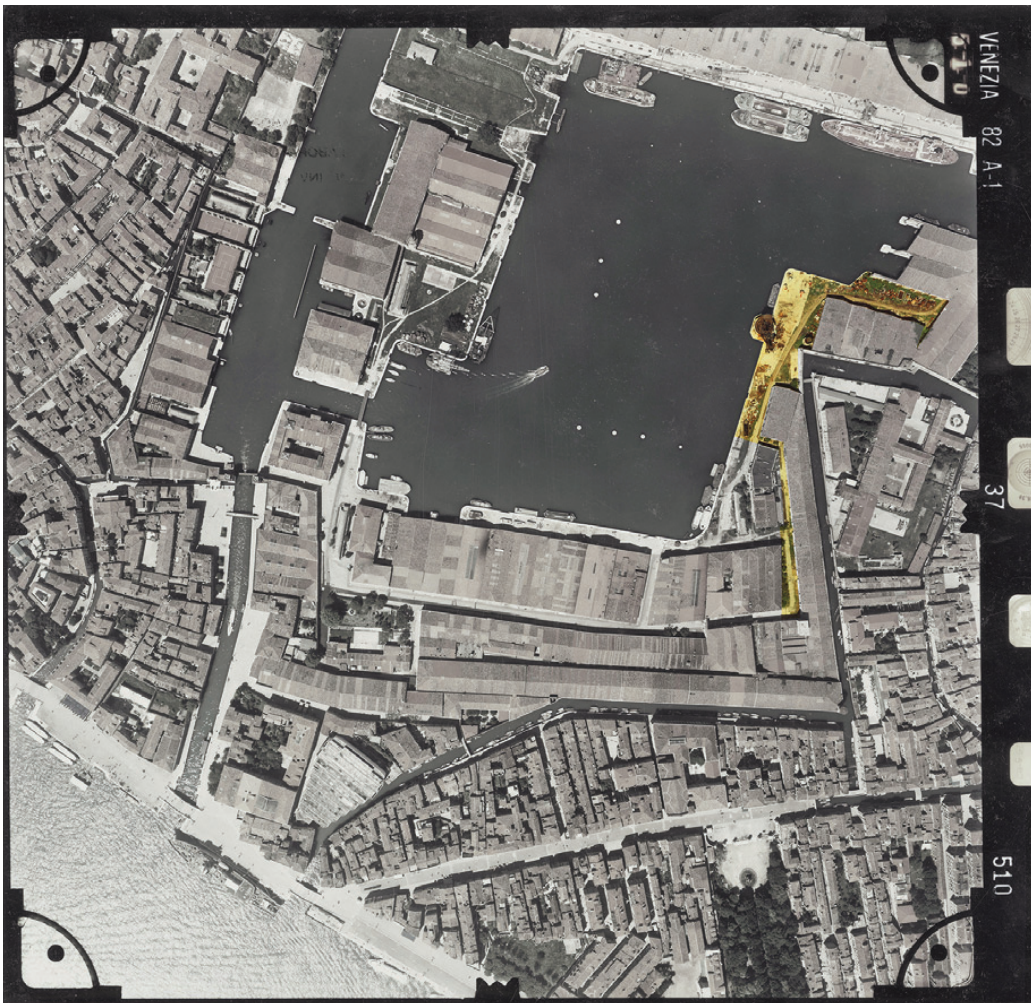
Conclusioni | Nel caso dell'Arsenale di Venezia le valutazioni condotte attraverso la metodologia proposta confermano un conflitto tra le prestazioni assolute dei materiali e la loro reale applicabilità. Le caratteristiche intrinseche dei materiali non sono sufficienti per valutarne l'idoneità d'uso, se non sono correlate alle specificità del contesto. Un esempio emblematico è rappresentato dal calcestruzzo: sebbene presenti elevate prestazioni meccaniche in condizioni standard, tali proprietà non si traducono necessariamente in una maggiore durabilità nell'ambiente lagunare veneziano.

Parallelamente l'indagine ha dimostrato che l'utilizzo di materiali riconducibili alla tradizione costruttiva locale non garantisce di per sé un'adeguata compatibilità culturale. Nell'ultima proposta, in



Fig. 6 | A pavement segment revealing the complex coexistence of various materials, including iron, bricks, gravel, and stabilised earth, illustrating the diverse engineering practices utilised in urban surface construction (credit: T. Moretto, 2025).

Fig. 7 | Aerial photo of the Venetian Arsenal (credit: Municipality of Venice Archive, executed by CGR – Parma, commissioned by the Municipality of Venice, from the 1982 Venezia colour flight, taken on May 25, 1982; frame ID: 1982veneziacol_37_510).



particolare, l'uso di pavimentazioni in pietra è coerente con il lessico materico veneziano, ma comporta un rischio di omologazione dell'Arsenale al contesto urbano dei campi cittadini, riducendo la percezione dell'eccezionalità del sito. Tale soluzione infatti semplificherebbe la specificità stratigrafica e identitaria del Complesso, riducendo l'autonomia linguistica del luogo, sia sul piano simbolico figurale che su quello costruttivo.

Queste letture sono possibili attraverso un approccio radicalmente multidisciplinare in cui l'adozione di un metodo di analisi, che deriva dalle scienze dure ma che introduce un sistema di valori qualitativi e culturali, agevola il dialogo orizzontale e le connessioni critiche favorendone la implementazione (Fig. 11).

Il progetto di riqualificazione delle pavimentazioni dell'Arsenale di Venezia è un'attività in linea con l'Obiettivo 4 dell'Agenda 2030 poiché favorisce l'accessibilità a spazi culturali. Tuttavia la metodologia presentata propone un dialogo tra la tutela del Patrimonio culturale (SDG 11 – Città e Comunità Sostenibili) e le istanze di sostenibilità ambientale (SDG 13 – Azione sul Clima) individuando compromessi possibili tra le diverse istanze, e proponendo indagini multidisciplinari in linea con l'SDG 9 (Industria, Innovazione e Infrastrutture), mentre l'adozione dei CAM e l'attenzione rivolta alla durabilità rispondono all'Obiettivo 12 (Consumo e Produzione Responsabile).

L'interazione tra questi Obiettivi dell'Agenda 2030 ha favorito il dibattito per la selezione di materiali e tecniche costruttive per l'Arsenale di Venezia in un orizzonte di compatibilità con il Patrimonio esistente e di resilienza alle pressioni ambientali e antropiche specifiche, indirizzando la sostenibilità delle scelte. L'analisi comparativa quindi non è limitata a un raffronto prestazionale astratto, ma si esprime in una logica di valutazione contestualizzata, in cui il comportamento dei materiali è interpretato alla luce delle sollecitazioni ambientali e delle criticità specifiche del sito, permettendo un confronto a più livelli delle diverse soluzioni (sia tra Istituzioni che tra competenze diverse).

Nel proporre strumenti operativi di gestione del progetto la ricerca espone un possibile modello metodologico per il progetto di conservazione e innovazione dei siti storici, in grado di predisporre le basi conoscitive per un corretto bilanciamento (compromesso) tra le istanze di tutela, funzionalità e sostenibilità. La complessità delle variabili e dei valori culturali nel caso studio dell'Arsenale, pur costituendo un Bene di valore eccezionale, costituisce un importante paradigma per gli interventi sul Patrimonio culturale (Marino and Thiébat, 2019).

Tale quadro è ulteriormente stressato dalle tempistiche della progettazione che non consentono una densità di approccio, ma che impongono l'adozione di un metodo per orientare le scelte nell'ampio panorama del processo conoscitivo, risultando insufficienti a garantire un'adeguata risposta

all'ampio quadro esigenziale che si delinea (Biasi et alii, 2024). Tale limite rappresenta una barriera strutturale alla costruzione di un progetto in cui il processo conoscitivo assume un ruolo di indirizzo, così come espresso dal panorama delle carte internazionali (Dimitrova et alii, 2020), ostacolando l'implementazione di pratiche realmente integrate tra analisi preliminare, valutazione comparativa e definizione progettuale – a cui si aggiungono le prassi del Nuovo Codice degli Appalti⁴ che esclude la filiera delle indagini preliminari dal PFTE.

In questa prospettiva lo sviluppo di una metodologia nel processo decisionale risulta decisiva nel dialogo tra gli attori del progetto, siano essi pubblici o privati, nell'ottica di condivisione delle scelte che possano oltrepassare la logica prestazionale dei materiali per abbracciare una prospettiva culturale più ampia e radicata nel contesto. Tale limite rappresenta una opportunità nel ruolo che la ricerca universitaria assume nei processi progettuali poiché innesci una sinergia profonda tra conoscenza e consapevolezza delle scelte, tale metodo di lavoro è trasferibile in altri contesti⁵ attribuendo il ruolo di 'public servant' alla ricerca universitaria predisponendo le basi per un corretto (e studiato) bilanciamento delle istanze di tutela, funzionalità e sostenibilità.

A complex architectural stratigraphy characterises the site of the Venetian Arsenal in Italy. The ship-building function has continuously evolved from the 12th century to the fall of the Serenissima Republic in 1797. Its military significance has continued to this day, accompanied in recent decades by a cultural vocation. Since 1980, it has hosted some of the main activities of the Venice Biennale, consolidating its identity as a space for the arts. Since its foundation, the Arsenal has undergone continuous transformations (Bellavitis, 2009) in response to the changing military and production needs of the Republic of Venice and the subsequent political entities that administered it (Concina, 2006; Menichelli, 2017). A key moment in this evolution is represented by the Battle of Lepanto in 1571, which confirmed the strategic role of the Venetian Arsenal, highlighting its production capacity in terms of logistical organisation and technical innovation (Lanaro and Austruy, 2020).

The historical and functional articulation of the Arsenal has contributed to increasing its symbolic value, to the point of making its spaces a complex and multi-layered testimony of social customs, historical traces, and technological changes (Zan, 2019). In those elements, such as the large central dock, the Armstrong hydraulic crane designed for 19th century shipbuilding (Fig. 1, 2), and the reinforced concrete air-raid shelters from the Second World War coexist with buildings of 15th century origin, such as the Isolotto or the Gaggiandre department, and of the 16th century, such as the Artillery department (Fig. 3).

The use of brickwork, employed in construction since the 14th century, coexists with the use of Istrian stone and wood, translating into architectural form the strategic and symbolic value of the place, an aspect fully recognisable in the construction of the Galeazze from the 16th century onward (Candiani, 2022) and in the use of roofing systems such as those found in the shipyards of the Gaggiandre

department (Piana, 2002), still today considered one of the most iconic spaces in the global collective imagination of the Arsenal (Fig. 4, 5).

The functional transformations of the 19th and 20th centuries included the installation of iron rails, partially still present today, to improve the movement of goods. The reinforcement of the quays of the Darsena Grande, which hosted modern warships from the post-unification era (Ventrice, 2009), introduced concrete as a construction material. During the 20th century, the military use of the area promoted the use of reinforced concrete in constructing buildings and asphalt in the paving of external areas. The social and cultural value of these spaces is thus realised in a palimpsest (Fig. 6) that encompasses various stratifications through the coexistence of multiple construction materials (brick, iron, Istrian stone, concrete, reinforced concrete, and trachyte) in a successful coexistence that becomes a cultural identity of the place, also reflected in the multiplicity of uses: military functions coexist with spaces for contemporary art, public offices, and venues for collective events and conferences.

The Venice Biennale, within the framework of the National Complementary Investment Plan¹ (PNC) to the National Recovery and Resilience Plan (PNRR; MIMIT, 2023), has initiated the project for the redevelopment of the external paths of the Arsenal, which aligns with Sustainable Development Goal no. 4 (Quality Education) of the 2030 Agenda (UN, 2015), promoting the creation of accessible and technologically advanced spaces to support cultural and educational events.

In this context, the Yuppies engineering firm, tasked with the architectural design, made use² of the collaboration with the 'luav' University of Venezia for research activities to inform design choices in the direction of quality and heritage conservation (Dimitrova et alii, 2020). This activated a partnership of 'Heritage Professionals' in which the University assumed the role of 'public servant' and knowledge transfer within Third Mission activities.

This contribution illustrates the role of research as an operational tool for developing a methodology within the decision-making process. In the context of the Arsenal, the process described aims to reconcile the criteria of sustainability, efficiency, and technological innovation (promoted by the PNRR) with the need for conservation protection, fundamental to the site's specific characteristics, and with the Biennale's requirements regarding material durability and spatial flexibility. The synergy between design and research is realised through enhancing the knowledge process, via in-situ multidisciplinary investigations integrated with the analysis of international case studies similar in type and function. The data collected is studied using evaluation matrices that simulate design scenarios in which conservation and performance requirements are differently balanced, allowing for conscious and informed choices (Fig. 7).

State of the art | The research activity supporting the project assumes a strategic role in defining shared tools for evaluating design choices. This process is based on a conscious and in-depth understanding of the historical, cultural, and symbolic dimensions of the Arsenal's spaces. The objective is to integrate standardised indicators of sustainable growth and efficiency, appropriately adapted to the specificities of the landscape context in which the

intervention takes place (Montuori, Converso and Rabazo Martín, 2024).

The absence of a shared interpretative framework that allows for effective theoretical integration between ecological criteria and cultural heritage conservation processes currently constitutes one of the main criticalities for the project (Carbonara, 2021a). This gap highlights the urgency of a methodological reflection capable of consciously mediating between the principles of environmental sustainability and development demands, within the framework of a renewed conservation culture (Carbonara, 2021b). Starting from this premise, the present research has developed through the critical elaboration of evaluative tools consistent with contemporary design needs to define a multidisciplinary methodological approach oriented toward safeguarding historical continuity and enhancing the legibility of places.

In the case of the Arsenal, understood as a cultural and social palimpsest, the principle of authenticity as expressed in The Nara Document on Authenticity (ICOMOS, 1994) and Nara +20 – On Heritage Practices, Cultural Values and Authenticity (ICOMOS, 2014), is useful for establishing the primary and fundamental relationships among the values that are expressed in the relationship between context and project, as these extend beyond material permanence and involve the landscape and collective memory (Stovel, 2008).

The concept of authenticity is interpreted from a sustainability perspective, in coherence with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda. The design action, therefore, takes on the character of a process that adapts to the context in relation to social, economic, and environmental transformations, without compromising the integrity and cultural meaning of the heritage. This process aims to define resilient choices, in which the capacity of the place to evolve persists without a loss of identity (Antonini, 2019). In this perspective of adaptation and flexibility, not of static resistance (Sposito and Scalisi, 2018), the concept of durability is articulated, which is not limited to a purely material aspect, but extends to a broader socio-economic dimension (Della Torre, 2013), inclusive of the complex management dynamics of the Venetian Arsenal site.

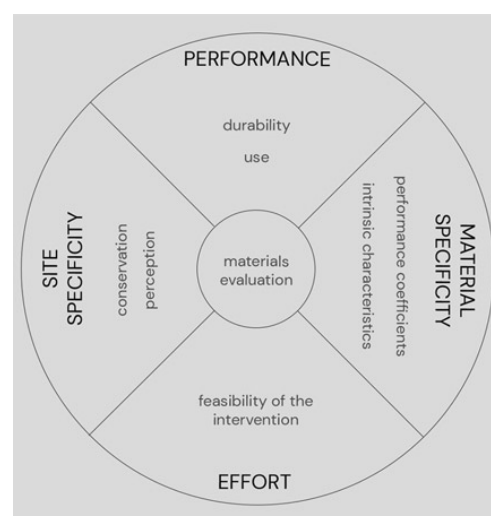


Fig. 8 | Synthetic diagram of material evaluation categories (credit: the Authors, 2025).

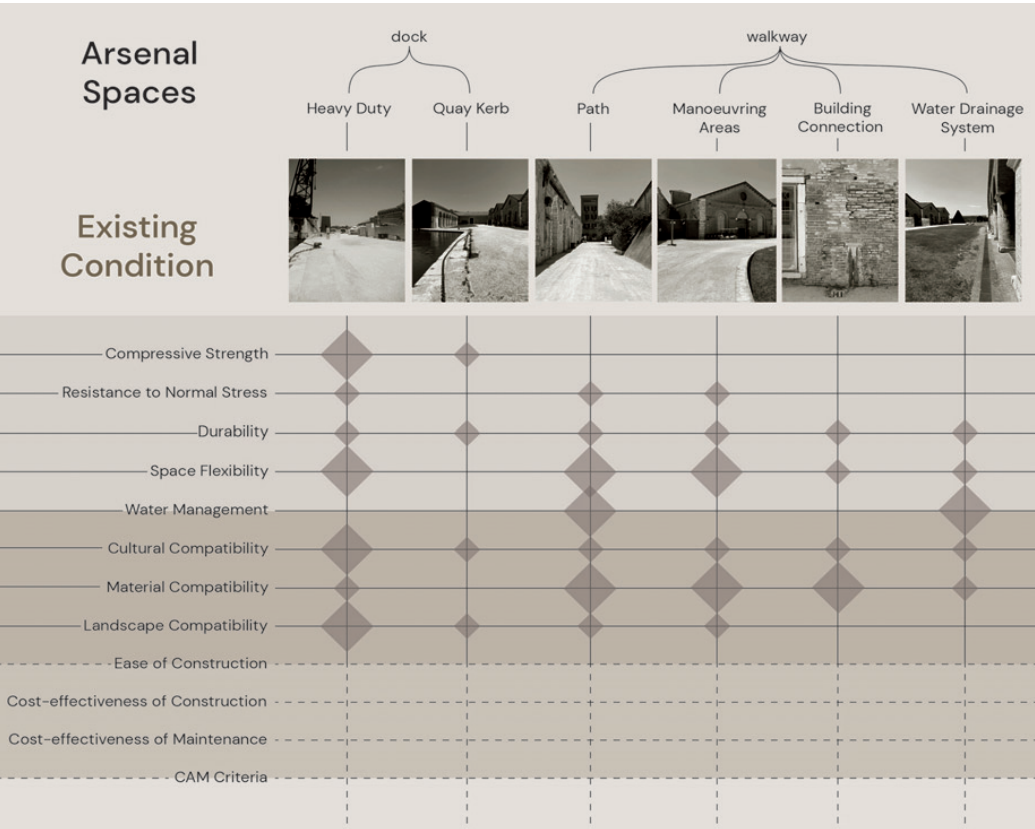
The research method identified a structure of evaluation parameters aimed at guiding operational choices (ICOMOS, 2011), which derive from multi-disciplinary investigations conducted on-site and from the analysis of other contexts similar in size, typology, or use, in order to identify and assess possible design solutions (Paris, Pennacchia and Vanini, 2023). The need to define criteria applicable also in other cultural heritage conservation experiences emerges as an objective of European cultur-

al heritage management policy, which promotes the integration of protection, sustainable development, and operational effectiveness (Dimitrova et alii, 2020).

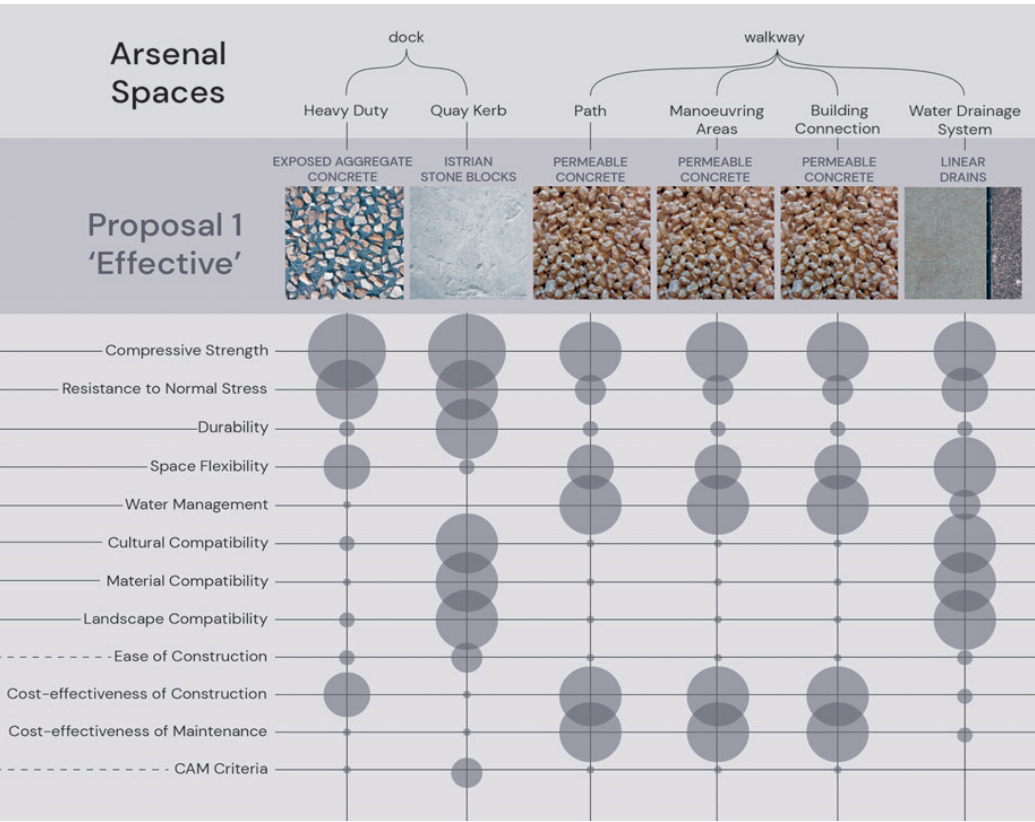
The role of investigations in the knowledge process | The knowledge phase involved broad multidisciplinary investigations to geometrically and materially characterise the external connective spaces in the south-eastern area of the Arsenal. The geological investigation included extracting three sam-

ples at different points within the study area. It was structured in several phases, including chemical analyses for material characterisation, laboratory load tests, and in-situ permeability testing.

The integration of these investigative tools made it possible to define the geotechnical performance of the subsoil in detail, highlighting its predominantly clayey composition and the low compactness of the superficial layers. The data obtained were fundamental for understanding the mechanical be-



Tab. 1 | Evaluation matrix for assessing paving interventions within the Arsenal, featuring parameters related to preservation, efficiency, and sustainability along the vertical axis and specific project locations along the horizontal axis (credit: the Authors, 2025).



Tab. 2 | Evaluation matrix for the proposal labelled 'Effective', with each interpolation reflecting differing response levels in the material compared to the reference parameter (credit: the Authors, 2025).

haviour of the soil and, thus, for guiding intervention strategies with respect to the site’s stability and load-bearing capacity.

The analyses also included a campaign for geometric characterisation of the spaces, which was carried out by creating a topographic reference network and data acquisition via laser scanning survey. This allowed for identifying any obstacles to full accessibility of the site and the pavilions, such as irregular elevation and the slopes of the pathways.

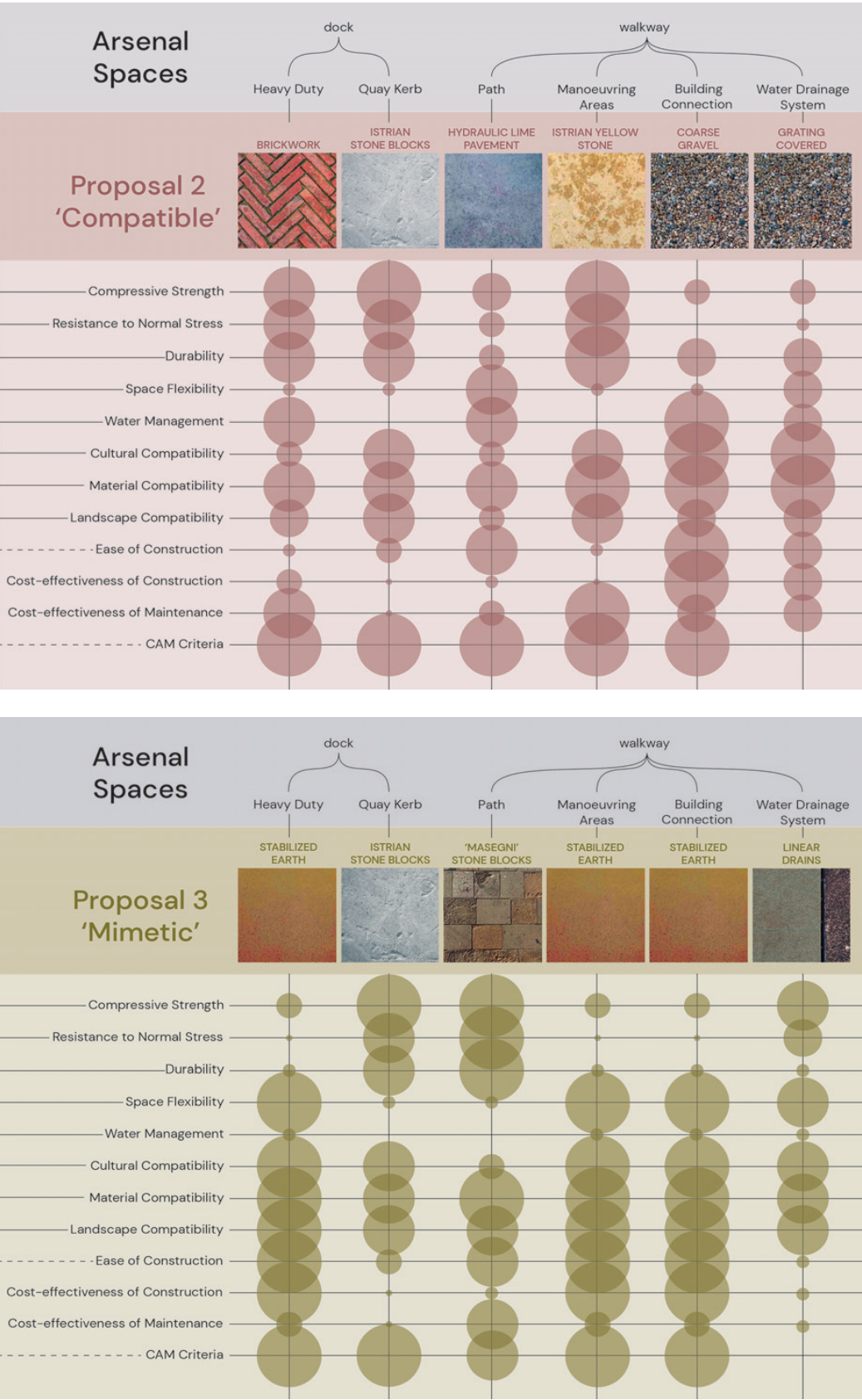
Tab. 3 | Evaluation matrix for the proposal labelled ‘Compatible’, with each interpolation reflecting differing levels of response in the material compared to the reference parameter (credit: the Authors, 2025).

This proved crucial in effectively guiding the storm-water drainage system’s design and correctly defining excavation levels during the construction phases.

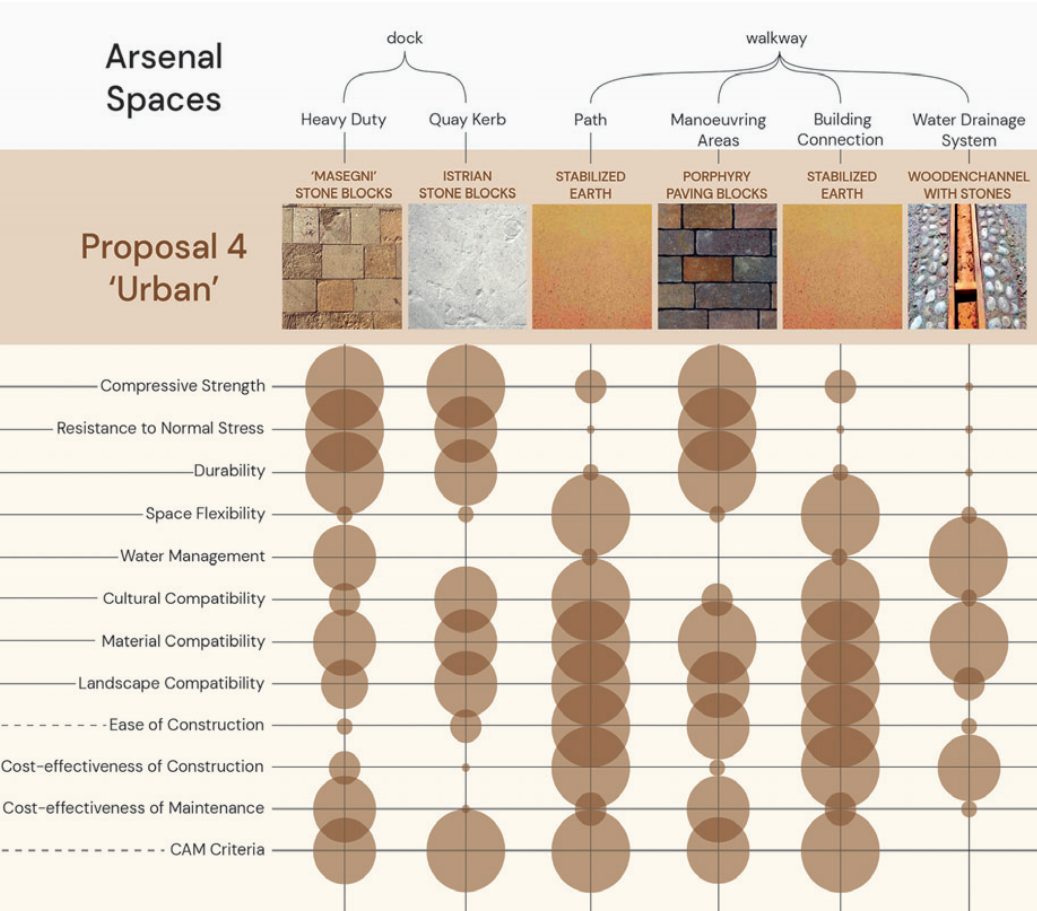
The use of ground-penetrating radar in combination with the laser scanning survey (Merkle, Frey, and Reiterer, 2021) further enabled the identification of any buried linear anomalies corresponding to underground utility pipelines or remnants of the rail system. Lastly, through a bathymetric survey, the condition of the underwater vertical structures of

the quay was analysed, revealing eroded portions that, over time, cause localised subsidence. The results of these investigations made it possible to guide and identify specific evaluation parameters of the project, rooting them in an experimental dimension tied to the associated data (Fig. 8).

Reference case studies | Taking into account the singularity of the Venetian Arsenal and the difficulty of applying approaches from other contexts, the



Tab. 4 | Evaluation matrix for the proposal labelled ‘Mimetic’, with each interpolation reflecting differing levels of response in the material compared to the reference parameter (credit: the Authors, 2025).



Tab. 5 | Evaluation matrix for the proposal labelled 'Urban', with each interpolation reflecting differing response levels in the material compared to the reference parameter (credit: the Authors, 2025).

case studies were selected based on criteria relating to some of the Arsenal's identifying characteristics, including the function of the spaces, the extent of the paved area, the architectural materials, the durability of the intervention over time, and its effectiveness. The aim is to provide an updated overview of contemporary design practices supporting the research by examining approaches adopted internationally for integrating paving systems in cultural heritage sites of high historical and landscape value. The selected case studies offer qualitative insights into their effectiveness, durability, and landscape and cultural compatibility: the objective is to develop an evaluation system that combines a scientific approach with cultural interpretation, integrating technical and humanistic expertise into a design synthesis applied to cultural heritage.

From the perspective of a comparative methodology for evaluating paving solutions for the Arsenal, the following case studies have thus served as a compendium of good practices to base the selection of a list of elements (both material and immaterial) capable of guiding choices.

The Centro Andaluz de Arte Contemporáneo, located on the Isla de La Cartuja in Seville (Spain), is an urban-scale palimpsest of traces dating from the early modern period to 19th century industrialisation, similar in size to the Arsenal and sharing its function as an exhibition venue for contemporary art. In 1997, the Centre was established on the site of a 15th century monastery that was transformed into a ceramics factory in the 19th century. The repaving interventions extensively use stone and establish a coherent dialogue with the historical pre-existences, while ensuring full functionality for the new use of the spaces as exhibition halls (García de Casasola and Moreno Pérez, 2013).

The industrial archaeology component is also an integral feature of the Parc des Ateliers in Arles (France), a railway yard established in 1843 on the site of the ancient Alyscamps necropolis (Gregoire, 2003). The French case study, which has functioned as a Contemporary Art Centre since 2021, shares with the Venetian Arsenal a strong landscape value due to its location near the historic city centre and the considerable size of the park, designed by Bas Smets. The design of the outdoor pavements uses stabilised earth and wooden walkways to create pedestrian and vehicular routes between the pavilions, minimising the intervention's impact and ensuring its reversibility.

Within the context of the urban regeneration of the former Zeche Zollverein industrial complex (Brownley Raines, 2011) in Essen (Germany), initiated after the site's closure in 1986, the design of the paving, carried out by the Agence Ter studio in collaboration with OMA, was conceived to ensure material compatibility with the existing structures. Where remnants of railway tracks are present, brick paving was adopted, combined with chromatically compatible gravels to enhance the permeability of the pathways. The design of impermeable walkways within broadly permeable areas also characterises the architectural choices to enhance the Jedburgh Abbey ruins in Scotland (Cusack, 2023). Accessibility to the site is ensured through porphyry slabs, while the remaining uncovered areas are filled with coarse gravel, which promotes drainage and protects the underlying compacted earth substrate.

Finally, the enhancement project for the Walls of Lucca in Italy, carried out between 2001 and 2005, constitutes an example of synergy between performance demands and conservation and material compatibility needs. The use of stabilised earth

for paving (Giusti, 2005) was designed in relation to the function of access and walkability of the paths, ensuring surface permeability while also meeting criteria of reversibility and durability through regular maintenance.

The method: organising data into an evaluation matrix | Through the analysis of the proposed case studies, a process was initiated to evaluate materials by examining their behaviour, effectiveness, durability, and compatibility within their respective application contexts. This selection made it possible to identify potential materials for use in the paving of the external spaces of the Venetian Arsenal, in particular: architectural concretes with exposed aggregates, permeable concretes, mechanically or binder-stabilised soils and gravels, and wood and stone pavements with the use of porphyry or 'masegni' in trachyte, typical of the Venetian urban landscape (Lazzarini, 2021). These materials were organised into a matrix system that allows for a mutual evaluation of their performance characteristics and contextual compatibility, considering the environmental specificities of the site.

Among the parameters considered were the intrinsic properties of the materials, selected according to the specific functional requirements expressed by Fondazione La Biennale. Particular attention was paid to compressive strength and normal stress resistance, to assess the various materials' ability to withstand the high loads and mechanical stresses generated by the use of vehicles for transporting goods during the setup and dismantling phases of exhibitions. Further assessments were carried out regarding the spatial flexibility enabled by the use of the different proposed materials, considering their capacity to adapt to diverse functions and in-

stallation contexts, within the broader framework of La Biennale di Venezia's global collaborations across various artistic and performative domains (Zucconi, 2019; Menichelli, 2018).

At the same time, the investigations into site knowledge enabled the characterisation of the site's specificities and the preparation of an operational model within which the various proposed materials could be assessed according to material and environmental interaction criteria. A decisive criterion among these is the concept of durability, understood as the ability of a material to resist over time

without undergoing significant deterioration due to external factors, which in this specific case is closely linked to the peculiar characteristics of the subsoil.

As highlighted by the geological surveys conducted, the poorly compacted surface clay layers make the soil prone to settlement over time due to changes in water content and applied loads. The ability to manage stormwater, along with the more complex requirement to handle highly saline water, linked to the project's location in a lagoon environment (Carter, Ianiri and Mariano, 2024), plays a crucial role in the selection of solutions and materials

that possess draining properties and can resist erosion and salt crystallisation phenomena (Zaccariello et alii, 2020; Innocenti and Musco, 2023).

The use of historical-critical analysis, supported by the declaration of historical-cultural interest³, as a methodological premise (Fiorani, 2021), enabled the selection of materials to be introduced in the Arsenal, correlating them with the historicisation of the site's different areas. Consideration was given, for example, to the widespread use of Istrian stone for quays, the use of bricks in areas designated for the movement of heavy goods, the presence of rail-

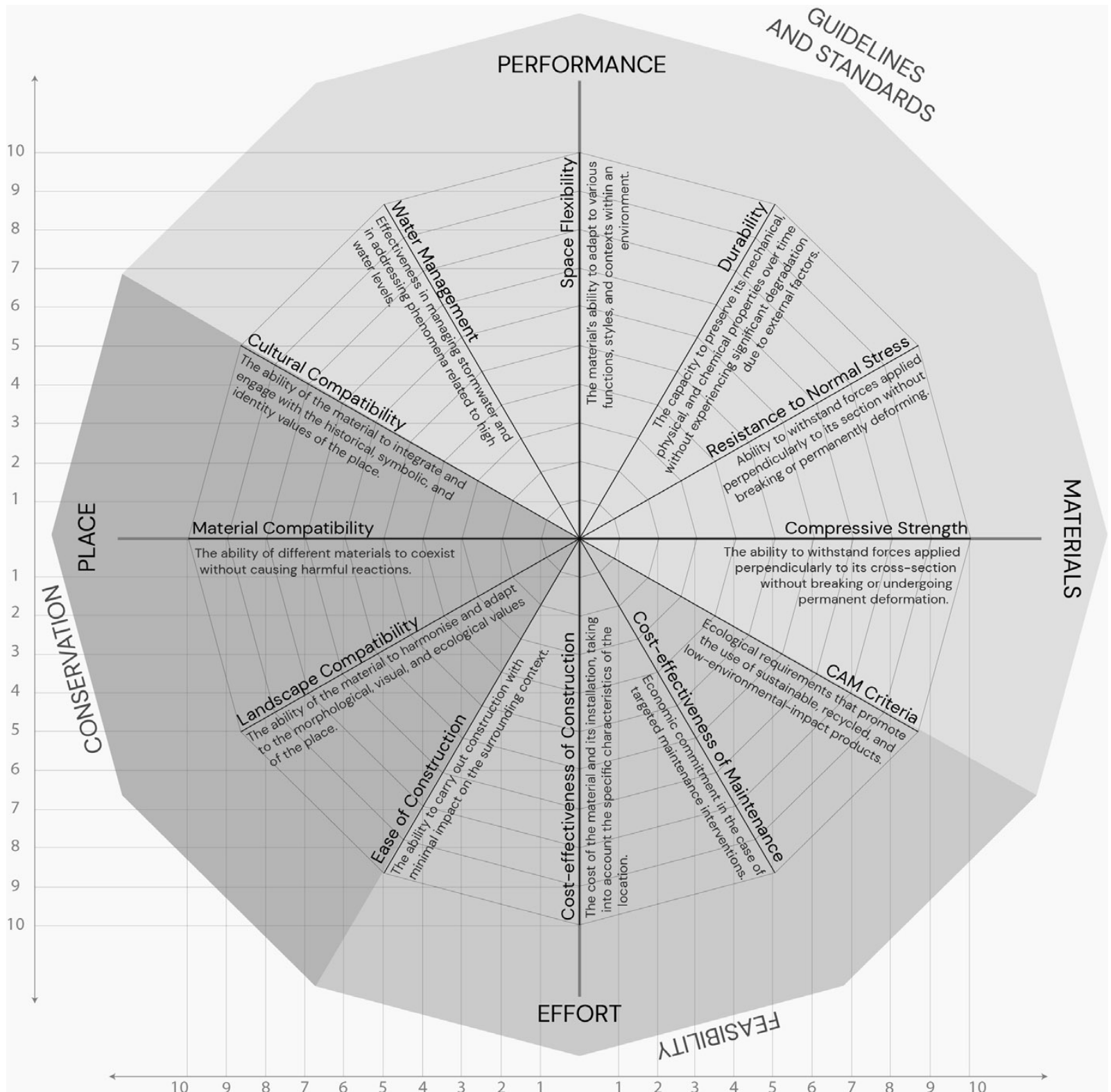


Fig. 9 | Radar chart illustrating the parameters for material evaluation and their explanations (credit: the Authors, 2025).

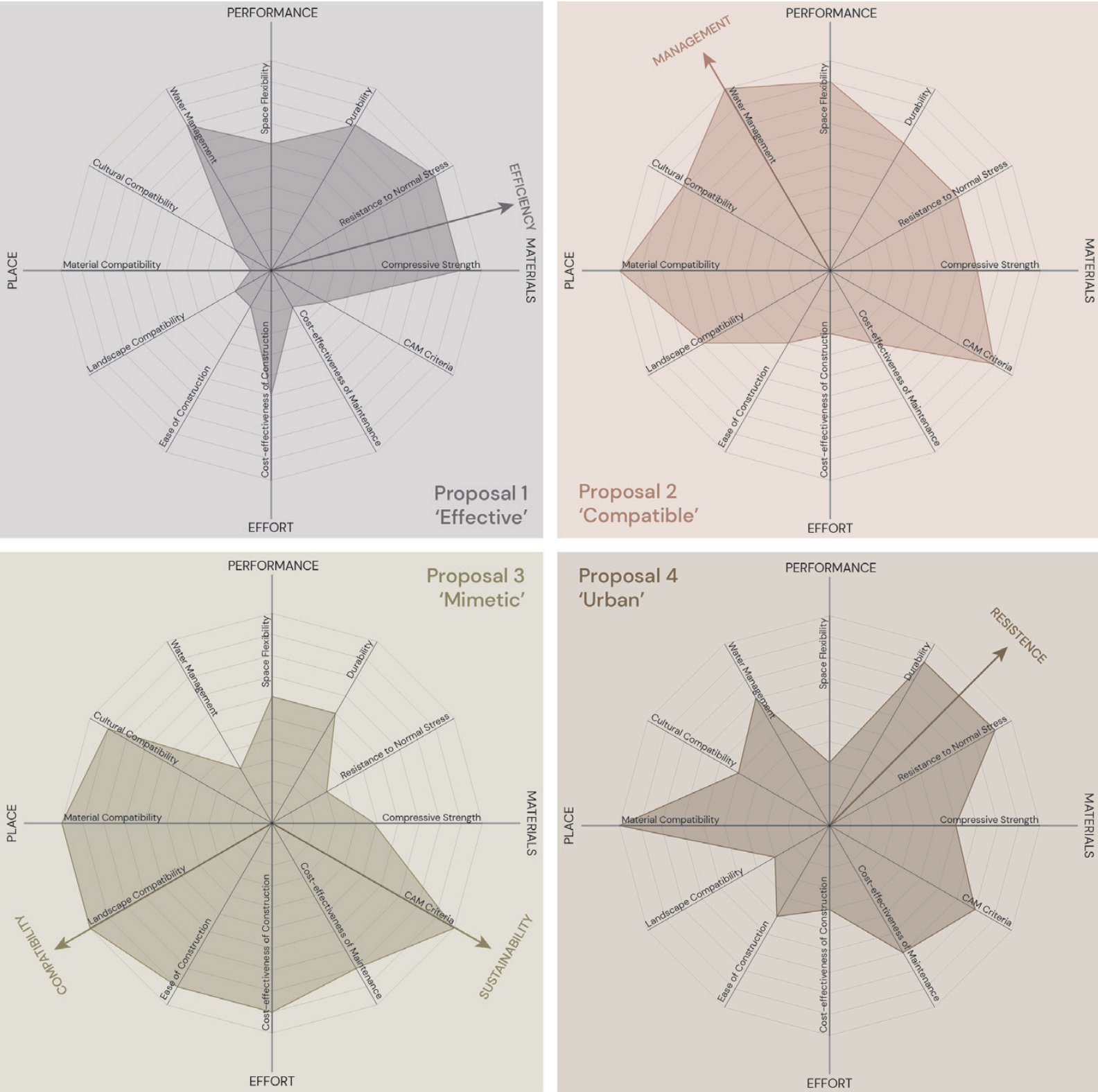


Fig. 10 | Comparative analysis of the proposals illustrated through a radar chart, emphasising the strengths of each solution (credit: the Authors, 2025).

way tracks, the absence of formalised paving layouts, and the continued use of loose materials over most of the surfaces. These elements were interpreted as permanent identity traits of the Arsenal.

Three main criteria were defined to structure a possible methodological framework for evaluating sustainability in built heritage restoration. These assume a central role: cultural compatibility, that is, the ability of the material to integrate and dialogue with the place's historical, symbolic, and identity-related values; material compatibility, which considers the coexistence between new materials and

pre-existing ones; and landscape compatibility, understood as the ability to harmonise and adapt to the place's morphological and visual values (Gonçalves et alii, 2022).

Similarly, considering the construction phase, further evaluation elements emerged to help guide design choices, including construction and maintenance costs and ease of implementation, aspects related to the specific context of the Arsenal, where, due to logistical and conservation constraints, the use of traditional construction machinery is not feasible. An additional guiding parameter in material

selection is represented by the application of Minimum Environmental Criteria (CAM), aimed at identifying the best design solution from an environmental standpoint in the various phases of a project's life cycle (MiTE, 2022). The integration of CAM in the design of public works, as in the case of the Arsenal, contributes to compliance with European regulations on the circular economy and aligns with Green Deal policies, promoting a 'low-impact' approach in keeping with European directives on architectural heritage management (Gonçalves et alii, 2022).

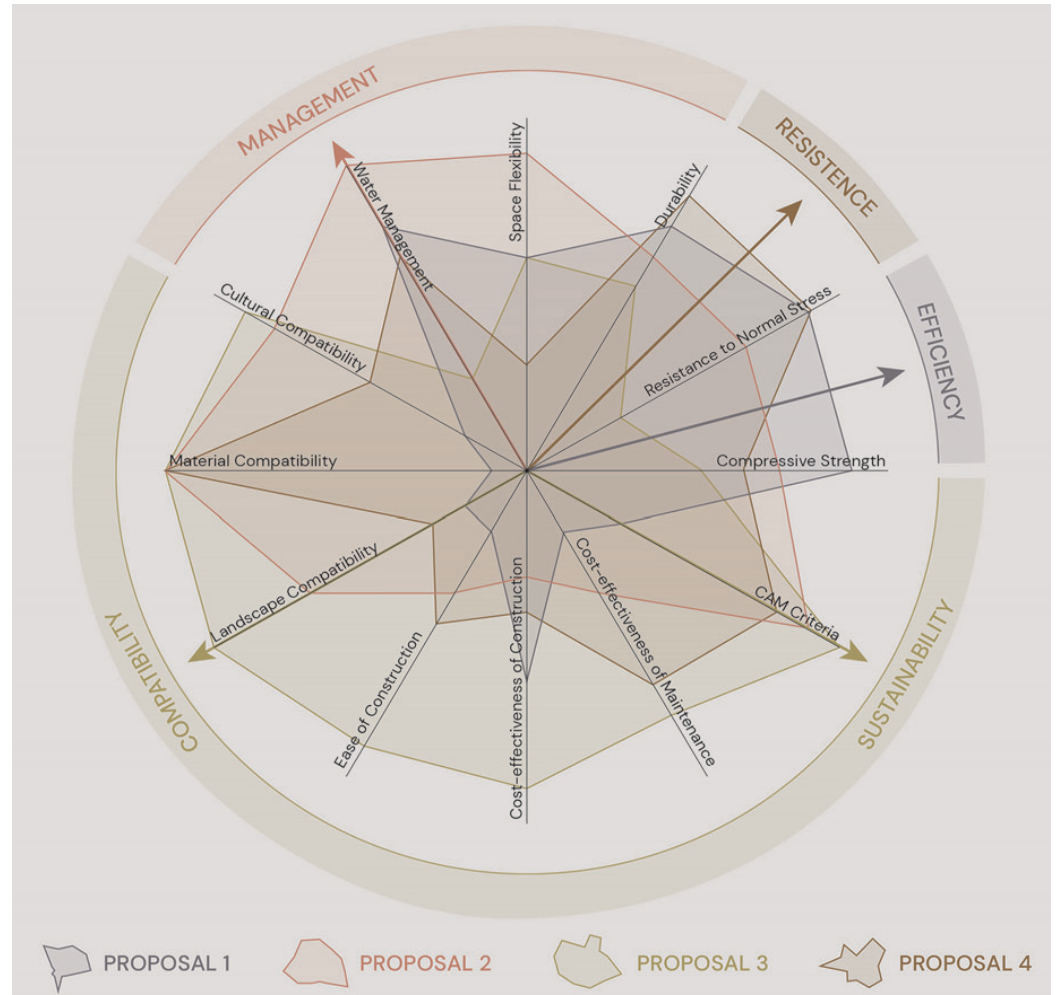


Fig. 11 | Comparative analysis of the proposals displayed on a synthetic radar graph, illustrating each solution's strengths and advantages related to preservation, efficiency, and sustainability (credit: the Authors, 2025).

Starting from the case study of the Arsenal, an evaluation matrix was constructed (Tab. 1) capable of responding to the complexity of the project expectations. Its structure reworks the experimental approach developed by Koenraad Van Balen (2008), conceived as an operational tool for evaluating the authenticity of a cultural site, extending its application to more complex design strategies. The proposed model introduces a methodology for analysing and validating interventions on cultural heritage by integrating a quantitatively and analytically based evaluation framework on the specific case, while also examining qualitative, cultural, and landscape-related aspects. These considerations also address the interscalar dimension of the site, from architectural detail to the landscape system.

Through the use of the matrix, a first proposal was evaluated, called 'functional' (Tab. 2), which involves the use of 'architectural' concrete, meaning with exposed aggregates, for paving the quay areas most subject to loading and unloading activities and large-scale installations, along with permeable concrete and linear drainage grates for pedestrian pathways. Opposed to this initial formulation is a solution called 'compatible' (Tab. 3), where brick is used in the paving of the quay area and combined with lime-based screeds and sections reinforced through the use of Istrian stone paving: this solution meets the required performance needs while replacing concrete with materials materially compatible with the pre-existing masonry.

A third solution, referred to as 'mimetic' (Tab. 4), proposes a minimal intervention, involving the use of stabilised earth across almost the entire surface,

paired with a stone slab walkway to improve public accessibility and facilitate the movement of light vehicles during setup and dismantling phases: this solution ensures the highest reversibility of the intervention and the best conservation conditions for the existing fragments of railway tracks.

A final proposal, named 'urban' (Tab. 5), envisages a greater use of stone pavements: 'masegni' in trachyte are designed to reinforce the quay area, following the traditional arrangement of Venetian foundations. In contrast, porphyry is used extensively at points of greatest stress along the pathways.

Diagrams as evaluation tools: potential, limitations, and criticalities | The material comparison matrix was rendered in a graph to visually convey the complexity of the evaluation criteria used, responding to the need to assess interscalar factors that are not directly comparable simultaneously. The analysis considers quantitative criteria, such as the mechanical properties of materials or costs, and qualitative ones, such as compatibility with the existing environment or spatial flexibility. The selected indicators are associated with a qualitative scale from 1 to 10, directly proportional to the performance level expressed by each material regarding the specific parameter considered.

By constructing a radar chart, or Kivi diagram, it was possible to conduct a comparative analysis of the various criteria, allowing the relationships among variables to be graphically synthesised (Tira and Türkoglu, 2023). This approach enables the decision-making process to be structured within a circular framework, where sustainability, compati-

bility, and functional efficiency are integrated into a systemic vision (Fig. 9).

The differentiated use of materials in the second proposal solves the issue of material compatibility. Still, although it guarantees high-performance levels, it introduces spatial differentiation and a specialisation of uses that does not respond well to the flexibility criterion. The extensive use of stone proposed in the fourth solution leads to the assimilation of the space into the urban environment surrounding the Arsenal, posing a risk to landscape and cultural compatibility.

In the case of the Venetian Arsenal, for instance, the high performance offered by concrete-based solutions is limited by significant constraints; the construction costs are influenced by the complexity of working in the lagoon context, which requires unconventional transportation means and timelines; the mechanical performance, particularly compressive strength, is affected by the presence of poorly compacted clay soils, which significantly reduce the material's effectiveness, making it unsuitable for contexts with highly deformable subsoils. This example highlights how performance parameters cannot be considered as isolated entities, but must be interpreted within an organic framework that takes into account the site's environmental, logistical, and cultural criteria (Fiorani, 2003).

Conclusions | In the case of the Venetian Arsenal, the assessments carried out using the proposed methodology confirm a conflict between materials' absolute performance and their actual applicability. Materials' intrinsic characteristics are not suffi-

cient to evaluate their suitability for use unless they are correlated with the specificities of the context. A significant example is concrete: although it exhibits high mechanical performance under standard conditions, these properties do not necessarily translate into greater durability within the Venetian lagoon environment.

At the same time, the investigation has shown that using materials linked to local construction traditions does not guarantee adequate cultural compatibility. In the final proposal, in particular, the use of stone paving is consistent with the Venetian material lexicon, but it risks homogenising the Arsenal with the urban fabric of the city squares, diminishing the perception of the site's exceptionality. This solution would simplify the stratified and identity-specific nature of the complex, reducing the site's linguistic autonomy both on a symbolic figural and a constructive level.

These interpretations are possible through a radically multidisciplinary approach. Adopting an analytical method originating in the hard sciences but incorporating a system of qualitative and cultural values facilitates horizontal dialogue and critical connections, enhancing implementation (Fig. 11).

The project to redevelop the pavements of the Venetian Arsenal aligns with SDG 4 of the 2030 Agenda, as it promotes accessibility to cultural spaces. However, the methodology presented encourages a dialogue between the protection of cultural heritage (SDG 11 – Sustainable Cities and Communities) and the demands of environmental sustainability (SDG 13 – Climate Action), identifying possible compromises among the different demands,

and proposing multidisciplinary investigations in line with SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure), while the adoption of CAM (Minimum Environmental Criteria) and the attention paid to durability respond to SDG 12 (Responsible Consumption and Production).

The interaction between these Sustainable Development Goals has fostered debate regarding the selection of materials and construction techniques for the Venetian Arsenal, within a horizon of compatibility with the existing heritage and resilience to specific environmental and anthropogenic pressures, thereby guiding the sustainability of the design choices. Thus, the comparative analysis is not limited to an abstract performance-based comparison but is expressed through a contextualised evaluation logic, in which the behaviour of materials is interpreted in light of environmental stresses and site-specific challenges, allowing for a multi-level comparison of the different solutions (both between institutions and across disciplines).

The research proposes operational project management tools and outlines a potential methodological model for the conservation and innovation of historic sites, capable of laying the knowledge foundation for an appropriate balance (compromise) between preservation, functionality, and sustainability. The complexity of variables and cultural values in the Arsenal case study, despite it being a heritage site of exceptional value, constitutes an important paradigm for interventions on cultural heritage (Marino and Thiébat, 2019).

This framework is further challenged by project timelines, which do not permit a dense approach

but instead require the adoption of a method to guide decisions across the broad scope of the knowledge process, yet this is insufficient to ensure an adequate response to the wide-ranging requirements at stake (Biasi et alii, 2024). This limitation represents a structural barrier to the creation of a project in which the knowledge process serves as guidance, as expressed in the body of international charters (Dimitrova et alii, 2020), hindering the implementation of practices that are truly integrated across preliminary analysis, comparative evaluation, and design definition – compounded by the practices of the new Procurement Code⁴ which excludes the preliminary investigation phase from the Technical and Economic Feasibility Project.

In this light, developing a methodology within the decision-making process becomes essential for fostering dialogue among project stakeholders, whether public or private, toward shared decisions that transcend the purely performance-driven logic of materials and embrace a broader cultural perspective, rooted in context⁵. This limitation, in turn, presents an opportunity for the role of academic research in design processes, as it triggers a deep synergy between knowledge and awareness in decision-making. Such a working method is transferable to other contexts, assigning the role of 'public servant' to university research and laying the groundwork for a well-informed (and well-designed) balance among conservation, functionality, and sustainability needs.

Acknowledgements

The following project credits are provided. Conceptualisation: E. Sorbo; Methodology: E. Sorbo, T. Moretto, and S. Grandi; Validation: E. Sorbo and G. Modena; Formal Analysis: E. Sorbo and T. Moretto; Investigation: E. Sorbo and T. Moretto; Writing – Original Draft Preparation: E. Sorbo and T. Moretto; Writing – Review & Editing: E. Sorbo, T. Moretto, S. Grandi, and G. Modena; Visualisation: E. Sorbo and T. Moretto; Supervision: E. Sorbo and G. Modena; Project Administration: E. Sorbo and G. Modena; Funding Acquisition: E. Sorbo and G. Modena.

Notes

1) For further information, consult the webpage: italiadormani.gov.it/it/il-piano/Risorse/piano-complementare/piano-nazionale-complementare.html [Accessed 30 March 2025].

2) The research originated as a framework agreement between Yuppies Services S.r.l. of Modena and 'Iuav' University of Venezia within the scope of a co-financing convention for doctoral scholarships activated pursuant to Ministerial Decree no. 117/2023 of 2 March 2023, with scientific supervisor Prof. E. Sorbo. ECL coordinates the team of designers in charge of the project – Leonardo European Consortium for Engineering and Architecture – and composed of the consortium companies ECSD of Milan, Ingegneri Riuniti of Modena, and Etacons of Lecce, as well as the lead firms Yuppies Services of Modena (specialised in sustainable architectural design, infrastructure, and restoration) and Studio Pagliuola Associato Ingegneri e Architetti di Lecce.

3) Declaration of 'extraordinary' cultural interest pursuant to Article 12 of the Italian Legislative Decree No. 42 of 2004 (Cultural Heritage Code). From the historical-artistic report attached to the decree (Archive of the Superintendence of Ar-

chaeology, Fine Arts, and Landscape for the Municipality of Venice and its Lagoon), it is possible to extract the system of values used as the evaluative basis for the criteria of cultural compatibility, material compatibility, and landscape compatibility.

4) Legislative Decree of 31 March 2023, No. 36, 'Code of public contracts in implementation of Article 1 of Law 21 June 2022, No. 78, granting the Government authority over public contracts', published in the Gazzetta Ufficiale, General Series No. 77 of 31/03/2023, Ordinary Supplement No. 12. [Online] Available at: gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/contratti-Pubblici [Accessed 30 April 2025].

5) The MaTeSCa research cluster (Materials, Building Techniques, Structures of Ancient Built Heritage), coordinated by E. Sorbo and F. Antonelli, conducts commissioned research activities through framework agreements and research contracts (Scientific Supervisor: E. Sorbo), where this analytical method is used as a tool for orientation and understanding in the following research contexts for 2025: Funded research contract with the Superintendence of Archaeology, Fine Arts, and Landscape for the Metropolitan Area of Venice and the Provinces of Belluno, Padua, and Treviso, aimed at evaluating the conservation status and operational guidelines for the Scarpa Wing of the Antonio Canova Gypsotheca Museum in Possagno; Implementation agreement with the Superintendence of Archaeology, Fine Arts, and Landscape for the Provinces of Verona, Rovigo, and Vicenza, aimed at outlining accessibility improvements for the Arena Amphitheater in view of the 2026 Winter Olympics; Implementation agreement with the Municipality of Verona 'Palinsesto Verona – Crossing, Understanding, Displaying – Research for the enhancement of cultural places as common goods' covering case studies including the Roman Theater, Arena of Verona, and Castelvecchio Museum; Funded research contract with the Municipality of Schio 'Fabbrica Alta – Architecture at the Edge of Archaeology – Knowledge, Evaluation, and Visions for the

former Lanificio Rossi in Schio'; Funded research contract with the Superintendence of Archaeology, Fine Arts, and Landscape for the Provinces of Verona, Rovigo, and Vicenza titled 'Methods and knowledge analyses preliminary to the conservation project for the former Psychiatric Hospital of Rovigo'.

References

- Antonini, E. (2019), "Incertezza, fragilità, resilienza | Uncertainty, fragility, resilience", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 6, pp. 6-13. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/612019 [Accessed 30 March 2025].
- Bellavitis, G. (2009), *L'Arsenale di Venezia – Storia di una grande struttura urbana*, Cicero Editore, Venezia.
- Biasi, A., Riavis, V., Zamboni, I. and Cervesato, A. (2024), "Patrimonio architettonico urbano e cambiamento climatico – Un'occasione per affrontarne la complessità | Urban architectural heritage and climate change – An opportunity to address its complexity", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 16, pp. 130-143. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/16112024 [Accessed 30 March 2025].
- Brownley Raines, A. (2011), "Wandel durch (Industrie) Kultur | Change through (industrial) culture – Conservation and renewal in the Ruhrgebiet", in *Planning Perspectives*, vol. 26, issue 2, pp. 183-207. [Online] Available at: doi.org/10.1080/02665433.2011.550443 [Accessed 30 March 2025].
- Candiani, G. (2022), "From Lepanto to Lemnos – The evolution in the employment of galleasses in the Venetian navy", in Beri, E. (ed.), *Dal Mediterraneo alla Manica – Contributi alla storia navale dell'età moderna*, Società Italiana di Storia Militare Nadir Media, Roma, pp. 67-105. [Online] Available at: nam-sism.org/Fucina%20di%20marte/Dal%20Mediterraneo%20alla%20Manica.%20Contributi%20alla%20

Storia%20Navale%20di%20età%20moderna..pdf [Accessed 30 March 2025].

Carbonara, G. (2021a), “La sostenibilità come nuovo parametro del restauro”, in *Recupero e Conservazione*, vol. 166, pp. 98-107. [Online] Available at: recmagazine.it/articolo/590 [Accessed 30 March 2025].

Carbonara, G. (2021b), “la ‘Valorizzazione’ – Per una rinnovata vitalità dei monumenti | ‘Valorisation’ – For a renewed vitality of the monuments”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 09, pp. 54-61. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/952021 [Accessed 30 April 2025].

Carter, M., Ianiri, F. and Mariano, C. (2024), “Tattiche di resilienza per ambiti urbani costieri – La Marina di Latina e il Porto di New York | Resilience tactics for coastal urban areas – The Marina di Latina and the New York Harbour”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 16, pp. 156-173. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/16132024 [Accessed 30 March 2025].

Concina, E. (2006), *L'Arsenale della Repubblica di Venezia*, Electa, Milano.

Cusack, C. M. (2023), “Culture, Heritage, and Tourism – The Border Abbeys of Scotland”, in *Journal of the Sydney Society for Scottish History*, vol. 21, pp. 69-82. [Online] Available at: openjournals.library.sydney.edu.au/JSSSH/article/view/17528/14896 [Accessed 30 March 2025].

Della Torre, S. (2013), “Planned Conservation and Local Development Processes – The Key Role of Intellectual Capital”, in Van Balen, K. and Vandesande, A. (eds), *Reflections on preventive conservation, maintenance and monitoring – By the PRECOMPOS UNESCO chair*, Acco, Leuven, pp. 123-127. [Online] Available at: researchgate.net/publication/281088532_13_Planned_Conservation_and_Local_Development_Processes_the_Key_Role_of_Intellectual_Capital_In_Koenraad_Van_Balen_Aziliz_Vandesande_ed_Reflections_on_Preventive_Conservation_Maintenance_and_Monitoring [Accessed 30 March 2025].

Dimitrova, E., Lavenir, M.-L., McMahon, P., Mürniece, B., Musso, S. F., Nagy, G., Rauhut, C., Rourke, G. D., Sciacchitano, E. and Selfslagh, B. (2020), *European Quality Principles for EU-funded Interventions with potential impact upon Cultural Heritage – Recommendations & Selection Criteria, November 2020*, ICOMOS International, Paris. [Online] Available at: openarchive.icomos.org/id/eprint/2440/ [Accessed 30 March 2025].

Fiorani, D. (2021), “Conoscenza, creatività e metodo per il progetto sull'esistente”, in Capozzi, R., Costanzo, F., Defilippis, F. and Visconti, F. (eds), *Patrimonio e progetto di architettura*, ProArch | Studi e ricerche, Quodlibet, Macerata, pp. 112-116.

Fiorani, D. (2003), “Dalla ‘convivenza’ alla ‘compatibilità’ del restauro – Note di un percorso”, in Trivella, F. (ed.), *Dalla reversibilità alla compatibilità – Atti del Convegno tenuto a Conegliano nel 2003*, Nardini, Firenze, pp. 13-25.

García de Casasola, M. and Moreno Pérez, J. R. (2013), “De-un-lugar-a-otro – Nada es, de esta manera, dado por pasado – El monasterio de Santa María de las Cuevas de Sevilla | From one place to another – Setting out the temporal warp place by inserting fragments – The Monastery of Santa María de las Cuevas in Seville”, in *ZARCH | Journal of Interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism*, vol. 1, pp. 180-191. [Online] Available at: dialnet.unirioja.es/descriptivo/articulo/4961034.pdf [Accessed 30 March 2025].

Giusti, M. A. (ed.) (2005), *Le Mura di Lucca – Dal restauro alla manutenzione programmata – Atti del convegno*, Lucca, Maggio 17-19, 2001, Alinea, Firenze.

Gonçalves, J., Mateus, R., Dinis Silvestre, J., Pereira Roders, A. and Vasconcelos, G. (2022), “Selection of Core Indicators for the Sustainable Conservation of Built Heritage”, in *International Journal of Architectural Heritage | Conservation, Analysis, and Restoration*, vol. 16, issue 7, pp. 1047-1062. [Online] Available at: doi.org/10.1080/15583058.2020.1863518 [Accessed 30 March 2025].

Grégoire, C. (2003), “La contribution de l'analyse des espaces et du territoire des ateliers de réparation ferroviaire d'Arles à la connaissance du patrimoine industriel et urbain | The contribution of the analysis of the spaces and territories

of the rail repair workshops of Arles to the knowledge of the industrial and urban heritage”, in *Revue d'Histoire des Chemins de Fer*, vol. 28-29, pp. 549-560. [Online] Available at: doi.org/10.4000/rhcf.1828 [Accessed 30 March 2025].

ICOMOS (2014), “Nara + 20 – On Heritage Practices, Cultural Values, and the Concept of Authenticity”, in *Heritage & Society*, vol. 8, issue 2, pp. 144-147. [Online] Available at: doi.org/10.1080/2159032X.2015.1126115 [Accessed 30 March 2025].

ICOMOS (2011), *Joint ICOMOS-TICCIH Principles for the Conservation of Industrial Heritage Sites, Structures, Areas and Landscapes*. [Online] Available at: icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/GA2011_ICOMOS_TICCIH_joint_principles_EN_FR_final_20120110.pdf [Accessed 30 March 2025].

ICOMOS (1994), *The Nara Document on Authenticity*. [Online] Available at: icomos.org/en/179-articles-en-francais/ressources/charters-and-standards/386-the-nara-document-on-authenticity-1994 [Accessed 30 March 2025].

Innocenti, A. and Musco, F. (2023), “Land-Sea Interactions – A Spatial Planning Perspective”, in *Sustainability*, vol. 15, issue 12, article 9446, pp. 1-22. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su15129446 [Accessed 30 March 2025].

Lanaro, P. and Austruy, C. (eds) (2020), *L'Arsenale di Venezia – Da grande complesso industriale a risorsa patrimoniale*, Marsilio Editori, Venezia.

Lazzarini, L. (2021), “La pavimentazione lapidea di Venezia e la cura dei masegni”, in *La Polifora*, vol. 9, pp. 1-7. [Online] Available at: istitutoveneto.org/lapolifora/009/pdf/01.pdf [Accessed 30 March 2025].

Marino, V. and Thiébat, F. (2019), “Integrazione dei requisiti di sostenibilità ambientale nel progetto di architettura | Integration of sustainability requirements in architectural design”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 18, pp. 174-183. [Online] Available at: doi.org/10.13128/techne-7524 [Accessed 30 March 2025].

Menichelli, C. (2018), “L'Arsenale di Venezia e l'Arte Contemporanea – Un percorso condiviso tra restauro architettonico e attività espositive”, in *Materiali e Strutture – Problemi di Conservazione*, vol. 14, issue 2, pp. 13-28. [Online] Available at: digital.casalini.it/4463827 [Accessed 30 March 2025].

Menichelli, C. (2017), “Sviluppo e trasformazione dell'Arsenale di Venezia in funzione della produzione navale”, in Bosio, M., Fornasiero, T. and Gambelli, V. (eds), *Arsenale di Venezia – Progetti e Destino*, Incipit, Treviso, pp. 224-251.

Merkle, D., Frey, C. and Reiterer, A. (2021), “Fusion of ground penetrating radar and laser scanning for infrastructure mapping”, in *Journal of Applied Geodesy*, vol. 15, issue 1, pp. 31-45. [Online] Available at: doi.org/10.1515/jag-2020-0004 [Accessed 30 March 2025].

MIMIT – Ministero delle Imprese e del Made in Italy (2023), *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza*. [Online] Available at: mimit.gov.it/images/stories/documenti/PNRR_Aggiornato.pdf [Accessed 30 March 2025].

MiTE – Ministero della Transizione Ecologica (2022), “Decreto 23 giugno 2022 – Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi (22A04307)”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale, n. 183, 06/08/2022. [Online] Available at: gazzettaufficiale.it/gazzetta/serie_generale/caricaDettaglio?dataPubblicazioneGazzetta=2022-08-06&numeroGazzetta=183 [Accessed 30 March 2025].

Montuori, L., Converso, S. and Rabazo Martín, M. (2024), “Spazi pubblici della transizione energetica – Un progetto a Nepi per il New European Bauhaus | Public spaces of the energy transition – A design in Nepi for the New European Bauhaus”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 138-147. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15102024 [Accessed 30 March 2025].

Paris, S., Pennacchia, E. and Vannini, C. (2023), “Architettura delle pavimentazioni – Metodi multiscale e digitali per una transizione ecologica | Architecture of urban pavements – Multi-scale and digital methods for an ecological transition”, in *Agathón | International Journal of Architecture,*

Art and Design, vol. 13, pp. 217-226. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/13182023 [Accessed 30 March 2025].

Piana, M. (2002), “Le Gaggiandre nell'Arsenale di Venezia – Il consolidamento della carpenteria lignea”, in Brunetti, G. (ed.), *Il cantiere per la conservazione – Tecniche, esperienze e interventi sul costruito*, CELID, Torino, pp. 11-19.

Sposito, C. and Scalisi, F. (2018), “Processo conservativo e significatività – Un approccio metodologico per la progettazione dei sistemi di protezione nei siti archeologici | Conservation process and significance – A methodological approach to plan shelters in archaeological sites”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 4, pp. 45-58. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/462018 [Accessed 30 March 2025].

Stovel, H. (2008), “Origins and Influence of the Nara Document on Authenticity”, in *APT Bulletin | The Journal of Preservation Technology*, vol. 39, issue 2-3, pp. 9-17. [Online] Available at: [jstor.org/stable/25433946](https://www.jstor.org/stable/25433946) [Accessed 30 March 2025].

Tira, Y. and Türkoğlu, H. (2023), “Circularity-based decision-making framework for the integrated conservation of built heritage – The case of the Medina of Tunis”, in *Built Heritage*, vol. 7, article 16, pp. 1-22. [Online] Available at: doi.org/10.1186/s43238-023-00093-1 [Accessed 30 March 2025].

UN – United Nations (2015), *Transforming our World – The 2030 Agenda for Sustainable Development*. [Online] Available at: sdgs.un.org/2030agenda [Accessed 30 March 2025].

van Balen, K. (2008), “The Nara Grid – An Evaluation Scheme Based on the Nara Document on Authenticity”, in *APT Bulletin | The Journal of Preservation Technology*, vol. 39, issue 2/3, pp. 39-45. [Online] Available at: [jstor.org/stable/25433951](https://www.jstor.org/stable/25433951) [Accessed 30 March 2025].

Ventrice, P. (2009), *L'Arsenale di Venezia – Tra manifattura e industria*, Cierre Edizioni, Verona.

Zaccariello G., Tesser E., Piovesan R. and Antonelli, F. (2020), “Evaluating the Effects of High Tide on Venetian Stone Buildings – A Multi-Analytical Approach”, in *IMEKO TC4 – International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage 2020, Trento, Italy, October 22-24, 2020*, Curran Associates, Red Hook, New York, pp. 27-31. [Online] Available at: ricerca.uniba.it/retrieve/f0262dc0-a16d-4ef89689-f15dfc48b41e/IMEKO%202020.pdf [Accessed 30 March 2025].

Zan, L. (2019), “History of Management and Stratigraphy of Organizing – The Venice Arsenal between Tangible and Intangible Heritage”, in *Heritage*, vol. 2, issue 2, pp. 1176-1190. [Online] Available at: doi.org/10.3390/heritage2020077 [Accessed 30 March 2025].

Zucconi, G. (2019), “Una risorsa per la città del futuro”, in Zan, L. (ed.), *Arsenale di Venezia – Quale museo e quale accessibilità*, Libreria Editrice Cafoscarina, Venezia, pp. 11-12. [Online] Available at: cafoscarina.it/wp-content/uploads/2022/01/Arsenale_Museo_bassa.pdf [Accessed 30 March 2025].