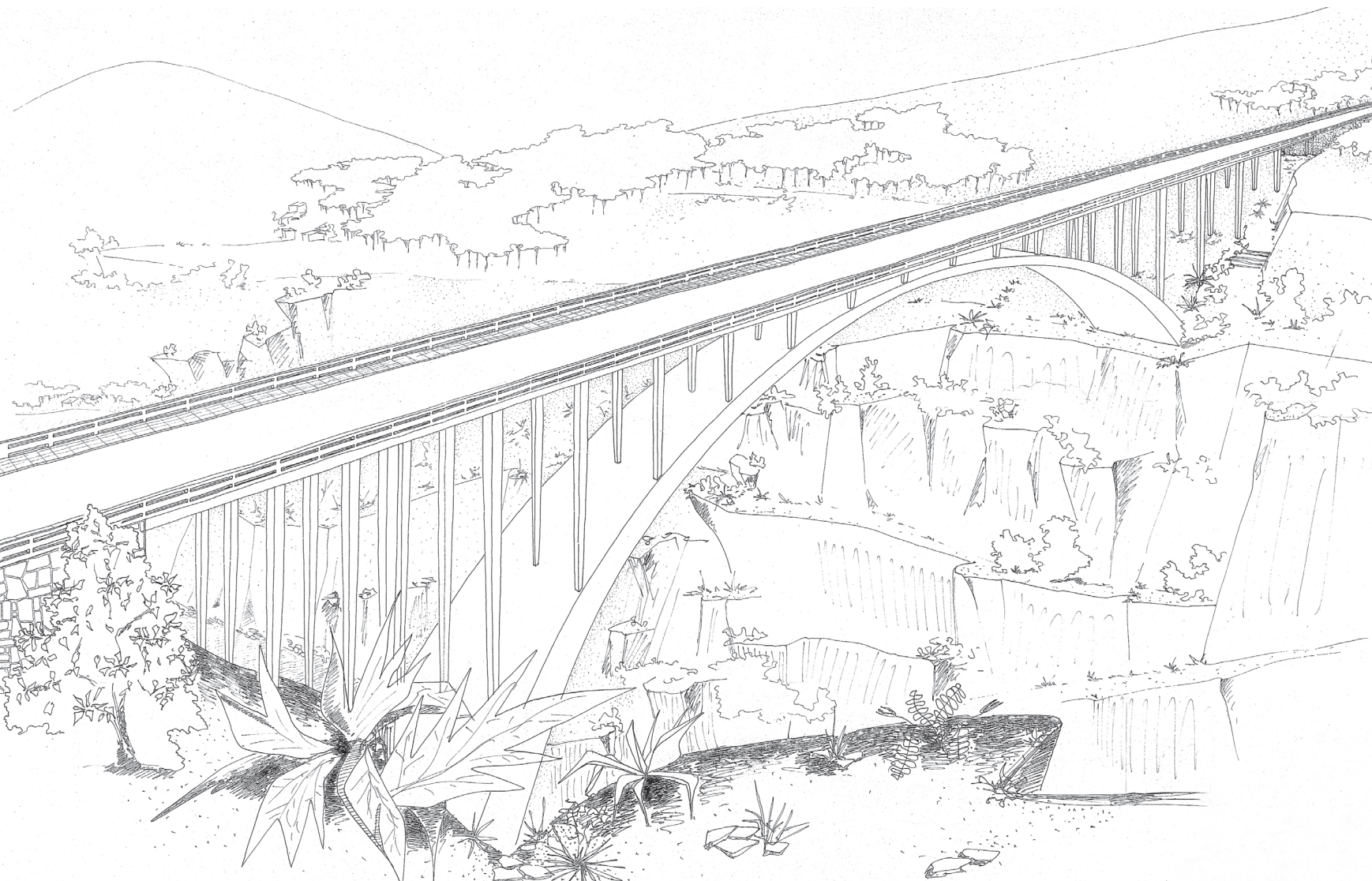


# LA STORIA INCONTRA LA SCIENZA TRA L'ABRUZZO E IL TEXAS HISTORY MEETS SCIENCE BETWEEN ABRUZZO AND TEXAS

Architettura, restauro e controllo ambientale del costruito storico  
Architecture, Restoration and Environmental Control of Historical Buildings

a cura di · edited by

SIMONETTA CIRANNA ANGELA LOMBARDI PATRIZIA MONTUORI





Con il patrocinio del · *Under the patronage*  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale (DICEAA)  
Università degli Studi dell'Aquila



College of Architecture, Construction and Planning of  
University of Texas at San Antonio (UTSA)



Le curatrici e gli autori ringraziano gli Enti, pubblici e privati,  
e tutti coloro che hanno reso disponibili i loro archivi e contribuito agli studi condotti

*The editors and authors thank the Institutions, public and private,  
and all those have made available their archives and contributed to the studies conducted*

In copertina · *On the cover:*

Ponte sul fiume Orta, 22 dicembre 1951: prospettiva del progetto dell'ing. Riccardo Morandi,  
impresa ing. Rodolfo Stoelcker

*Bridge on Orta river, 22nd December 1951: perspective of project  
by eng. Riccardo Morandi, building contractor eng. Rodolfo Stoelcker  
(Archivio Storico Amministrazione Provinciale di Pescara)*

In retrocopertina · *On the back cover:*

Missione di San José a San Antonio, Texas: fotopiano della facciata principale

*Mission of San José in San Antonio, Texas:  
photomap of the main façade (processing by eng. Marco Felli)*

Ove possibile sono stati richiesti i permessi di riproduzione delle immagini,  
si resta comunque a disposizione di eventuali detentori dei diritti che non è stato possibile contattare

*Wherever possible, the reproduction licenses of the images have been requested.  
However, it remains available to any rights holders who could not be contacted*

Edizioni Quasar di Severino Tognon s.r.l.  
via Ajaccio 41-43, 00198 Roma  
tel. 0685358444, fax 0685833591  
email: info@edizioniquasar.it

ISBN 978-88-7140-966-5

# **LA STORIA INCONTRA LA SCIENZA TRA L'ABRUZZO E IL TEXAS** **HISTORY MEETS SCIENCE BETWEEN ABRUZZO AND TEXAS**

*Architettura, restauro e controllo ambientale del costruito storico*  
Architecture, Restoration and Environmental Control of Historical Buildings

a cura di · edited by

SIMONETTA CIRANNA ANGELA LOMBARDI PATRIZIA MONTUORI

EDIZIONI QUASAR

## INDICE · TABLE OF CONTENTS

- 7 Introduzione / Introduction  
*Simonetta Ciranna, Angela Lombardi, Patrizia Montuori*
- 9 VALERIO PIOVANELLO  
Ofena 'forno d'Abruzzo': storia e morfologia di un piccolo borgo montano nel Parco Nazionale del Gran Sasso.  
Un caso emblematico: palazzo Moscardelli  
*Ofena the 'Oven of Abruzzo': History and Morphology of a Little Mountain Borough in Gran Sasso National Park. An Emblematic Case: Palazzo Moscardelli*
- 23 CARLA BARTOLOMUCCI  
'Impianti' e caratteristiche ambientali del costruito storico: una lettura attraverso le stratificazioni costruttive del palazzo Carli Benedetti a L'Aquila  
*'Technological Systems' and Microclimatic Characteristics of the Historical Buildings: an Interpretation Through the Building Stratifications of Palazzo Carli Benedetti in L'Aquila*
- 35 SIMONETTA CIRANNA  
Il cemento armato e sue applicazioni nella prima metà del Novecento in Abruzzo  
*Reinforced Concrete and Its Use in Abruzzo During the First Half of Twentieth Century*
- 51 MARCO FELLI  
Criteri e metodi di restauro in calcestruzzo armato in Abruzzo e nel Sud degli Stati Uniti  
*Criteria and Methods of Restoration Works in Reinforced Concrete in Abruzzo and Southern Part of United States*
- 65 PATRIZIA MONTUORI  
Al mare e ai monti contro il 'mal sottile'. Tipologia, architettura e controllo ambientale dagli ospizi ottocenteschi alle colonie del ventennio fascista in Italia e Abruzzo  
*To Sea and Mountains against the 'White Plague'. Typology, Architecture and Environmental Control from Nineteenth-Century Hospices to the Colonies of the Fascist Period in Italy and Abruzzo*
- 79 MARCO VOLPE  
Un volo interrotto: la colonia 'Stella Maris' a Montesilvano, Pescara  
*An Interrupted Flight: the Colony 'Stella Maris' in Montesilvano, Pescara*
- 89 ELEONORA LAURINI  
Sistemi di ventilazione naturale per il raffrescamento passivo in diversi contesti climatici  
*Natural Ventilation Systems for Passive Cooling in Different Climatic Contexts*
- 105 PIERLUIGI DE BERARDINIS  
Riqualificazione energetica del costruito storico. Coniugare l'efficienza ambientale con la qualità architettonica  
*Improving Energy Efficiency in Historical Buildings. Combining Environmental Efficiency with Architectural Quality*

- 115 JOHN MURPHY  
Considerazioni sulla qualità ambientale in caso di riuso di edifici storici danneggiati dal sisma  
*Environmental Quality Considerations in Historic Structure Adaptive Reuse After Event Related Damage: Earthquake*
- 129 ANTONELLA IANNARELLI  
Analisi biologiche su campioni in ambiente indoor in due edifici aquilani: palazzo Moscardelli a Ofena e colonia IX Maggio a Monteluco di Roio  
*Biological Analysis on Indoor Samples in Two Buildings in L'Aquila: Palazzo Moscardelli in Ofena and Colony IX Maggio in Monteluco di Roio*
- 143 Indice dei nomi / *Index of Names*
- 145 Indice dei luoghi / *Index of Places*



## Introduzione

---

### *Introduction*

Secondo il filosofo napoletano Giambattista Vico (1668-1774) la storia è una ‘scienza nuova’ che ha a oggetto una realtà creata dall’uomo e, quindi, addirittura più concreta delle astrazioni matematiche e scientifiche. Una realtà che, nel caso dell’architettura è, forse, ancor più tangibile in virtù delle sue imprescindibili componenti costruttive e funzionali e che, dunque, può essere indagata efficacemente attraverso una visione integrata e multidisciplinare.

La Storia del costruito storico e la Scienza, volta a puntualizzarne gli aspetti quantitativi, sono i fili conduttori dei contributi raccolti nel volume; testi che espongono, in sintesi, le ricerche di docenti e ricercatori dell’Università degli Studi dell’Aquila e dell’University of Texas at San Antonio, avviate nell’ambito dell’accordo bilaterale tra le due istituzioni universitarie, e gli apporti di professionisti ed esponenti delle istituzioni abruzzesi, che hanno collaborato a tali studi (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città dell’Aquila e i comuni del Cratere, Agenzia Regionale per la Tutela dell’Ambiente – ARTA-Abruzzo).

I contributi sono finalizzati, in primo luogo, alla conoscenza delle preesistenze e delle peculiarità architettoniche, tipologiche e costruttive dell’edilizia storica nei due territori coinvolti nell’accordo, nato in seno alla Storia dell’Architettura e al Restauro. Essi, però, sviluppano i temi di analisi anche attraverso un approccio multidisciplinare, volto, in particolare, alla comprensione del rapporto edificio-ambiente, fortemente influenzato, in Abruzzo, dai ripetuti eventi sismici e, in Texas, dalle condizioni climatiche.

Con tali obiettivi il volume presenta il territorio e l’edilizia storica abruzzese attraverso l’esame di un centro minore aquilano, Ofena, e di uno dei suoi manufatti più importanti, palazzo Moscardelli (Piovanello), approfondendo, poi, il caso di un edificio del centro storico dell’Aquila, palazzo Carli Benedetti, significativo sia per il valore storico-architettonico sia per l’intervento di restauro operato dopo il sisma del 2009 (Bartolomucci); estende, poi, la visione, in ter-

The Neapolitan philosopher Giambattista Vico (1668-1774) claimed that history is a ‘new science’. The object of history is a reality created by man and, therefore, even more concrete than the mathematical and scientific abstractions. In the case of architecture, such reality can be even more tangible due to its intrinsic construction and functional components; thus, its investigation can be effectively carried out through an integrated and multidisciplinary approach.

History of the built heritage and Science, developing quantitative methods, are the main threads of the articles collected in this volume.

The articles present, in a concise manner, research studies carried out by faculty and scholars from Università degli Studi dell’Aquila and from the University of Texas at San Antonio. These studies were implemented within the bilateral agreement between the two academic institutions and also include works carried out by professionals and officers from various public Institutions of Abruzzo, involved in the research projects (the Superintendence Archeology, Belle Arti and Landscape for the City of L’Aquila and the Municipalities of the Seismic ‘Cratere’, the Regional Agency for Environmental Protection – ARTA-Abruzzo).

First, the articles focus on the analysis of historic structures and of the architectural, typological and construction features of the built heritage located in the two geographical areas of the agreement.

Although the agreement was implemented in the fields of history of architecture and historic preservation, the book chapters are developed through a multidisciplinary approach, with the aim of exploring the relationship building/environment. Such relationship is highly influenced, in the Abruzzo region, by recurrent seismic events, and in the Texas state, by climatic conditions.

With these objectives in mind, the book introduces to the territory and the historic architecture of Abruzzo with the study of the historic town of Ofena and its most historically significant construction, the Palazzo Moscardelli (Piovanello); it includes the investigation of a case study



mini temporali e costruttivi, all'introduzione e uso del cemento armato in Abruzzo, sia in grandi opere infrastrutturali sia nelle ricostruzioni successive al sisma del 1915 (Ciranna), e alla sua applicazione nel restauro, sia di preesistenze abruzzesi sia texane (Felli, con il supporto nelle ricerche negli USA della professoressa Lombardi); introduce il rapporto tra edificio storico e ambiente, attraverso l'analisi di tipologie architettoniche e tecniche di controllo ambientale adottate in Italia e Abruzzo, tra Ottocento e Novecento, negli ospizi, sanatori e, in particolare, nelle colonie climatiche temporanee realizzate durante il regime fascista (Montuori); presenta, in particolare, le vicende storiche e le attuali ipotesi di recupero di una delle tre colonie abruzzesi, l'ex 'Stella Maris' a Montesilvano, Pescara (Volpe); analizza in termini quantitativi e con specifiche simulazioni l'efficienza dei sistemi di raffrescamento passivo adottati dall'architetto americano J. R. Gordon in Texas, e in edifici storici nel diverso contesto climatico abruzzese (Laurini, con il supporto nelle ricerche negli USA della professoressa Lombardi), dimostrando, poi, l'opportunità d'interventi sul costruito storico studiati all'insegna di una compatibilità tra innovazione tecnologica, efficienza energetica e conservazione/valorizzazione dello stesso (De Berardinis); infine, introduce il tema della salubrità dell'aria interna negli edifici storici, verificando quantitativamente tale aspetto in due edifici danneggiati dal sisma dell'Aquila del 2009: la colonia IX Maggio a Monteluco di Roio e il palazzo Moscardelli a Ofena (Murphy e Iannarelli).

In un percorso di approfondimento critico e di analisi della realtà storico-architettonica dei due territori coinvolti nell'accordo internazionale tra le Università dell'Aquila e di San Antonio, e attraverso un approccio multidisciplinare in cui s'incontrano Storia e Scienza, dunque, il volume intende proporre taluni degli strumenti di conoscenza fondamentali nell'intervento sulle preesistenze storiche.

of a building in the historic center of L'Aquila, Palazzo Carli Benedetti, relevant both for its historical and architectural values and for the conservation work undertaken after the 2009 earthquake (Bartolomucci).

The vision is then broadened to different time periods and construction techniques, with the introduction and development of the use of reinforced concrete in Abruzzo, both in case of large infrastructure and reconstruction works carried out after the 1915 earthquake (Ciranna); then the adoption of reinforced concrete in case of conservation works is explored, both in Abruzzo and Texas (Felli, with the support in research in the USA of Professor Lombardi). The relationship between historic architecture and environment is examined through the analysis of architectural typologies and environmental control techniques developed in hospices and sanatoria (and other institutional buildings), between 19th and 20th century. In Italy and Abruzzo the implementation of temporary climatic colonies (holiday camps) built during the Fascist period are investigated (Montuori); exposes, in particular, the historical events and the current hypotheses of recovery of one of the three colonies built in Abruzzo, the ex 'Stella Maris' in Montesilvano, Pescara (Volpe). Quantitative analysis with specific CFD simulations are developed to verify the efficacy of passive cooling systems adopted by the american architect J. R. Gordon in Texas, as well as in historic buildings in a different climatic environment, like the one of Abruzzo (Laurini, with the support in research in the USA of Professor Lombardi); the necessity of interventions on the built heritage based on the coexistence of technological innovation/energy efficiency and conservation/revitalization principles is finally exposed (De Berardinis). The book addresses, as wells, issues on environmental health in case of historic buildings, including Indoor Air Quality measurements in two buildings damaged by the 2009 earthquake of L'Aquila: the Colony IX Maggio in Monteluco di Roio and Palazzo Moscardelli in Ofena (Murphy e Iannarelli).

The book proposes numerous critical and investigative tools to be considered fundamental for the management of the built heritage, through a critical and analytical process of investigation of the architectural and historical features, characterizing the two geographical areas involved in the international agreement between the Universities of L'Aquila and San Antonio and, through a multidisciplinary approach - where History meets Science.

ANTONELLA IANNARELLI

Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente - Abruzzo  
Regional Agency for the Protection of the Environment-Abruzzo

## Analisi biologiche su campioni in ambiente *indoor* in due edifici aquilani: palazzo Moscardelli a Ofena e colonia IX Maggio a Monteluco di Roio

### *Biological Analysis on Indoor Samples in Two Buildings in L'Aquila: Palazzo Moscardelli in Ofena and Colony IX Maggio in Monteluco di Roio*

#### Abstract

“L’ambiente confinato rappresenta la risultante della trasformazione che l’uomo opera a carico dell’ambiente naturale, attraverso articolati processi costruttivi” [ISTISAN 2012]. Questa struttura ambientale, con caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, contiene aria, ed è denominata, microclima o aria inframurale o aria *indoor*.

Con inquinamento dell’aria *indoor* si intende l’inquinamento che interessa l’aria degli ambienti confinati, esclusi gli ambienti industriali, che pur essendo spesso confinati, presentano un tipo di inquinamento ben specifico e relazionato alla tipologia di lavoro. In Italia non c’è una normativa specifica a livello nazionale per il controllo della qualità dell’aria *indoor* negli edifici generici, ma esistono comunque delle norme che sono emanate dai Comuni, nell’ambito del Regolamento di Igiene e Sanità, e che fissano dei parametri di salubrità delle abitazioni e degli abitati in genere. Per lo studio sono stati scelti due edifici situati in prossimità di L’Aquila: il primo, la colonia Montana IX Maggio a Monteluco di Roio, sorge in cima a una collina; il secondo, palazzo Moscardelli, è invece nel centro storico della città medievale di Ofena.

*“Confined environment represents the result of the transformation that man works on the natural environment, through articulated construction processes” [ISTISAN 2012]. This environmental structure, with physical, chemical and biological characteristics, contains air, and is called microclimate or inframural air or indoor air.*

*Indoor air pollution means pollution that affects confined spaces’ air, excluding industrial environments, because, although often confined, they have a very specific type of pollution associated with the work performed in those spaces. In Italy there is no specific regulation at the national level for the control of indoor air quality in generic buildings, there are, however, rules issued by Municipalities, within the Hygiene and Health Regulations, which set parameters of healthiness of houses and residential areas in general. For the study two buildings located near L’Aquila have been chosen: the first one is mountain Colony IX Maggio in Monteluco di Roio, situated on top of a large hill; the second one is Palazzo Moscardelli, located in the historic center of the medieval town of Ofena.*

#### Parole chiave/Keywords

Analisi biologiche, ambiente indoor; L’Aquila, palazzo Moscardelli, colonia IX Maggio  
*Biological Analysis, Indoor Environment, L’Aquila, Palazzo Moscardelli, Colony IX Maggio*

#### Introduzione

L’inquinamento *indoor* interessa l’aria degli ambienti confinati, cioè quella presente nei luoghi all’interno dei quali si svolgono attività umane, sia di lavoro non industriale, sia conviviali, di svago o di riposo. Al contrario di quanto succede negli ambienti di lavoro, nel caso di abitazioni, scuole, uffici, edifici pubblici, mezzi di trasporto, ecc, l’inquinamento *indoor* viene frequentemente sottovalutato per fattori di natura culturale, psicologica o storica. In realtà, diverse ricerche hanno dimostrato che in questi luoghi l’esposizione a inquinanti di varia natura può essere addirittura superiore a quella degli

#### Introduction

Indoor air pollution includes surrounding environments’ air not related to industry or manufacturing. These are places where people engage in amusement or leisure activities. Are all places subject to indoor air pollution. Contrary to what happens in work environments, in the case of houses, schools, offices, public buildings, means of transport, etc, indoor pollution is often underestimated for cultural, psychological, or historical reasons. Actually, several research studies showed that in these places exposure to polluting agents of various kinds can be even more substantial than the

inquinanti in ambienti *outdoor* o industriali. Negli anni più recenti è stato segnalato un aumento di problemi sanitari legati alla *Indoor Air Quality* (IAQ) riconducibile anche a nuovi stili di vita: infatti accorgimenti per il risparmio energetico e per la maggior efficienza dei serramenti, possono produrre scarso ricambio d'aria; inoltre sistemi di climatizzazione possono far ricircolare l'aria eventualmente contaminata negli ambienti. In questi casi una cattiva manutenzione o una errata progettazione degli impianti può portare all'accidentale contaminazione degli ambienti. La qualità dell'aria *indoor* è influenzata tanto dalla qualità dell'aria proveniente dall'esterno quanto dalla presenza di fonti di inquinamento collegate alle attività che si svolgono negli stessi ambienti interni, alla presenza di fonti di emissione specifiche più o meno continue e puntiformi.

Fonti di emissione di inquinanti negli ambienti confinati includono: materiali d'arredo, microrganismi, insetti e acari; materiali da costruzione, aerosol emessi da docce, rubinetti, fontane, piante che rilasciano pollini causa di diverse reazioni allergiche.

Quando si considera la contaminazione *indoor* ci si concentra soprattutto sulla presenza di inquinanti di natura chimica, tuttavia non possono essere trascurati gli effetti sulla salute provocati da particelle biologiche che sono inalate.

Il bioaerosol può rappresentare una componente importante dell'inquinamento dell'aria *indoor*, di conseguenza il suo campionamento e analisi permette di valutare le caratteristiche biologiche dell'aria, strumento importante nella prevenzione del rischio sanitario per la popolazione.

### 1. Riferimenti normativi e linee guida

In Italia non c'è una normativa specifica per il controllo della qualità dell'aria *indoor* negli edifici generici, ma esistono comunque delle norme che vengono emanate dai Comuni, nell'ambito del Regolamento di Igiene e Sanità, e che fissano dei parametri di salubrità delle abitazioni e degli abitati in genere. Queste norme seguono le indicazioni emanate dal Ministero della Sanità e individuano alcune raccomandazioni obbligatorie relative alla ventilazione, alla presenza delle canne fumarie, alla volumetria degli alloggi, ecc.

Per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria in settori più delicati, come l'ambito sanitario, esistono diverse normative specifiche emanate sia in ambito nazionale sia regionale.

A livello nazionale, la qualità dell'aria in ambienti di vita è stata oggetto nel 2001 di un accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome, che ha portato alla pubblicazione delle linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti

one of polluting agents in industrial or outdoor environments. Recently, an increase of problems related to *Indoor Air Quality* (IAQ) as a result of energy-saving measures for doors and windows has been reported. Efficiency measures can lead to insufficient air circulation, and impure air can circulate in the environments due to conditioning systems. In these cases, poor maintenance of equipment can lead to accidental environmental contamination. Indoor air quality is influenced by the quality of air coming from the outside as much as by the existence of pollution sources related to activities taking in internal environments as well as by the existence of specific emission sources.

Emission sources of polluting agents may include: furnishing materials; microorganisms; insects and mites; building materials; aerosol emitted by showers, faucets, fountains; and plants that release pollens, causing allergic reactions.

When considering indoor contamination one must focus especially on the presence of chemical polluting agents, but must not overlook effects on the health caused by inhaled biological particles.

Bioaerosol can represent a great part of indoor air pollution; therefore, its sampling and analysis permit the evaluation of airborne biological features. This analysis is an important instrument in prevention of health population risk.

### 1. Regulation References and Guidelines

In Italy there is no specific national regulation for indoor air quality control in buildings; however, there are regulations issued by cities, in the Regulation of Health and Wholesomeness that establish parameters for houses and residential areas, for general health. These regulations follow the directions issued by Ministry of Health and identify some compulsory recommendations concerning ventilation and exhaust pipes in reference to accommodation size, for example.

Regarding air pollution in more delicate cases, such as health care environments, many specific regulations have been created, issued at national and regional levels.

At a national level, air quality in living environments was the object in 2001 of an agreement between Ministry of Health, regions, and autonomous provinces that led to the publication of guidelines for conservation and promotion of health in neighboring environments (agreed of 27/09/2001 between Ministry of Health, regions, and autonomous provinces). It contains an overall program of prevention and best practices for the application of the program.

This document was succeeded by the agreement between the Government, Regions, and Autonomous Provinces in the document "Guidelines for the defini-

confinati (accordo del 27/09/2001 tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome). Si tratta di un elaborato che presenta un programma generale di prevenzione e linee strategiche per la messa in opera del programma stesso.

A questo documento ha fatto seguito l'accordo tra Governo, Regioni e Province autonome sul documento "Linee guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione" [Prov. 5 ottobre 2006, 2636], basato sul presupposto che impianti di climatizzazione non opportunamente installati o gestiti possono influire sulla qualità dell'aria *indoor* causando rischi per la salute e il benessere degli occupanti.

Attualmente, non esistendo valori di concentrazione limite per gli inquinanti *indoor*, si fa riferimento ai limiti di concentrazione previsti dalla normativa che regola l'inquinamento atmosferico esterno, che in Italia è definita dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010. In ambito internazionale si fa riferimento alle recenti linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità già menzionate [WHO 2010] e per le soglie degli inquinanti atmosferici non inclusi si ricorre alle linee guida per la qualità dell'aria esterna pubblicate dalla stessa Organizzazione [WHO 2000, 2006].

Sono di recente pubblicazione le linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità inerenti alcuni inquinanti chimici comunemente presenti nell'aria degli ambienti indoor [WHO 2010].

L'importanza del benessere degli occupanti gli ambienti di vita è stata poi ripresa nel documento "Verso una strategia per un ambiente urbano sostenibile" [COM 2004, 60], in cui tra le priorità segnalate è indicata anche la qualità dell'aria all'interno degli edifici, l'accessibilità, i livelli di rumore, il comfort, la qualità ambientale dei materiali e i costi del ciclo di vita dell'edificio, nonché la resistenza di quest'ultimo ai rischi ambientali.

### 1.1 Inquinamento Aria Indoor

"L'ambiente confinato rappresenta la risultante della trasformazione che l'uomo opera a carico dell'ambiente naturale, attraverso articolati processi costruttivi" [ISTISAN 2012]. Questa struttura ambientale, con caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, contiene aria, ed è denominata, microclima o aria in framurale o aria *indoor*.

Con inquinamento dell'aria *indoor* si intende l'inquinamento che interessa l'aria degli ambienti confinati, esclusi gli ambienti industriali, che pur essendo spesso confinati, presentano un tipo di inquinamento ben specifico e relazionato alla tipologia di lavoro.

L'inquinamento *indoor* viene frequentemente sottovalutato, diverse ricerche hanno dimostrato che in que-

tion of technical protocols of scheduled maintenance on air conditioning systems" [Meas. 5 October 2006, 2636], based on the assumption that incorrectly installed or managed air conditioning systems can influence indoor air quality, mediating inhabitants' health and wellness risks.

Currently, since there is no indoor polluting agents limit concentration value, we refer to concentration limits determined by the regulation of external pollution, which in Italy is determined by the Degree Law n. 155 of 13 August 2010. In the international environment we refer to the already-mentioned recent guidelines given by the World Health Organization [WHO 2000, 2006].

Guidelines concerning some chemical polluting agents that can be found in indoor environments air have been recently published by the World Health Organization [WHO 2010].

The importance of indoor environmental wellness was also considered in the document "Towards a strategy for a sustainable urban environment" [COM 2004, 60], in which priorities considered include air quality inside buildings, accessibility, noise levels, comfort, materials' environmental quality, costs of building's life cycle, and its resistance to environmental risks.

#### 1.1 Indoor Air Pollution

"Confined environment represents the result of the transformation, operated by man, of the natural environment through articulated constructing processes" [ISTISAN 2012]. This environmental structure, with physical, chemical and biological features, contains air and is called microclimate or intramural air or indoor air.

By indoor air pollution we mean air pollution of confined environments, excluding industrial environments, which, if they are confined, will also have specific pollutants related to industrial activities.

Indoor pollution is often underestimated, but several researchers have shown that in some contexts, the exposure to polluting agents of various kinds can be more substantial than the one related to polluting agents in external or industrial environments.

Substances able to change indoor air quality can be classified as chemical, physical, and biological agents; they come in part from the outside (outdoor atmospheric pollution, pollens), but especially from internal sources.

Principal pollution internal sources include the building's occupants (people, animals), dust (breeding ground for microorganisms), structures, building materials, furniture, equipment (air-conditioner, dehumidifier, hydraulic system), and outdoor air.

Indoor biological contaminants are a fundamental and heterogeneous class of polluting agents of biological

sti luoghi l'esposizione a inquinanti di varia natura può essere addirittura superiore a quella relativa agli inquinanti in ambiente esterno o industriale.

Le sostanze in grado di alterare la qualità dell'aria *indoor* possono essere classificate come: agenti chimici, fisici e biologici; provengono in parte dall'esterno (inquinamento atmosferico *outdoor*, pollini), ma molti sono prodotti da fonti interne.

Le principali fonti interne di inquinamento sono rappresentate da: occupanti (uomo, animali), polvere (ottimo ricettacolo per i microrganismi), strutture, materiali edili, arredi, impianti (condizionatori, umidificatori, impianti idraulici) e aria esterna.

I contaminanti biologici *indoor* rappresentano un'importante ed eterogenea categoria di inquinanti, tutti di origine biologica. Fra di essi vi sono virus, batteri, pollini, muffe, acari e allergeni vari (come a esempio i residui degli organismi, le feci degli acari, i residui di pelle, la saliva, la forfora e l'urina degli animali domestici, ecc.).

Negli ambienti confinati, le fonti di questi inquinanti sono estremamente numerose e sono rappresentate essenzialmente dalla polvere, dagli occupanti degli spazi *indoor* (uomini, animali, funghi o vegetali che siano), dagli impianti e dalle stutture degli edifici.

Parte degli inquinanti biologici può comunque provenire anche dall'ambiente esterno, fatto che si verifica specialmente nel caso dei pollini.

Per quanto riguarda l'effetto sulla salute, a seconda della loro natura i contaminanti biologici possono innescare reazioni allergiche, malattie infettive, tosse, affanno, febbre, stanchezza, problemi digestivi, mal di testa, ecc. I bambini, le persone più anziane, le persone allergiche oppure affette da patologie polmonari, sono le più suscettibili alle malattie causate dalla presenza dei contaminanti biologici dell'aria (Tab. 1).

origin. Some of them include viruses, bacteria, pollens, molds, mites and various allergens (for example residues of organisms, feces of mites, dead skin cells, saliva, pet dander or urine).

In confined environments, sources of these polluting agents are many, and they are essentially dust, indoor space occupants (people, animals, fungus, or plants), buildings' equipment and structures. However, biological polluting agents can also come from the outside, especially in the case of pollens.

Regarding the effect on health, biological polluting agents can trigger allergic reactions, infectious diseases, cough, breathlessness, fever, exhaustion, digestive problems, headache, etc., depending on their nature. Children, senior citizens, people subject to allergies, and people with pulmonary conditions are the most susceptible to diseases caused by presence of biological polluting agents in the air (Tab. 1)

2. Materials and Methods

For the study, two buildings were chosen, which are situated near L'Aquila: the first one is the mountain Colony IX Maggio in Monteluco di Roio, situated on top of a big hill; the second one is Palazzo Moscardelli, situated in the historical center of the medieval town Ofena.

The sampling in the rooms was carried out with a suction pump, called Zefon Bio-Pump (Fig. 1), able to draw in air at 15 l/min at free flow. This pump is able to work in a special housing, the box Air-0-Cell (Fig. 2).

Air-0-Cell is a sampling box designed to collect fast a big quantity of air-allergenic substances, for example: mold spores, pollens, pieces of insects, fragments of skin, inorganic fibers, and powders.

Air-0-Cells operate on the principle of inertial impact: the particulate matter contained in air is aspirat-

|                  | Polvere  | Goccioline   | Droplet-nuclei  |
|------------------|--|--|---|
| Fonte            | Materiali corpuscolati, cellulosa pelle                          | Fluidi da naso e gola  | Residui solidi di goccioline evaporate                                    |
| Diffusione       | Attrito, diffusi in aria, possono ricadere a 1 m dalla emissione | Atomizzazione di fluidi diffusi in aria (tosse, starnuti) possono diffondersi a distanze fino a 10 m | Evaporazione di goccioline sospese in aria, permangono per lunghi periodi |
| Dimensioni       | 10-100 µm  | <100µm   | 2-10µm  |
| Agenti biologici | Funghi, polline, acari, peli di animali                          | Agenti infettivi   | Forme di resistenza   |

|                   | Dust   | Droplets   | Droplet-nuclei  |
|-------------------|--|--|---|
| Source            | Corpuscular materials, cellulose, skin                             | Fluids from nose and throat  | Solid residues of evaporated droplets                                 |
| Diffusion         | Friction, spread in the air, can fall back to 1m from the emission | Automation of fluids diffused in the air (coughing, sneezing) can spread up to 10m | Evaporation of droplets suspended in the air, remain for long periods |
| Dimensions        | 10-100 mm  | <100mm   | 2-10mm  |
| Biological Agents | Fungi, pollens, mites, animal hair                                 | Infectious agents  | Resistance forms  |

Tab. 1. Caratteristiche delle particelle di origine biologica aerodisperse. Characteristics of airborne particles of biological origin.



Fig. 1. Pompa aspirante Suction pump.



Fig. 2. Cassetta Air-O-Cell. Box Air-O-Cell.

## 2. Materiali e metodi

Per lo studio sono state scelte due costruzioni situate in prossimità di L'Aquila: la prima, la colonia montana IX Maggio a Monteluco di Roio, è un edificio disposto in cima a una collina; la seconda, palazzo Moscardelli, è un complesso che si trova nel centro storico della città medievale di Ofena.

Il campionamento all'interno delle stanze è stato effettuato con una pompa, la Zefon Bio-Pump (Fig. 1), capace di aspirare a 15 l/min a flusso libero in un apposito alloggiamento, la cassetta Air-O-Cell (Fig. 2)

L' Air-O-Cell è una cassetta di campionamento studiata per la raccolta rapida di un'ampia quantità di sostanze aero-allergeniche, tra cui: spore di muffe, pollini, parti di insetti, frammenti di pelle, fibre e polveri inorganiche.

Le Air-O-Cell operano sul principio dell'impatto inerziale: il particolato contenuto nell'aria viene aspirato e fatto passare attraverso l'ingresso della cassetta e direttamente depositato su un piccolo vetrino di raccolta; dopo l'impatto l'aria, aspirata in modo continuo, fuoriesce dall'orifizio di uscita.

La natura dell'adesivo di raccolta fa in modo che il particolato non subisca alterazioni o venga disperso durante la manipolazione o il trasporto della cassetta.

Al termine del campionamento, le cassette vengono portate in laboratorio dove i vetrini vengono rimossi, colorati con il blu di metilene e visionati direttamente al microscopio ottenendo così una analisi immediata del

ed, passed through the entrance of the box, and directly deposited on a small collection slide; after the collision, aspirated air comes out of the exit orifice.

The nature of the collection adhesive ensures that the particulate matter is not altered or lost during the manipulations or the transport of the box.

At the end of the sampling, boxes are brought to the laboratory where the slides are removed, colored with methylene blue, and examined through a microscope so that researchers can obtain an immediate analysis of the collected particulate matter. The collection adhesive is compatible with a wide range of reagents and refraction oils, permitting a direct qualitative and quantitative analysis of the collected organic and inorganic particulates.

## 3. Results and Conclusions

Pollens are the male reproductive cells of plants with flowers. Because of their small dimensions, varying between 15 and 200 micrometers, they can easily penetrate in confined environments by air or carried by shoes, clothes, animals, or objects. Usually in the periods of flowering, pollen concentration in indoor environments is significantly lower than the one present outside; conversely, often it can be more substantial in the winter because pollens stagnate with dust present inside the buildings.

The principal effect on health caused by pollens is due to its specific allergy, called *pollinosis*. This problem arises when pollen's concentration reaches a certain threshold and is characterized by obvious symptoms: conjunctivitis,

particolato raccolto. L'adesivo di raccolta è compatibile con un'ampia gamma di reattivi e oli di rifrazione, consentendo l'analisi quantitativa e qualitativa diretta del particolato organico e inorganico raccolto.

**3. Risultati e conclusioni**

I pollini sono le cellule riproduttrici maschili delle piante con fiori. Per le loro dimensioni, che variano tra i 15 e i 200 micrometri, possono penetrare molto facilmente negli ambienti confinati per via aerea o trasportati da scarpe, indumenti, animali oppure oggetti. Solitamente, nei periodi della fioritura la concentrazione dei pollini negli ambienti *indoor* è notevolmente minore di quella presente all'esterno; al contrario, spesso può essere superiore nel periodo invernale perché il polline ristagna con la polvere presente all'interno degli edifici.

Il principale effetto sulla salute causato dal polline è riconducibile alla relativa allergia specifica, che in questo caso viene detta pollinosi. Questo problema scatta quando la concentrazione del polline arriva a una determinata soglia ed è caratterizzato da tutta una serie di sintomi molto chiari: congiuntiviti, infiammazione alle vie respiratorie, tosse, mal di gola, asma, secrezione continua dal naso, ecc. Di solito, i periodi di pollinosi si manifestano in tempi chiaramente delimitati e relazionati alla fioritura delle particolari famiglie vegetali a cui si è allergici. Gli ambienti confinati possono, in alcuni casi, rappresentare un vero e proprio rifugio per tutte quelle persone che soffrono di pollinosi, a patto che si riesca a mantenere al loro interno una bassa concentrazione di questo biocontaminante. Il potere allergenico rappresenta la capacità di indurre reazioni allergiche a seconda del grado di allergenicità del granulo pollinico. Si parlerà pertanto di potere allergenico basso, moderato, alto ed elevato (Tab. 2). Il grado di allergenicità del polline dipende anche dalle condizioni climatiche dell'area in cui avviene la diffusione pollinica. Ad esempio le zone urbane rispetto a quelle rurali, per la presenza di fattori atmosferici come l'inquinamento, possono contribuire a una maggiore sensibilizzazione ai pollini aerodispersi.

In Abruzzo la presenza di pollini in atmosfera è controllata durante tutto l'anno solare dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio aerobiologico, realizzata dall'ARTA.

Le concentrazioni dei pollini e delle spore in aria vengono pubblicate in un bollettino settimanale sul sito dell'ARTA Abruzzo e sul sito POLLnet dell'ISPRa nel periodo gennaio-novembre. Nel bollettino della settimana che va dall'11 Luglio 2016 al 17 Luglio 2016, lo spettro pollinico comprende pollini di Graminaceae, di Urticaceae, di Plantaginaceae; si segnala la presenza di

inflammation of the respiratory track, cough, sore throat, asthma, mucous production, etc. Usually pollinosis periods occur in times clearly delimited and related to the flowering of particular plant families a sufferer is allergic to. In some cases, confined environments represent a shelter for people suffering from pollinosis, provided that it is possible to keep them within a low concentration of this bio-contaminant. Allergenic potential is the capability to induce allergic reactions depending on the level of allergenicity of the pollen grains. We will therefore talk about low, moderate high and high allergenic power (Tab. 2). The level of allergenicity of pollens also depends on climate conditions of the area in which the pollen diffusion takes place. For example, urban areas, compared to rural

| POLLINE                | GRADO DI ALLERGENICITÀ | PERIODO DI FIORITURA     |
|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Pinaceae               | Basso                  | Aprile - Luglio          |
| Graminaceae            | Da Basso a Elevato     | Maggio - Ottobre         |
| Cupressaceae           | Da Alto a Elevato      | Gennaio - Aprile         |
| Betulaceae(Alnus)      | Elevato                | Febbraio - Aprile        |
| Fagaceae               | Da Basso a Medio       | Aprile - Luglio          |
| Umbelliferae           | Basso                  |                          |
| Compositae (Artemisia) | Medio                  | Aprile - Luglio          |
| Chenopodiaceae         | Da Basso a Medio       | Maggio - Ottobre         |
| Urticaceae             | Elevato                |                          |
| SPORE                  | GRADO DI ALLERGENICITÀ | PERIODO DIFFUSIONE SPORE |
| Alternaria             | Elevato                | Maggio - Novembre        |

| POLLEN                 | ALLERGENICITY LEVEL   | FLOWERING PERIOD        |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Pinaceae               | Low                   | April-July              |
| Graminaceae            | From Low to Elevated  | May-October             |
| Cupressaceae           | From High to Elevated | January-April           |
| Betulaceae(Alnus)      | Elevated              | February-April          |
| Fagaceae               | From Low to Middle    | April - July            |
| Umbelliferae           | Low                   |                         |
| Compositae (Artemisia) | Middle                | April-July              |
| Chenopodiaceae         | From Low to Middle    | May-October             |
| Urticaceae             | Elevated              |                         |
| SPORES                 | ALLERGENICITY LEVEL   | SPORES DIFFUSION PERIOD |
| Alternaria             | Elevated              | May-November            |

Tab. 2. Grado di Allergenicità. Allergenicity level.

|                 | 11/07/2016  | 12/07/2016 | 11/07/2016   | 12/07/2016 |
|-----------------|---|------------|--|------------|
| <b>POLLINI</b>  | Dati di lettura al microscopio<br>(numero di pollini e spore contati) |            | Concentrazioni nell'aria (numero di pollini e spore/ m3 d'aria). |            |
| COMPOSITAE      | 3   | 0          | 1,28   | 0,00       |
| Altri           | 0   | 0          | 0,00   | 0,00       |
| Ambrosia        | 0   | 0          | 0,00   | 0,00       |
| Artemisia       | 3   | 0          | 1,28   | 0,00       |
| FAGACEAE        | 10  | 21         | 4,26   | 8,95       |
| Castanea        | 10  | 21         | 4,26   | 8,95       |
| Fagus sylvatica | 0   | 0          | 0,00   | 0,00       |
| Quercus         | 0   | 0          | 0,00   | 0,00       |
| GRAMINEAE       | 12  | 26         | 5,12   | 11,09      |
| PLANTAGINACEAE  | 1   | 6          | 0,43   | 2,56       |
| UMBELLIFERAE    | 0   | 7          | 0,00   | 2,98       |
| URTICACEAE      | 22  | 15         | 9,38   | 6,40       |
| <b>SPORE</b>    |   |            |  |            |
| ALTERNARIA      | 126   | 245        | 53,73  | 104,47     |

|                 | 11/07/2016  | 12/07/2016 | 11/07/2016   | 12/07/2016 |
|-----------------|---|------------|--|------------|
| <b>POLLENS</b>  | Data observed by the microscope (number of<br>pollens and spores counted) |            | Concentrations in the air (number of pollens and spores/ m3 of air). |            |
| COMPOSITAE      | 3   | 0          | 1,28   | 0,00       |
| Others          | 0   | 0          | 0,00   | 0,00       |
| Ambrosia        | 0   | 0          | 0,00   | 0,00       |
| Artemisia       | 3   | 0          | 1,28   | 0,00       |
| FAGACEAE        | 10  | 21         | 4,26   | 8,95       |
| Castanea        | 10  | 21         | 4,26   | 8,95       |
| Fagus sylvatica | 0   | 0          | 0,00   | 0,00       |
| Quercus         | 0   | 0          | 0,00   | 0,00       |
| GRAMINEAE       | 12  | 26         | 5,12   | 11,09      |
| PLANTAGINACEAE  | 1   | 6          | 0,43   | 2,56       |
| UMBELLIFERAE    | 0   | 7          | 0,00   | 2,98       |
| URTICACEAE      | 22  | 15         | 9,38   | 6,40       |
| <b>SPORES</b>   |   |            |  |            |
| ALTERNARIA      | 126   | 245        | 53,73  | 104,47     |

Tab. 3. Bollettino pollini e spore ARTA. ARTA Pollens and spores newsletter.

pollini di Amaranthaceae e di Castanea. Le temperature alte e l'umidità favoriscono la diffusione di Alternaria e di altre spore (Tab. 3).

Dalle analisi eseguite sui campioni di aria *indoor* si evidenzia la presenza delle stesse specie di pollini con l'aggiunta di altre non presenti nello spettro pollinico del Bollettino ARTA Abruzzo.

In particolare ritroviamo pollini appartenenti alle seguenti essenze vegetali: Pinaceae, Graminaceae, Cupressaceae, Betulaceae (Alnus), Fagaceae (Castanea), Cupressaceae, Umbelliferae, Urticaceae, Compositae (Artemisia), Chenopodiaceae, Corylaceae, Cannabaceae, Tiliaceae, Populus.

areas, can contribute to a greater awareness of airborne pollens, due to the presence of atmospheric factors such as pollution.

In Abruzzo, the presence of pollen in the atmosphere is monitored throughout the year by the Stations of the Regional Aerobiological Monitoring Network.

Concentrations of pollens and spores in the air are published in a weekly bulletin on the ARTA Abruzzo website, and in the January-November period on the POLLnet website of ISPRA. In the week's newsletter that goes from the 11<sup>th</sup> July 2016 to the 17<sup>th</sup> July 2016, the pollen spectrum includes pollens of *Graminaceae*, of *Urticaceae*, of *Plantaginaceae*; it is reported the pres-



I pollini di alcune di queste essenze sono presenti all'esterno degli edifici, come si evince dai dati del Bollettino ARTA, altri invece hanno periodi di presenza che sono riconducibili alla primavera, come ad esempio *Alnus*, *Cupressaceae*, *Corylaceae* e *Populus*.

In quasi tutti i campioni sono presenti anche ad alte concentrazioni le spore di svariate muffe, in particolare *Alternaria*, *Cladosporium*, *Torula*, *Fusarium*, *Leptosphaeria*, *Epicoccum*, *Pleospora*.

Le muffe sono un tipo di funghi pluricellulari che possono proliferare in diversi luoghi e superfici: si ritrovano comunemente nell'ambiente domestico, specialmente se umido. Crescono sui muri, ma anche su tappeti, moquette, tappezzerie, tessuti, carta da parati, filtri di condizionatori e deumidificatori d'aria, inoltre, possono crescere su tronchi marcescenti e foglie cadute, cumuli di compost, erbe e cereali, terriccio, foglie delle piante d'appartamento, frutta e alimenti (anche all'interno del frigorifero).

Le spore, con le quali esse solitamente si riproducono, possono scatenare una reazione allergica con sintomi respiratori persistenti o limitati alla stagione estiva-autunnale. Queste particelle allergizzanti hanno dimensioni inferiori rispetto a quelle dei pollini e, come questi, possono essere facilmente trasportate dal vento.

Le muffe proliferano soprattutto durante l'estate e l'autunno, quando il clima è più caldo e umido. Tuttavia, le spore vengono aerodisperse durante tutto l'anno e, per questa ragione, possono causare allergie in qualunque momento.

Le muffe più allergizzanti in Italia sono: *Alternaria* (cresce su ortaggi e frutta in decomposizione e in ambienti particolarmente umidi), *Cladosporium*, *Aspergillus* (su vegetali, fiori, fieno e terreno) e *Penicillium*. *Aspergillus* e *Penicillium* sono le muffe più diffuse negli ambienti interni e possono crescere in condizioni di umidità superiore al 50-60%, su tappeti, muri, moquette, carta da parati, terriccio, polvere e alimenti avariati.

Quando i soggetti suscettibili agli allergeni delle muffe inalano le spore disperse in aria, può manifestarsi una sensibilizzazione allergica: il sistema immunitario reagisce in modo eccessivo innescando una cascata di eventi, che porta alla comparsa di una risposta infiammatoria locale o sistemica. Alcune spore hanno una forma tale da riuscire facilmente a penetrare in profondità nelle vie respiratorie, fino a raggiungere i bronchi e gli alveoli polmonari.

L'inalazione delle spore di *Alternaria*, ad esempio, rappresenta una causa dell'asma bronchiale, proprio in virtù delle sue ridottissime dimensioni. La concentrazione di spore fungine disperse in aria è, in genere, più elevata nelle ore notturne. La rilevazione di tale parametro viene effettuata con la stessa metodologia impiegata per

ence of *Amaranthaceae* and of *Castanea*. High temperatures and humidity promote the spread of *Alternaria* and other spores (Tab. 3).

From analysis conducted on indoor air samples, we can deduce the presence of the same species of pollens with the addition of other species not present in the pollen spectrum of the ARTA Abruzzo Bulletin.

In particular there are pollens belonging to the following plants: *Pinaceae*, *Graminaceae*, *Cupressaceae*, *Betulaceae* (*Alnus*), *Fagaceae* (*Castanea*), *Cupressaceae*, *Umbelliferae*, *Urticaceae*, *Compositae* (*Artemisia*), *Chenopodiaceae*, *Corylaceae*, *Cannabaceae*, *Tiliaceae*, *Populus*.

Pollens of some of these plants are present outside the buildings, as can be seen from the data of the ARTA Bulletin, while others have periods of presence that are attributable to springtime, as *Alnus*, *Cupressaceae*, *Corylaceae* and *Populus*.

In almost all samples, also present at high concentrations are spores of various molds, in particular *Alternaria*, *Cladosporium*, *Torula*, *Fusarium*, *Leptosphaeria*, *Epicoccum*, *Pleospora*.

Molds are a kind of multicellular fungi that can proliferate in different places and surfaces: they can commonly be found in homes, especially when wet. They grow on the walls, but also on carpets, fabrics, wallpaper, air conditioners and air dehumidifiers, moreover they can grow on rotting trunks and fallen leaves, stacks of compost, herbs and cereals, soil, leaves of houseplants, fruits and food (even inside the refrigerator).

The spores, with which they usually reproduce, may produce an allergic reaction with persistent or limited to the summer-autumn season respiratory symptoms. These allergen particles are smaller than pollens and, like these, can be easily carried by the wind.

Molds proliferate especially during summer and autumn, when the weather is warmer and more humid. However, the spores are scattered in the air during the whole year and, for this reason, can cause allergies at any time.

The most allergenic molds in Italy are: *Alternaria* (it grows on decaying vegetables and fruit and in particularly humid environments), *Cladosporium*, *Aspergillus* (on vegetables, flowers, hay and ground) and *Penicillium*. *Aspergillus* and *Penicillium* are the most common molds in internal environments and they can grow in conditions of humidity above 50-60%, on carpets, walls, carpets, wallpaper, ground, dust and spoiled food.

When people susceptible to mold allergens inhale spores dispersed in the air, an allergenic sensitization may occur: the immune system reacts excessively triggering many events, leading to the appearance of an inflammatory response local or systematic. Some spores have a shape that

i pollini. La dispersione delle spore dipende dalla loro dimensione e dalle condizioni ambientali (temperatura, umidità e ventilazione).

### 3.1. Risultati analisi

I campioni R1, R2, R3 e R4 si riferiscono al sito “Ex colonia montana IX Maggio”, in località Poggio di Roio nel comune di L'Aquila e presentano pochissime specie di pollini: quelli che prevalgono sono i pollini di Pinaceae, a seguire ci sono Graminaceae, Cupressaceae e *Alnus*. La prevalenza di pollini di Pinaceae è collegabile sia alla presenza massiva nella località di Roio di boschi di pini, sia al loro periodo di fioritura che è coincidente con il periodo di campionamento e cioè luglio (Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7).

Cupressaceae e *Alnus* fioriscono in primavera, quindi la presenza dei loro pollini è dovuta a un ricircolo dell'aria nei locali quasi nullo. Le muffe in generale hanno un concentrazione media: in particolare l'*Alternaria* è presente con concentrazioni molto basse.

I campioni Ofena-room 1, Ofena-room 2, Ofena-room 3 si riferiscono al sito “palazzo Moscardelli”, in località Centro Storico-via Mazzini/via Accursio nel comune di Ofena (Tab. 8, Tab. 9, Tab. 10)

In questi campioni si può osservare un notevole aumento della varietà di pollini e di spore di muffe e un discreto aumento delle loro concentrazioni. Sono presenti soprattutto pollini di essenze vegetali che fioriscono in estate e ciò è in perfetto accordo con il periodo di campionamento (luglio).

Anche la numerosa presenza di specie di muffe è riconducibile al periodo estivo in cui le temperature e l'umidità hanno valori alti e quindi permettono la loro proliferazione.

Dalla varietà di pollini e di spore si può dedurre con certezza che l'edificio è stato a lungo aperto con un conseguente scambio di aria con l'esterno e che l'umidità e il caldo dei giorni estivi hanno fatto proliferare più specie di muffe.

I pollini e le muffe rilevate negli ambienti *indoor* ci permettono di capire che palazzo Moscardelli, non essendo abitato dal terremoto del 2009, non è adeguatamente isolato dall'ambiente esterno da finestre e porte antiche. I dati riferiti al palazzo indicano che l'aria interna è inquinata sia dallo sviluppo di muffe dovuto all'umidità sia da pollini, una condizione che mostra un rischio molto più grande rispetto alla situazione esistente a Monteluco di Roio.

allow them to penetrate deep into the respiratory tract, until reaching the bronchial tubes and the pulmonary alveoli.

The inhalation of *Alternaria* spores, for example, is a cause of bronchial asthma, due to their extremely small size. The concentration of fungal spores dispersed in air is generally higher at night. The detection of this parameter is carried out using the same method used for pollens. Spore dispersion depends on their size and on environmental conditions (temperature, humidity and ventilation).

### 3.1. Analysis Results

Samples R1, R2, R3 and R4 reference the site “Ex mountain Colony IX Maggio”, near Poggio di Roio in the municipality of L'Aquila, and they have very few species of pollens: those that prevail are *Pinaceae* pollens, then the pollens of *Graminaceae*, *Cupressaceae* and *Alnus*. The prevalence of *Pinaceae* pollens can be linked both to massive presence in the Roio hillside of pine woods, as well as to their flowering period, which coincided with the sampling period, ie July (Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7).

*Cupressaceae* and *Alnus* bloom in spring, so the presence of their pollen is due to an almost nil recirculation of the air in rooms. Molds in general have a medium concentration, and in particular *Alternaria* is present with very low concentration.

Samples from Ofena-room 1, Ofena-room 2, Ofena-room 3 reference the site “Palazzo Moscardelli”, near Centro Storico-Via Mazzini/Via Accursio in the town of Ofena (Tab. 8, Tab. 9, Tab. 10).

In these samples, there is a noticeable increase in the variety of pollen and mold spores and a moderate increase in their concentrations. There are mainly pollens of vegetables that bloom in summer, which corresponds with the sampling period (July).

Also the numerous presence of mold species is due to the summer period as temperature and humidity higher and thus therefore allow spore proliferation.

From the variety of pollens and spores, it can be clearly deduced that the building has been open for a long time with a consequent exchange of air with the outside, and that the humidity and the heat of summer days have allowed the proliferation of more species of molds.

Pollens and molds detected in indoor environments allow us to understand that Palazzo Moscardelli, which was not inhabited during the earthquake of 2009, is not adequately isolated from the outside environment by its ancient windows and doors. The data referring to Palazzo Moscardelli indicate that indoor air is polluted both by the development of molds due to humidity, and by pollens, a condition that shows a much greater risk than the situation present in Monteluco di Roio.

| Pollini          | Dati di lettura al microscopio (numero di particelle contate) | numero di pollini e spore/ m3 d'aria | Pollens               | Data observed by the microscope (number of particles counted) | number of pollens and spores/ m3 of air |
|------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|---|---|
| Pinaceae         | 3   | 101.1                                | <i>Pinaceae</i>       | 3   | 101.1                                   |
| Graminaceae      | 2   | 67.4                                 | <i>Graminaceae</i>    | 2   | 67.4                                    |
| Cupressaceae     | 1   | 33.7                                 | <i>Cupressaceae</i>   | 1   | 33.7                                    |
| Alnus            | 1   | 33.7                                 | <i>Alnus</i>          | 1   | 33.7                                    |
|                  |   |                                      |                       |   |   |
| Muffe            | 17  | 572.63                               | Molds                 | 17  | 572.63                                  |
| Alternaria       | 3   | 101.1                                | <i>Alternaria</i>     | 3   | 101.1                                   |
| Leptosphaeria    | 1   | 33.7                                 | <i>Leptosphaeria</i>  | 1   | 33.7                                    |
|                  |   |                                      |                       |   |   |
| Residui vegetali | 3   | 101.1                                | <i>Plant residues</i> | 3   | 101.1                                   |
| Ala di insetto   | 1   | 33.7                                 | <i>Insect wing</i>    | 1   | 33.7                                    |

Tab. 4. Codice campione: R1; data di campionamento: 11/07/2016; ora di campionamento: 11.30 A.M. Sample code: R1; sampling date: 11/07/2016; sampling hour: 11.30 A.M.

| Pollini          | Dati di lettura al microscopio (numero di particelle contate) | numero di pollini e spore/ m3 d'aria | Pollens                 | Data observed by the microscope (number of particles counted) | number of pollens and spores/ m3 of air |
|------------------|---|--------------------------------------|-------------------------|---|---|
| Pinaceae         | 2   | 67.4                                 | <i>Pinaceae</i>         | 2   | 67.4                                    |
|                  |   |                                      |                         |   |   |
| Muffe            | 25  | 842.5                                | Molds                   | 25  | 842.5                                   |
| Alternaria       | 1   | 33.7                                 | <i>Alternaria</i>       | 1   | 33.7                                    |
| Leptosphaeria    | 1   | 33.7                                 | <i>Leptosphaeria</i>    | 1   | 33.7                                    |
| Cladosporium     | 4   | 134.8                                | <i>Cladosporium</i>     | 4   | 134.8                                   |
| Helminthosporium | 1   | 33.7                                 | <i>Helminthosporium</i> | 1   | 33.7                                    |

Tab. 5. Codice campione: R2; data di campionamento: 11/07/2016; ora di campionamento: 11.42 A.M. Sample code: R2; sampling date: 11/07/2016; sampling hour: 11.42 A.M.

| Pollini          | Dati di lettura al microscopio (numero di particelle contate) | numero di pollini e spore/ m3 d'aria | Pollens               | Data observed by the microscope (number of particles counted) | number of pollens and spores/ m3 of air |
|------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|---|---|
| Pinaceae         | 1   | 33.7                                 | <i>Pinaceae</i>       | 1   | 33.7                                    |
|                  |   |                                      |                       |   |   |
| Muffe            | 12  | 404.4                                | Molds                 | 12  | 404.4                                   |
| Alternaria       | 1   | 33.7                                 | <i>Alternaria</i>     | 1   | 33.7                                    |
| Leptosphaeria    | 1   | 33.7                                 | <i>Leptosphaeria</i>  | 1   | 33.7                                    |
| Cladosporium     | 1   | 33.7                                 | <i>Cladosporium</i>   | 1   | 33.7                                    |
| Residui vegetali | 14  | 471.8                                | <i>Plant residues</i> | 14  | 471.8                                   |
| Ala di insetto   | 2   | 67.4                                 | <i>Insect wings</i>   | 2   | 67.4                                    |

Tab. 6. Codice campione: R3; data di campionamento: 11/07/2016; ora di campionamento: 12.03 A.M. Sample code: R3; sampling date: 11/07/2016; sampling hour: 12.03 A.M.

|                  | Dati di lettura al microscopio (numero di particelle contate) | numero di pollini e spore/ m3 d'aria |
|------------------|---|--------------------------------------|
| Muffe            | 44  | 1482.8                               |
| Polythrincium    | 1   | 33.7                                 |
| Epicoccum        | 1   | 33.7                                 |
| Torula           | 1   | 33.7                                 |
| Alternaria       | 1   | 33.7                                 |
| Leptosphaeria    | 1   | 33.7                                 |
|                  |   |                                      |
| Residui vegetali | 5   | 168.5                                |
| Ala di insetto   | 1   | 33.7                                 |
| Zampa di insetto | 1   | 33.7                                 |

|                      | Data observed by the microscope (number of particles counted) | number of pollens and spores/ m3 of air |
|----------------------|---|---|
| Molds                | 44  | 1482.8                                  |
| <i>Polythrincium</i> | 1   | 33.7                                    |
| <i>Epicoccum</i>     | 1   | 33.7                                    |
| <i>Torula</i>        | 1   | 33.7                                    |
| <i>Alternaria</i>    | 1   | 33.7                                    |
| <i>Leptosphaeria</i> | 1   | 33.7                                    |
|                      |   |   |
| Plant residues       | 5   | 168.5                                   |
| Insect wings         | 1   | 33.7                                    |
| Insect legs          | 1   | 33.7                                    |

Tab. 7. Codice campione: R4; data di campionamento: 11/07/2016; ora di campionamento: 12.16 A.M. Sample code: R4; sampling date: 11/07/2016; sampling hour: 12.16 A.M.

| Pollini          | Dati di lettura al microscopio (numero di particelle contate) | numero di pollini e spore/ m3 d'aria |
|------------------|---|--------------------------------------|
| Pinaceae         | 1   | 33.7                                 |
| Urticaceae       | 3   | 101.1                                |
| Artemisia        | 1   | 33.7                                 |
| Cupressaceae     | 5   | 168.5                                |
| Umbelliferae     | 1   | 33.7                                 |
| Chenopodiaceae   | 1   | 33.7                                 |
|                  |   |                                      |
| Residui vegetali | 8   | 296.6                                |
|                  |   |                                      |
| Muffe            | 41  | 1373.5                               |
| Cladosporium     | 19  | 640.3                                |
| Torula           | 6   | 202.2                                |
| Alternaria       | 12  | 404.4                                |
| Fusarium         | 3   | 101.1                                |
| Leptosphaeria    | 1   | 33.7                                 |
| Epicoccum        | 1   | 33.7                                 |
| Pleospora        | 1   | 33.7                                 |

| Pollens               | Data observed by the microscope (number of particles counted) | number of pollens and spores/ m3 of air |
|-----------------------|---|---|
| <i>Pinaceae</i>       | 1   | 33.7                                    |
| <i>Urticaceae</i>     | 3   | 101.1                                   |
| <i>Artemisia</i>      | 1   | 33.7                                    |
| <i>Cupressaceae</i>   | 5   | 168.5                                   |
| <i>Umbelliferae</i>   | 1   | 33.7                                    |
| <i>Chenopodiaceae</i> | 1   | 33.7                                    |
|                       |   |   |
| Plant residues        | 8   | 296.6                                   |
|                       |   |   |
| Molds                 | 41  | 1373.5                                  |
| <i>Cladosporium</i>   | 19  | 640.3                                   |
| <i>Torula</i>         | 6   | 202.2                                   |
| <i>Alternaria</i>     | 12  | 404.4                                   |
| <i>Fusarium</i>       | 3   | 101.1                                   |
| <i>Leptosphaeria</i>  | 1   | 33.7                                    |
| <i>Epicoccum</i>      | 1   | 33.7                                    |
| <i>Pleospora</i>      | 1   | 33.7                                    |

Tab. 8. Codice campione: Ofena – room 1; data di campionamento: 12/07/2016; ora di campionamento: 11.30 A.M. Sample code: Ofena – room 1; sampling date: 12/07/2016; sampling hour: 11.30 A.M.

| Pollini          | Dati di lettura al microscopio (numero di particelle contate) | numero di pollini e spore/ m3 d'aria | Pollens             | Data observed by the microscope (number of particles counted) | number of pollens and spores/ m3 of air |
|------------------|---|--------------------------------------|---------------------|---|---|
| Pinaceae         | 2   | 67.4                                 | <i>Pinaceae</i>     | 2   | 67.4                                    |
| Graminaceae      | 1   | 33.7                                 | <i>Graminaceae</i>  | 1   | 33.7                                    |
| Artemisia        | 1   | 33.7                                 | <i>Artemisia</i>    | 1   | 33.7                                    |
| Cannabaceae      | 8   | 269.6                                | <i>Cannabaceae</i>  | 8   | 269.6                                   |
| Cupressaceae     | 17  | 572.9                                | <i>Cupressaceae</i> | 17  | 572.9                                   |
| Corylaceae       | 1   | 33.7                                 | <i>Corylaceae</i>   | 1   | 33.7                                    |
|                  |   |                                      |                     |   |   |
| Residui vegetali | 14  | 471.8                                | Plant residues      | 14  | 471.8                                   |
| Ala di insetto   | 2   | 67.4                                 | Insect wings        | 2   | 67.4                                    |
| Zampa di insetto | 1   | 33.7                                 | Insect legs         | 1   | 33.7                                    |
|                  |   |                                      |                     |   |   |
| Muffe            | 23  | 775.1                                | Molds               | 23  | 775.1                                   |
| Epicoccum        | 6   | 202.2                                | Epicoccum           | 6   | 202.2                                   |
| Pithomices       | 2   | 67.4                                 | Pithomices          | 2   | 67.4                                    |
| Pleospora        | 1   | 33.7                                 | Pleospora           | 1   | 33.7                                    |
| Leptosphaeria    | 1   | 33.7                                 | Leptosphaeria       | 1   | 33.7                                    |
| Cladosporium     | 1   | 33.7                                 | Cladosporium        | 1   | 33.7                                    |
| Torula           | 4   | 134.8                                | Torula              | 4   | 134.8                                   |
| Ustilaginales    | 1   | 33.7                                 | Ustilaginales       | 1   | 33.7                                    |
| Helmithosporium  | 1   | 33.7                                 | Helmithosporium     | 1   | 33.7                                    |

Tab. 9. Codice campione: Ofena – room 2; data di campionamento: 12/07/2016; ora di campionamento: 11.57 A.M. Sample code: Ofena – room 2; sampling date: 12/07/2016; sampling hour: 11.57 A.M.

| Pollini            | Dati di lettura al microscopio (numero di particelle contate) | numero di pollini e spore/ m3 d'aria |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| Pinaceae           | 1   | 33.7                                 |
| Graminaceae        | 1   | 33.7                                 |
| Umbelliferae       | 2   | 67.4                                 |
| Tiliaceae          | 1   | 33.7                                 |
| Cupressaceae       | 4   | 134.8                                |
| Populus            | 1   | 33.7                                 |
|                    |   |                                      |
| Residui vegetali   | 13  | 438.1                                |
| Frammenti di pelle | 6   | 202.2                                |
|                    |   |                                      |
| Torula             | 2   | 67.4                                 |
| Alternaria         | 6   | 202.2                                |
| Leptosphaeria      | 1   | 33.7                                 |
| Pithomices         | 1   | 33.7                                 |
| Cladosporium       | 1   | 33.7                                 |
| Pleospora          | 1   | 33.7                                 |
| Helmithosporium    | 1   | 33.7                                 |
| Ustilaginales      | 1   | 33.7                                 |
| Stemphylium        | 2   | 67.4                                 |

| Pollens           | Data observed by the microscope (number of particles counted) | number of pollens and spores/ m3 of air |
|-------------------|---|---|
| Pinaceae          | 1   | 33.7                                    |
| Graminaceae       | 1   | 33.7                                    |
| Umbelliferae      | 2   | 67.4                                    |
| Tiliaceae         | 1   | 33.7                                    |
| Cupressaceae      | 4   | 134.8                                   |
| Populus           | 1   | 33.7                                    |
|                   |   |   |
| Plant residues    | 13  | 438.1                                   |
| Fragments of skin | 6   | 202.2                                   |
|                   |   |   |
| Torula            | 2   | 67.4                                    |
| Alternaria        | 6   | 202.2                                   |
| Leptosphaeria     | 1   | 33.7                                    |
| Pithomices        | 1   | 33.7                                    |
| Cladosporium      | 1   | 33.7                                    |
| Pleospora         | 1   | 33.7                                    |
| Helmithosporium   | 1   | 33.7                                    |
| Ustilaginales     | 1   | 33.7                                    |
| Stemphylium       | 2   | 67.4                                    |

Tab. 10. Codice campione: Ofena – room 3; data di campionamento: 12/07/2016; ora di campionamento: 13.08 A.M. Sample code: Ofena – room 3; sampling date: 12/07/2016; sampling hour: 13.08 A.M.

## Bibliografia/Bibliography

BONADONNA, L., BRIANCESCO, R., BRUNETTO, B., COCCIA, A.M., DE GIRONIMO, V., FUSELLI, S., GUCCI, P.M.B., IACOVACCI, P., LACCHETTI, I., LA ROSA, G., MELONI, P., PARADISO, R., PINI, C., SEMPRONI, M., *Strategie di monitoraggio dell'inquinamento di origine biologica dell'aria indoor*, Rapporti ISTISAN13/37.

BUCHER, E., BOTTARELLI, L., DE GIRONIMO, L., IVALDI, C., LESSI, S., MORETTI, O., VERARDO, O., ANELLI, P., GOTTARDINI, E., NARDELLI, V., ONORARI, M., PELLEGRINI, E., PEANA, I., STENICO, A., TASSAN, F. (2015), *POLLnet-Linee guida per il monitoraggio aerobiologico*, Delibera del Consiglio Federale, Seduta del 03.11.2015.Doc.n. 61/15-CF.

COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni- verso una strategia tematica sull'ambiente urbano, COM (2004) 60, Bruxelles 11.02.2004.

LOMBARDI, A., MURPHY, J., IANNERELLI, A., CIRANNA, S., MONTUORI, P., DELEON, E., (2017), *Case Studies of Environmental aQuality of Buildings Damaged by Earthquake, Prior to Adaptive Reconstruc-*

*tion: Pallazzo Moscardelli in Ofena and Ex-Colonia IX Maggio at Monteluco Di Roio, L'Aquila*, WIT Transactions on Ecology and the Environment: Sustainable Development and Planning, vol. 226, pp 59-72.

Rapporti ISTISAN (2012), *Problematiche relative all'inquinamento indoor: attuale situazione in Italia*, ISS, 25 Giugno 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) REGIONAL OFFICE FOR EUROPE, *Air quality guidelines for Europe*, second Edition, WHO Regional Publications European. Series, 91, 2000.

WHO, *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*, 2010.

WHO, *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide*, WHO/SDE/PHE/OEH/06.02, 2006.

## Sitografia/Sitography

www.artaabruzzo.it  
www.zefon.com  
www.pollnet.it



**UTSA**  
College of Architecture,  
Construction and Planning



€ 30,00

ISBN 978-88-7140-966-5



9 788871 409665