

ActaReBuild – Acoustic and thermal retrofit of office building stock in EU

Edoardo Alessio Piana^{a*} | Monika Rychtarikova^b

^a Applied Acoustics Laboratory,
University of Brescia,
Via Branze, 38, 25123 Brescia

^a KU Leuven, Department of Architecture,
Campus Brussels and Ghent,
Paleizenstraat 65/67, 1030 Brussels

* Corresponding author:
edoardo.piana@unibs.it

Ricevuto: 20/5/2024

Accettato: 31/5/2024

DOI: 10.3280/ria1-2024oa18874

ISSN: 2385-2615

ActaReBuild provides research and training in retrofit of office building stock in Europe by means a new generation of sustainable materials and building components. Doctoral candidates will learn how to improve and guarantee acoustic and thermal performance of buildings that undergo renovation processes while minimizing embodied carbon production. The training offers to 10 Doctoral Candidates interconnected through the network the research and transferable skills necessary for thriving careers in this burgeoning area. This goal will be achieved by a unique, interdisciplinary combination of specialized “hands-on” research training supported by high-quality joint PhD degree supervision; by performing of secondments at industrial partners; participation at courses and workshops on scientific and complementary “soft” skills facilitated by the academic and non-academic partners of the consortium. Thanks to network-wide interactions, DCs will get acquainted with a variety of novel building materials and solutions (bio-, nano-, meta-, recycled, 3D printed materials and multilayer structural skins), measurement techniques and assessment methods (such as life cycle analysis and sustainability assessment, psychoacoustic methods, specialized thermal behaviour experiments and a variety of simulation techniques in acoustics, energy, hygrothermal behaviour).

Keywords: Marie Courie, training school, retrofit, acoustic, thermal

ActaReBuild – Riquilificazione acustica e termica del patrimonio edilizio adibito ad uffici nell'UE

ActaReBuild fornisce ricerca e formazione sull'ammodernamento del patrimonio edilizio per uffici in Europa mediante una nuova generazione di materiali e componenti edilizi sostenibili. I dottorandi impareranno come migliorare e garantire le prestazioni acustiche e termiche degli edifici sottoposti a processi di ristrutturazione riducendo al minimo la produzione di anidride carbonica. La formazione offre a 10 dottorandi, interconnessi attraverso la rete, le competenze di ricerca necessarie per sviluppare una carriera in quest'area in rapida espansione. Questo obiettivo sarà raggiunto attraverso una combinazione unica e interdisciplinare di formazione specializzata nella ricerca “applicata” supportata da una supervisione congiunta ed un dottorato di alta qualità; mediante svolgimento di periodi di ricerca presso partner industriali; partecipazione a corsi e workshop. Grazie alle interazioni a livello di rete, si potrà sviluppare una varietà di nuovi materiali e soluzioni da costruzione (materiali bio, nano, meta, riciclati, stampati in 3D e rivestimenti strutturali multistrato), tecniche di misurazione e metodi di valutazione (come analisi del ciclo di vita e valutazione della sostenibilità, metodi psicoacustici, esperimenti specializzati sul comportamento termico e una varietà di tecniche di simulazione nei campi dell'acustica, dell'energia e del comportamento termo-igrometrico).

Parole chiave: Marie Courie, training school, ammodernamento del patrimonio edilizio, acustica, termica

1 | Introduction

On the path to achieve carbon neutrality by 2050, the building and construction sectors need to be transformed. The Built environment is a major contributor to total carbon emissions, resource consumption and waste generation. Changing the current business as usual (BAU) approach is a key objective to achieve climate targets and safeguard the quality of life for future generations. With 85-95% of the building stock

of 2050 being already built, the EU has put the “Renovation Wave” in the heart of the Green Deal Agenda. The ActaReBuild project focuses on decarbonizing buildings through increasing their energy efficiency for cooling and heating during their operation. Current carbon models show that, given the need for significant total carbon reduction in the next 10 years (“Decade of Action”), the renovation of building stock needs to also minimize the embodied carbon which is the carbon released by production of materials and construc-

tion of building systems. One key enabler is the adaptation of circular economy principles for the renovation of buildings, as recognized by the EU Circular Economy Action Plan and the EU Taxonomy. With the focus on embodied carbon and Circular Economy principles, the use of bio-based materials will inevitably play a key role in the transformation of the built environment, as also highlighted by the New European Bauhaus initiative.

Next to increasing the energy efficiency of the building stock, the renovation wave needs to improve resilience of buildings in the post-pandemic economy (“Build back better”). The pandemic has disrupted the commercial real estate market. Many member states and enterprises adopt new policies, supporting new flexible working modes including hybrid working models. Combining home office with a more collaborative corporate working environment will disrupt the current typology of mono-functional office buildings. Experts foresee reduced demand for individual working places and an increased demand for mixed use developments with assets offering flexibility with respect to office and residential use. As part of the renovation wave this increased requirement for flexibility needs to be addressed to increase the resilience of building stock.

This developments lead to a new Performance-Material-Flexibility Nexus that this proposal is addressing:

1. Improve energy efficiency of building stock.
2. Improve resilience and adaptability of building stock.
3. Use circular design approaches and material strategies to minimize embodied carbon.

This proposal focuses on the façade as the main building component, relating to all three action fields. The façade performance governs to a large degree the energy efficiency of the building, and at the same time has a share of 15-20% of embodied carbon of the building structure. In addition, the façade design and its performance are key factors with respect to use of space. Key performance criteria for the resilience of the asset are both the thermal and acoustic performances of the façade. Usually, these two aspects are difficult to be properly tackled together.

Besides the energy driven issues, another aspect in this narrative that cannot be omitted is the prevention of building users from noise. Noise is recognised among the top environmental risks to physical and mental health in Europe. According to the World Health Organisation (WHO), in western Europe alone at least 1.6 million healthy years of life are lost as a result of noise. It is estimated that approximately 108 million people in the EEA-33 member countries are exposed to L_{den} noise levels (annual average day, evening and night exposure to noise) from road traffic that are equal to or above the recommended 55 dB. The United Nations estimates that by 2050 about 68 % of the world's population will likely live in cities resulting in noise pollution growth in those areas and beyond, so that quiet surrounding suburbs and rural areas will also suffer from noise.

Also, the interior acoustic environment and the aspects related to architectural acoustic will therefore play an even

more important role when buildings are used as houses and offices at the same time. For this reason, the design criteria need to be revised. Ecological and economical aspects have influenced building styles and the choice of building materials in the building industry, especially considering new thermal insulation technologies. Though this positive evolution of the external and internal building structures in terms of the additional thermal insulation, proposal for adaptive facades, energy harvesting systems and involvement of ecological materials, have consequently brought new types of constructions and building details. Such new technologies have improved the energy efficiency of buildings but, on the other side, have at the same time affected their acoustic properties (in terms of the sound insulation and sound absorption of the façade). Another aspect that cannot be omitted is, that novel constructions became so lightweight (and building details so complex) that the traditional diagnostic methods are not sufficient for their assessment.

The conversion process involves several challenges:

1. Thermal and acoustic insulation requirements in dwellings are much higher than those in offices.
2. Striving for sustainable evolutions by making use of recycled-, bio- and meta- materials.
3. Office buildings often have an open disposition. For conversion to dwellings, new internal walls need to be build.

Because of the mechanical stability of buildings, the solutions must be lightweight. The latter however typically have poor acoustic isolation, especially in the low-frequency range. Innovative technological solutions are therefore needed.

The introduction of new materials and building systems (lightweight or ultralightweight materials, metamaterials, etc.) requires rethinking of ISO norms and energetic regulations, both in terms of acoustic and thermal isolation.

1. The weighting of low frequencies in revised single number ratings for acoustic isolation needs to be considered adequately, taking into account their subjective audibility.
2. When lightweight materials are used, which are not suitable to accumulate heat and buffer temperature extremes, combinations with phase change materials can be developed. Standards and regulations should be adapted to allow for such hybrid solutions.
3. The thermal effect of lightweight and ultralightweight constructions such as structural skins (i.e. ETFE foils) should not be assessed in the same way as traditional constructions. The latter are qualified based on their thermal resistance (U-value), which is based on their thermal conductivity and thickness. Although, thin foils as such have a very poor thermal resistance, in combination with air layers and radiation reflecting coatings, can exhibit reasonably good effective thermal isolation. It is this effective thermal isolation that should be taken into account in their assessment.

This project involves 10 Early-stage researchers (ESR – PhD students) who will perform research in the framework of intersectoral and international collaborations. 4 ESRs are working on the development of new generation sustainable

materials with special acoustic and thermal properties (recycled materials, biomaterials, and metamaterials, neomaterials with integrated PCMs, and new generation ETFE cushion systems) 3 ESRs are working on the development of new building components and their implementation to building façades (adaptive façades, new generation ETICS systems, Introduction of ETFE to wall claddings), 2 ESRs are focusing on the revision of ISO norms, 1 ESR is responsible for Life Cycle Analysis and sustainability calculations.

All researches will be performed through well-designed training, supported by academic and industrial partners.

This project thus tackles two main acoustic scientific fields: Thermal physics and acoustic in the process of conversion of administrative buildings to dwellings in EU.

2 | Project partners

The project is coordinated by Monika Rychtarichova (KU Leuven – Katholieke Universiteit Leuven, Belgium) and the partners (beneficiaries), coming from seven different countries, are:

- Slovenská technická univerzita v Bratislave, Slovakia.
- University of Brescia, Italy.
- České vysoké učení technické v Praze, Czech Republic.
- Universidad de Valladolid, Spain.
- Politecnico Milano, Italy.
- Bundesministerium fuer Bildung, Wissenschaft und Forschung, Austria.
- Vector Foiltec GmbH, Bremen.
- KFB Acoustics Sp. Z o.o., Poland.

Figure 1 shows where the partners are located in Europe.

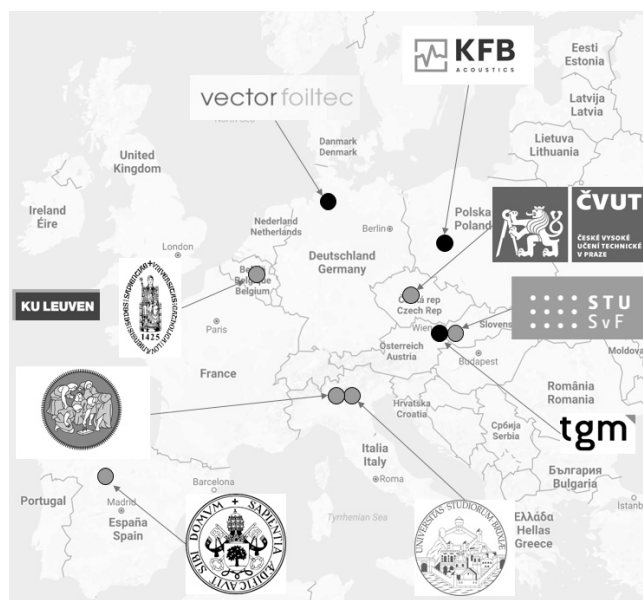


Fig. 1 – Outline of the coordinator and of the partners in Europe
Posizione del coordinatore e dei partner in Europa

There are ten industrial associated partners cooperating in the project:

- École d'Ingénieur-e-s, France.
- AkuDesign s.r.o., Slovakia.
- Cauto Cantiere Autolimitazione, Italy.
- Krown-Design BV, The Netherlands.
- Schüco International KG, Germany.
- Aveton, s.r.o., Czech republic.
- Propamsa s.a.u, Spain.
- Bureau voor architectuur en stabiliteit, Belgium.
- IRS studiebureau, Belgium.
- Prefabricaciones y contratas s.a.u, Spain.

3 | PhD projects

There are ten PhD projects related to the topics reported in Section 1:

- PhD position 1: Development of novel bio-metamaterial with optimized thermal and acoustic properties.
- PhD position 2: Acoustic and Thermal Properties of Recycled Materials and Neomaterials.
- PhD position 3: Development of lightweight concrete using recycled bio-based aggregates.
- PhD position 4: Exploration of the use of biomaterials for heat storage and thermal comfort applications in buildings.
- PhD position 5: Sound insulation of building envelope components based on acoustic metamaterials.
- PhD position 6: Development of new method for remote acoustic measurements of large building envelope structures.
- PhD position 7: Towards net-zero carbon facades – the impact of bio-based materials for the system design of high performing envelopes.
- PhD position 8: Qualitative assessment of sound insulation of building envelopes.
- PhD position 9: Interaction and parameterization of thermal, energy and comfort variables in façade walls based on applicable International and European regulations.
- PhD position 10: Actual needs of façade construction design related to the Life Cycle Assessment, durability and social acceptability.

Figure 2 shows the PhD students involved in the ActaReBuild project.



Fig. 2 – PhD students involved in ActaReBuild
Dottorandi coinvolti nel Progetto ActaReBuild

Resoconto dell'evento di lancio del progetto Interreg Marittimo Italia-Francia "CLASTER"

Davide Borelli^a | Corrado Schenone^{a*}

^a Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica, Gestionale e dei Trasporti, Università degli Studi di Genova, Via all'Opera Pia, 15/A, 16145 Genova

* Autore di riferimento:
corrado.schenone@unige.it

Ricevuto: 20/5/2024

Accettato: 31/5/2024

DOI: 10.3280/ria1-2024oa18874

ISSN: 2385-2615

Il 16 aprile a Genova, presso il salone di rappresentanza del piano nobile di Villa Giustiniani-Cambiaso, si è tenuto l'evento di lancio del progetto Interreg Marittimo Italia-Francia "CLASTER – Compatibilità e Sostenibilità Rumore portuale", seguito dal primo Comitato di Pilotaggio del progetto stesso. CLASTER si pone l'obiettivo di capitalizzare l'esperienza che il capofila Università degli Studi di Genova ed altri partner hanno maturato grazie alla partecipazione a numerosi progetti della precedente programmazione 2014-2020. Il presente resoconto ne riassume lo scopo, i contenuti tecnico scientifici ed i risultati attesi.

Parole chiave: evento di lancio, Interreg Marittimo, rumore portuale

Report of the kick-off meeting of the Interreg Maritime Italy France project "CLASTER"

On April 16th in Genoa, in the hall on the main floor of Villa Giustiniani-Cambiaso, the kick-off meeting of the Italy-France Interreg Maritime project "CLASTER – Compatibility and Sustainability of Port Noise" was held, followed by the first Steering Committee of the project itself. CLASTER aims to capitalize on the experience that the lead partner University of Genoa and other partners have gained thanks to participation in numerous projects of the previous 2014-2020 programming. This report summarizes its purpose, technical-scientific contents and expected results.

Keywords: kick-off meeting, Interreg Maritime, port noise

1 | Introduzione

Nella giornata del 16 aprile 2024, a Genova, presso il salone di rappresentanza del piano nobile di Villa Giustiniani-Cambiaso, si è tenuto l'evento di lancio del progetto Interreg Marittimo Italia-Francia "CLASTER – Compatibilità e Sostenibilità Rumore portuale".

Il progetto CLASTER ha come obiettivo quello di migliorare il clima acustico nelle aree urbane prossime ai porti, riducendo l'impatto sonoro indotto dalle sorgenti sonore portuali a beneficio delle popolazioni residenti in tali zone e degli stakeholder (pubbliche amministrazioni, autorità portuali, lavoratori e aziende private). Tale problematica è particolarmente sentita nell'area di cooperazione transfrontaliera, dove sono molti i porti inseriti in un contesto urbano. Partendo dalla capitalizzazione dei risultati ottenuti dal cluster Rumore e Porti nella precedente programmazione (progetti REPORT, MON ACUMEN, LIST PORT, RUMBLE, DECIBEL, TRIPLO), la sfida di CLASTER è quella di dimostrare come la base tecnico-conoscitiva sviluppata in precedenza possa essere applicata a nuove realtà, migliorando la sostenibilità ambientale dei porti sia attraverso la realizzazione di piccoli interventi customizzati di mitigazione del rumore, sia attraverso la sperimentazione e lo sviluppo di nuovi sistemi digitali integrati per la governance e la pianificazione acustica portuale, comunale

e regionale replicabili in tutta l'area di cooperazione. Il rumore generato dalle attività portuali è prevalentemente imputabile a due componenti: le attività portuali interne allo scalo e il traffico attratto dal nodo e che transita attraverso le infrastrutture di collegamento. Al fine di ridurre l'impatto sonoro dei porti partner e migliorare la qualità della vita nelle aree di intervento, la cooperazione territoriale contribuirà ad individuare soluzioni efficaci, condivise e transnazionali per entrambi gli impatti, quali applicazioni di pavimentazioni in gomma e/o smorzatori, stesura di asfalti fonoassorbenti, installazioni di centraline e sviluppo di sistemi integrati ITS per la gestione del traffico. La partnership di CLASTER, completa per le diverse funzioni e competenze, favorirà la diffusione di linee guida e conoscenze specifiche al servizio del territorio eleggibile e dell'intera UE.

2 | Descrizione della giornata e del progetto

La riunione si è aperta con i saluti iniziali da parte del responsabile scientifico Prof. Schenone ai partner partecipanti al nuovo progetto che si sono riuniti per l'evento ed il primo Comitato di Pilotaggio di Genova. Il Prof. Schenone ha descritto il progetto CLASTER che ha l'obiettivo di fornire ai soggetti interessati al rumore portuale strumenti di governance e miti-

gazione volti a ridurre l'inquinamento sonoro nei porti e nelle aree urbane adiacenti.

Sono intervenuti anche il Prof. Giorgio Roth, Preside della Scuola Politecnica dell'Università di Genova che porta i suoi saluti e sottolinea l'importanza dell'argomento trattato, ed il Prof. Antonino Di Bella dell'Università di Padova che affronta la tematica del rumore portuale presentando studi ed analisi recenti relative alla materia.

Il partenariato, rappresentativo di tutte le regioni del territorio eleggibile, è formato sia da partner scientifici (Università degli Studi di Genova, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, Università della Corsica Pasquale Paoli) che da enti locali (Regione Liguria, Camera di Commercio e dell'Industria del Var, Comune di Pisa, Comune di Porto Torres).



Fig. 1 – L'apertura dei lavori dell'evento di lancio
The opening of the kick-off meeting

interreg CLUSTER
Mediterraneo-EEF-Mediterraneo

Partner del progetto

ITALIA

- Università di Genova
- ARPAT
- Comune di Pisa
- Comune di Porto Torres

FRANCIA

- CCI du VAR
- Université de Corse Pasquale Paoli

Azioni del progetto:

1. Realizzazione di interventi customizzati di mitigazione del rumore nei porti partner.
Réalisation d'interventions personnalisées de mitigation du bruit dans les ports partenaires.
2. Sperimentazione e sviluppo di nuovi sistemi digitali integrati per la governance e la pianificazione acustica portuale comunale e regionale.
Expérimentation et développement de nouveaux systèmes numériques intégrés pour la gouvernance et la planification acoustique portuaire, communale et régionale.
3. Applicazioni di pavimentazioni in gomma e/o smorzatori per ridurre il rumore generato dalle attività portuali interne.
Applications de revêtements en caoutchouc, et/ou d'amortisseurs pour réduire le bruit généré par les activités portuaires internes.
4. Stesura di asfalti fonoassorbenti per mitigare il rumore del traffico attratto dai porti e delle infrastrutture di collegamento.
Mise en place d'asphalts phono-absorbants pour atténuer le bruit du trafic attiré par les ports et les infrastructures de liaison.
5. Installazione di centraline e sviluppo di sistemi integrati ITS per la gestione del traffico.
Installation de stations de mesure et développement de systèmes intégrés ITS pour la gestion de trafic.

Budget

Total:	1.666.087 €
FESR:	1.332.870 €
(80%)	

Data inizio - Data fine
01/03/2024 - 28/02/2027 36 mesi - 6 periodi

Fig. 2 – Presentazione del progetto
Project presentation

Si è dato ufficialmente avvio al progetto mediante la nomina dei rappresentanti del Comitato di Pilotaggio e dei loro supplenti (uno per partner), procedendo poi con la lettura dettagliata e l'approvazione degli articoli del Regolamento interno.

In seguito sono state presentate le attività di progetto ed il ruolo dei vari partner identificando quali sono le attività previste e le responsabilità:

- Attività 1.1: Analisi dello stato attuale e delle criticità derivanti dall'inquinamento acustico generato dalle attività portuali nei porti transfrontalieri e nelle aree adiacenti.
- Attività 1.2: Progettazione degli interventi di mitigazione acustica.

- Attività 1.3: Realizzazione degli interventi di mitigazione acustica nelle zone portuali e nelle aree adiacenti.
- Attività 1.4: Monitoraggio e valutazione delle opere portuali di mitigazione Acustica.
- Attività 2.1: Sviluppo di un sistema transfrontaliero congiunto integrato di caratterizzazione del rumore portuale basato su Cloud e App.
- Attività 2.2: Sviluppo di un sistema transfrontaliero ITS integrato di info mobilità rumore basato su App.
- Attività 2.3: Sviluppo di una mappatura transfrontaliera che metta in relazione la percezione dell'inquinamento acustico della popolazione e l'inquinamento oggettivamente misurato.

La sfida di CLASTER è quindi quella di capitalizzare e favorire la trasposizione dei risultati progettuali della precedente programmazione in strumenti operativi che favoriscano lo sviluppo sostenibile dei porti, garantendo tanto la crescita economica, quanto la qualità della vita dei cittadini. Ciò verrà realizzato mediante azioni di mitigazione localizzate ad elevato impatto e proponendo soluzioni innovative basate su tecnologia ITS per la mappatura del rumore e la gestione del traffico portuale.

Grazie allo sviluppo della componente WP1 i partner coinvolti potranno:

- Realizzare piccole infrastrutture per la attenuazione del rumore e monitorare l'efficacia delle opere di mitigazione acustica nei porti; anche da un punto di vista economico sociale; basandosi su analisi sviluppate dalla precedente progettazione europea, verranno realizzate alcune soluzioni tecniche specifiche nelle aree portuali, tese a mitigare gli impatti delle emissioni sonore più significative i cui risultati saranno monitorati anche attraverso modelli di valutazione dell'efficacia.
- Realizzare interventi di mitigazione del rumore generato dal traffico prodotto dal nodo portuale attraverso la realizzazione di un sistema integrato ITS di gestione del traffico, in grado di fornire automaticamente messaggi di info-mobilità capaci di modificare gli itinerari degli utenti, razionalizzando la mobilità, attraverso l'invio di informazioni sulla base di elaborazioni effettuate con modelli di traffico. Tali modelli valuteranno in tempo reale lo stato acustico e ambientale del sistema, razionalizzando il traffico, in caso di superamento dei limiti di soglia e riassegna i flussi sulla rete, attraverso l'invio automatico di messaggi di info-mobilità che inducono negli utenti il cambiamento degli itinerari con una conseguente riduzione dell'inquinamento ambientale.
- Elaborare strategie congiunte per favorire la partecipazione degli attori locali interessati alle scelte di pianificazione ambientale. Il progetto promuove quindi azioni di partecipazione e discussione pubblica sul tema, sviluppando momenti di incontro specifici, e favorisce azioni di coinvolgimento della popolazione urbana alle scelte strategiche, anche al fine di aumentare l'accettabilità sociale delle attività portuali e creare uno spazio condiviso tra i diversi attori: le istituzioni pubbliche, le imprese portuali, i comitati dei cittadini.

- Aumentare le conoscenze sulla problematica dell'impatto delle emissioni sonore portuali e sugli interventi di mitigazione ottimali. L'aumento delle competenze tecniche sul rumore e sugli impatti delle sorgenti sonore nei porti è necessario per consentire ai gestori di affrontare adeguatamente il problema, attraverso la applicazione delle azioni di bonifica acustica più efficaci; permette inoltre di aumentare la consapevolezza di tutti gli attori interessati circa la complessità del fenomeno del rumore portuale e circa la natura degli interventi migliorativi applicabili o applicati.

Partendo dal presupposto che l'inquinamento acustico ha una rilevanza ambientale, ma anche sociale, il progetto CLASTER sviluppa nella WP2 tre diversi tipi di realizzazioni innovative che si configurano come utili strumenti per coprire le esigenze identificate:

- la gestione tramite cloud delle campagne di misurazione e dei dati ottenuti da stazioni e centraline di monitoraggio del rumore mediante una rete di sensori con caratteristiche tecniche innovative;
- lo sviluppo di un sistema transfrontaliero ITS integrato di info mobilità basato su App;
- lo sviluppo di una mappatura transfrontaliera che metta in relazione la percezione dell'inquinamento acustico della popolazione e l'inquinamento oggettivamente misurato, infatti il "rumore", non è solo determinato dall'intensità sonora della sorgente che lo produce, ma anche dal modo in cui le persone percepiscono il suono stesso: vi sono fonti sonore che, in rapporto al loro livello di emissione, risultano trascurabili dal punto di vista del contributo alla rumorosità ambientale globale, ma che risultano invece rilevanti per l'impatto prodotto sul cit-

tadino in quanto presentano caratteristiche peculiari di intermittenza, durata, ripetitività che ne incrementano la reazione al fastidio.

3 | Conclusioni e prospettive

In conclusione, Il progetto CLASTER si prefigge di apportare un contributo significativo alla riduzione dell'inquinamento acustico portuale. Attraverso l'implementazione di tecnologie ITS e azioni transfrontaliere di mitigazione mira a una sostanziale diminuzione del rumore nei porti urbani. L'adozione di piani d'azione comuni nei 4 territori partner favorirà l'efficacia delle politiche di gestione del rumore e promuoverà l'adozione di soluzioni sostenibili in tutta la regione mediterranea, contribuendo a una maggiore efficienza e sostenibilità. Il monitoraggio costante del rumore portuale attraverso le mappature che verranno realizzate consentirà una valutazione accurata degli impatti nel tempo e l'identificazione delle aree critiche per interventi mirati. Sensibilizzando gli stakeholder sull'inquinamento acustico e promuovendo una maggiore consapevolezza, si promuoveranno cambiamenti di comportamento per uno sviluppo portuale sostenibile.



Fig. 3 – Logo di Programma
Program logo

