

University of Cantabria / University of Granada

Organizers:



# REHABEND 2022

## Euro-American Congress

CONSTRUCTION  
PATHOLOGY,  
REHABILITATION  
TECHNOLOGY AND  
HERITAGE MANAGEMENT

Granada (Spain) - September 13<sup>th</sup>-16<sup>th</sup>, 2022

Sponsor entities:



# ***REHABEND 2022***

***CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND  
HERITAGE MANAGEMENT***

*(9<sup>th</sup> REHABEND Congress)*

**Granada (Spain), September 13<sup>th</sup>-16<sup>th</sup>, 2022**

PERMANENT SECRETARIAT:

**UNIVERSITY OF CANTABRIA**

Civil Engineering School

Department of Structural Engineering and Mechanics

Building Technology R&D Group (GTED-UC)

Avenue Los Castros 34, 39005 SANTANDER (SPAIN)

Tel: +34 942 201 761 (43)

Fax: +34 942 201 747

E-mail: [rehabend@unican.es](mailto:rehabend@unican.es)

[www.rehabend.unican.es](http://www.rehabend.unican.es)

## REHABEND 2022

ORGANIZED BY:



UNIVERSITY OF CANTABRIA (SPAIN)  
[www.unican.es](http://www.unican.es) // [www.gted.unican.es](http://www.gted.unican.es)



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

UNIVERSITY OF GRANADA (SPAIN)  
[www.ugr.es](http://www.ugr.es)

CO-ORGANIZERS ENTITIES:



CHILE-UNIVERSIDAD AUSTRAL DE  
CHILE



ITALY-POLITECNICO DI BARI



MEXICO-UNIV. MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO



PERU-UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO



PORTUGAL-UNIVERSIDADE  
DE AVEIRO



PORTUGAL-INSTITUTO SUPERIOR  
TÉCNICO | UNIV. DE LISBOA



SPAIN-TECNALIA RESEARCH &  
INNOVATION



SPAIN-UNIVERSIDAD DEL  
PAIS VASCO



SPAIN-UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE CATALUÑA



SPAIN-UNIVERSIDAD DE BURGOS



SPAIN-UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE MADRID



SPAIN-UNIVERSIDAD DE SEVILLA



SPAIN-UNIVERSIDAD EUROPEA  
MIGUEL DE CERVANTES



UNITED STATES OF AMERICA-  
UNIVERSITY OF MIAMI



URUGUAY-UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA

CONGRESS CHAIRMEN:

IGNACIO LOMBILLO  
MARIA PAZ SÁEZ

CONGRESS COORDINATORS:

HAYDEE BLANCO  
YOSBEL BOFFILL

EDITORS:

HAYDEE BLANCO  
YOSBEL BOFFILL  
IGNACIO LOMBILLO

GUEST EDITOR:

MARIA PAZ SÁEZ

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE:

HUMBERTO VARUM – UNIVERSITY OF PORTO (PORTUGAL)  
PERE ROCA – TECHNICAL UNIVERSITY OF CATALONIA (SPAIN)  
ANTONIO NANNI – UNIVERSITY OF MIAMI (USA)

The editors does not assume any responsibility for the accuracy, completeness or quality of the information provided by any article published. The information and opinion contained in the publications are solely those of the individual authors and do not necessarily reflect those of the editors. Therefore, we exclude any claims against the author for the damage caused by use of any kind of the information provided herein, whether incorrect or incomplete.

The appearance of advertisements in these Scientific Publications (Printed Book of Abstracts & Digital Book of Articles - REHABEND 2022) is not a warranty, endorsement or approval of any products or services advertised or of their safety. The Editors does not claim any responsibility for any type of injury to persons or property resulting from any ideas or products referred to in the articles or advertisements.

The sole responsibility to obtain the necessary permission to reproduce any copyright material from other sources lies with the authors and REHABEND 2022 Congress can not be held responsible for any copyright violation by the authors in their article. Any material created and published by REHABEND 2022 Congress is protected by copyright held exclusively by the referred Congress. Any reproduction or utilization of such material and texts in other electronic or printed publications is explicitly subjected to prior approval by REHABEND 2022 Congress.

ISSN: 2386-8198 (printed)

ISBN: 978-84-09-42252-4 (Printed Book of Abstracts)

ISBN: 978-84-09-42253-1 (Digital Book of Articles)

Legal deposit: SA - 132 - 2014

Printed in Spain by Círculo Rojo



**KEYNOTE LECTURES**

|  |       |    |
|--|-------|----|
| 1 THE USE OF TITANIUM IN CONSERVATION AND SEISMIC REINFORCEMENT OF MASONRY STRUCTURES<br><i>Corradi, Marco; Adkins, Jill</i>   | ..... | 2  |
| 2 STRENGTHENING OF MASONRY STRUCTURES WITH INORGANIC MATRIX COMPOSITES (IMCS)<br><i>Aiello, Maria Antonietta</i>   | ..... | 16 |
| 3 PROGRESSIVE COLLAPSE AND ROBUSTNESS OF BUILDINGS AND BRIDGES<br><i>Adam, José M; Buitrago, Manuel; Makoond, Nirvan</i>   | ..... | 28 |
| 5 ARCHITECTURE OF MANY EPOCHS: THE SACROMONTE ABBEY IN GRANADA<br><i>Martín Muñoz, Antonio</i>   | ..... | 35 |
| 6 CONSERVATION AND MANAGEMENT OF THE BUILT HERITAGE: RECENT WORKS ON MODERN HERITAGE BUILDINGS OF PORTUGUESE ORIGIN<br><i>Lourenço, Paulo B.; Mendes, Nuno; Ortega, Javier</i> | ..... | 45 |

**1.- PREVIOUS STUDIES**

**1.1.- Multidisciplinary studies (historical, archaeological, etc.).**

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 3   | CHROMATIC ANALYSIS OF THE FINISH OF THE 17TH CENTURY WALL OF THE SANTO DOMINGO FORTRESS IN DOMINICAN REPUBLIC<br><i>Flores-Sasso, Virginia; Pérez, Gloria; Ruiz-Valero, Letzai; Martínez-Ramírez, Sagrario; Prieto-Vicioso, Esteban</i>                     | 54  |
| 16  | DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION SYSTEM OF THE SOUTHERN GOTHIC CATHEDRAL PROFILE<br><i>Lluís-Teruel, Cinta; Lluís i Ginovart, Josep</i>  | 63  |
| 20  | THE HOROLOGION OF ANDRONIKOS OF KYRROS IN ATHENS, GREECE: CULTURAL HERITAGE ISSUES AND HISTORICAL EVIDENCE<br><i>Panou, Evangelia; Alexopoulou, Athina Georgia</i>  | 72  |
| 33  | RESTORATION AND ACCESS TO THE INCA CEREMONIAL SANCTUARY OF MAUCALLACTA AND ITS INSERTION IN THE TOURIST CIRCUIT OF SOUTHERN PERU<br><i>Cusihamán Sisa, Gregorio Nicolás; Alarcón Condori, Javier Guido</i>  | 83  |
| 34  | THE CITY OF SUCEAVA - ASPECTS OF URBAN DEVELOPMENT<br><i>Cioban, Andreea G.; Agachi, Mihaela I. M.</i>  | 92  |
| 65  | THE HISTORIC ARCHITECTURAL COMPLEX OF MANGUINHOS, RIO DE JANEIRO, RJ, BRAZIL<br><i>Oliveira, Benedito Tadeu de</i>  | 100 |
| 95  | HISTORICAL ARCHIVE OF THE CITY OF LOJA, ECUADOR<br><i>Delgado Cruz, María José; Sanz González, Sofía</i>  | 109 |
| 148 | MEXICAN TEMPLES OF MENDICANT CONVENTS: STRUCTURAL CONFIGURATION AND DAMAGES DUE TO EARTHQUAKES<br><i>García Gómez, Natalia; Peña Mondragón, Fernando; Chávez Cano, Marcos M.</i>  | 118 |
| 150 | BLURRED FAÇADE AS THRESHOLD ARCHITECTURE<br><i>Yapicioglu, Balkiz; Cazacova, Liudmila</i>   | 126 |
| 194 | OPTICAL AND COLOR ANALYSIS OF ROMAN WALL PAINTINGS FROM THE FORUM DISTRICT OF CARTHAGO NOVA<br><i>Martínez-Arredondo, Ana; Navarro-Moreno, David; Mestre-Martí, María; Lanzón, Marcos</i>   | 135 |
| 283 | DOCUMENTARY RESEARCH AND CONSTRUCTIVE UNDESTANDING OF THE PICASSO AND NESJAR MURALS IN THE BUILDING OF THE ARCHITECTS' ASSOCIATION OF CATALONIA IN BARCELONA, SPAIN<br><i>Bosch González, Montserrat; González-Sánchez, Belén; Rosell Amigó, Joan Ramon</i> | 143 |
| 290 | THE FIRST APPROACH TO TRENCADIS OF GAUDI: METHODS OF GEOMETRIC ANALYSIS<br><i>Asadova, Zahra; Navarro, Isidro; Santana, Galdric</i>   | 150 |
| 294 | SANTA COLOMA D'ANDORRA - THE CONCEPTION OF A CHURCH BEFORE THE 11TH CENTURY.<br><i>Pedragosa Batllori, Gemma</i>  | 160 |
| 297 | ANALYSIS AND PROPOSAL FOR RECOVERY OF ARCHITECTURAL HERITAGE. THE CASE OF THE TEMPLAR COMMANDRY OF ABERIN IN NAVARRE<br><i>Roces Gonzalo, Clara; Torres Ramo, Joaquín</i>   | 170 |
| 318 | ARCHAEOLOGY OF ARCHITECTURE APPLIED TO CONSERVATIVE ARCHITECTURAL RESTORATION: CASE STUDY OF STRATIGRAPHIC ANALYSIS OF VOLUMES AND COATINGS<br><i>Cascone, Santi Maria; Longhitano, Lucrezia; Longhitano, Giuseppe Antonio</i>                              | 179 |
| 330 | USE VALUE VS TECHNICAL REQUIREMENTS. METHODOLOGY FOR ASSESSING POTENTIAL USES IN HERITAGE BUILDINGS. THE CASE OF LUCENA (CORDOBA)<br><i>Mosquera-Pérez, Clara; Navarro-de-Pablos, Javier; Rodríguez-Lora, Juan-Andrés; Navas-Carrillo, Daniel</i>           | 188 |
| 348 | ON ARCHITECTURE FROM THE SECOND HALF OF THE XX CENTURY IN POLAND<br><i>Zychowska, Maria J.; Bialkiewicz, Andrzej</i>  | 197 |
| 366 | DETERIORATIONS AND RECOVERY PROJECTS IN THE FORTIFICATIONS OF THE CARIBBEAN COAST OF PANAMA, PORTOBELLO AND SAN LORENZO.<br><i>Durán, Félix; García, Elizabeth</i>  | 206 |
| 368 | VERNACULAR ARCHITECTURE OF QUINGEO PARISH (AZUAY, ECUADOR). DEFINITION OF THE HISTORICAL-CONSTRUCTIVE CONTEXT FROM THE MURAL STRATIGRAPHIC ANALYSIS<br><i>López Suscal, Michelle; Aguirre Ullauri, María del Cisne</i>                                      | 215 |
| 372 | CONSERVATION AS A DESIGN OPPORTUNITY. PROTECTION SYSTEMS IN THE ARCHAEOLOGICAL FIELD<br><i>Cadoni, Stefano</i>  | 226 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 391 | SANTA MARÍA DEL CAMPO AND SANTA MARÍA DE RIOSECO: EVOLUTIVE CONCORDANCES OF TWO OUTSTANDING CASTILLIAN BELL-TOWERS<br><i>Sánchez Rivera, José Ignacio; Sáiz Virumbrales, Juan Luis</i> | 238 |
|-----|--|-----|

### 1.2.- Heritage and territory.

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 25  | TWO ICONS OF BILBAO'S INDUSTRIAL HERITAGE: ETXEBARRIA'S CHIMNEY AND ZORROZA'S CRANE<br><i>Díez Hernández, Jesús; Piñero, Ignacio; Ezquerro Andreu, Mikel; Briz, Estíbaliz</i>   | 246 |
| 74  | METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE ANALYSIS OF THE HERITAGE VULNERABILITY OF PRODUCTIVE RURAL GROUPS. THE CASE OF THE SAN PEDRO RIVER BASIN, LOS RÍOS REGION, CHILE<br><i>Vásquez Fierro, Virginia; Horn Morgenstern, Andrés</i>   | 257 |
| 103 | JESUIT RANCHES HERITAGE OF NUEVA ANDALUCÍA AND TERRITORY ARTICULATION. A CASE FOR MANAGEMENT, PRESERVATION AND REACTIVATION<br><i>Saborido Forster, Gustavo Adolfo; Mosquera Adell, Eduardo; Ponce Ortiz de Insagurbe, María Mercedes</i>   | 267 |
| 111 | THE SAN TELMO BRIDGE IN SEVILLE. A PIONEERING WORK IN REINFORCED CONCRETE AT THE BEGINNING OF THE 20TH CENTURY<br><i>González García de Velasco, Concepción; Agudo Martínez, Andrés; González Vilchez, Miguel</i>   | 277 |
| 121 | FROM THE CATALAN MASIA TO THE MASSERIA OF SOUTHERN ITALY: PATHS FOR THE RECOVERY AND REUSE OF RURAL ASSETS IN BASILICATA<br><i>Guida, Antonella; Porcari, Vito Domenico; Andrulli, Giovanna</i>   | 285 |
| 126 | CHARACTERIZATION OF NATIVE SHUAR ARCHITECTURE: ARCHITECTURAL TYPES, REPRESENTATIVE ELEMENTS AND CONSTRUCTION SYSTEMS<br><i>Soto Toledo, Katherine Haydee; Rodríguez Torres, María José</i>  | 294 |
| 127 | 19TH CENTURY MERSIN COMMERCIAL BUILDINGS, PRESENT CONDITIONS, AND PROBLEMS OF CONSERVATION<br><i>Darendeli, Tuğçe; Umar, Nur</i>  | 303 |
| 135 | DEVELOPMENT LINE OF THE RESIDENTIAL ARCHITECTURE OF THE ISLAND OF SAN CRISTÓBAL-GALÁPAGOS: THE CHALLENGE OF OFFERING VERNACULAR ECOLOGICAL SOLUTIONS<br><i>Matapuncho-Davila, Elvira; Granda-Viñan, Paola; Aguirre-Maldonado, Eduardo</i>   | 311 |
| 144 | CANTONA: THE URBAN ARCHEOLOGICAL HERITAGE, AS AN ANALYTICAL PATH TO RECONCEPTUALIZE THE SOCIAL PRODUCTION OF THE HABITAT<br><i>Álvarez, María del Pilar; Nava, José María Wildford</i>  | 319 |
| 217 | EVALUATION OF PROPOSAL FOR THE CONNECTION OF ARCHITECTURAL HERITAGE AREAS. CASE STUDY: MANIZALES, COLOMBIA<br><i>Escobar, Diego A.; Giraldo, Sofía; Moncada, Carlos A.</i>  | 329 |
| 275 | FENCE WALLS IN THE BAIXO TÂMEGA VALLEY<br><i>Pinto, Jorge; Reis, Cristina; Bento, Ricardo; Bentes, Isabel; Pereira, Sandra</i>  | 339 |
| 284 | EUROPEAN SMART VILLAGES: STATE OF THE ART AND POSSIBLE DEVELOPMENT SCENARIOS<br><i>D'Andria, Emanuela; Fiore, Pierfrancesco; Falce, Carmelo</i>   | 348 |
| 292 | TRANSFERENCE FROM INDUSTRIAL ARCHITECTURE TO RESIDENTIAL BUILDINGS: REYES CATÓLICOS STREET DURING THE EXPANSION OF THE SUGAR INDUSTRY IN GRANADA AS A CASE STUDY.<br><i>Martínez-Ramos e Iruela, Roser; Cervera Fuentes, María Teresa; Adelaida Martín Martín; García Nofuentes, Juan Francisco</i> | 357 |
| 316 | EARLY REPUBLIC PERIOD MALATYA STATION BUILDINGS<br><i>Sarı, Fatma Zehra; Umar, Nur</i>  | 367 |
| 394 | THE RECONSTRUCTION OF ZIKUÑAGA CHAPEL OF HERNANI: BUILT HERITAGE LOST AND FOUND<br><i>Uranga, Eneko J.; Arraztio, Xabier; Uranga, Juan José</i>   | 376 |

### 1.3.- Urban regeneration.

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 11 | MORE THAN A GREEN FAÇADE: THE GREEN POTENTIAL FOR HISTORIC CENTRES<br><i>Vallejo Espinosa, Andrea; Davis, Michael Maks; Ramírez, Francisco</i>   | 385 |
| 45 | BUILDING AND URBAN CHARACTERISTICS FOR THE DEVELOPMENT OF INTERVENTION STRATEGIES IN THE PONTE GÊA NEIGHBORHOOD OF BEIRA<br><i>Santos, Michael M.; Ferreira, Ana Vaz; Lanzinha, João C. G.</i>   | 395 |
| 58 | THOUGHTS ON PUBLIC SPACE. PROPOSALS FOR THE NEW SQUARE OF THE CHURCH OF SAINT ANTHONY OF PADUA IN THE VILLAGE OF NOVENTANA, ITALY<br><i>Pietrogrande, Enrico; Dalla Caneva, Alessandro</i>   | 405 |
| 73 | THE CHALLENGE OF DECENTRALISATION AND CONTEXTUAL VALUATION IN THE FRAMEWORK OF THE APPLICATION OF TERRITORIAL PLANNING INSTRUMENTS. THE CASE OF THE URBAN WETLANDS OF VALDIVIA AND TEMUCO, CHILE<br><i>Horn, Andrés; Vásquez, Virginia</i> | 415 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 77  | SOCIO-TERRITORIAL CONTEXTUALIZATION OF HERITAGE ON INTRA-URBAN SCALE. THE CURRENT HORIZON OF THE MOST RELEVANT OFFICIAL SOURCES<br><i>Usobiaga, Elena; De Cos, Olga</i>  | 426 |
| 106 | GLOBAL ARCHITECTURE: REHABILITATION AND REGENERATION<br><i>Vitrano, Rosa Maria</i>   | 434 |
| 299 | MANAGEMENT MODELS FOR ENERGY REGENERATION IN URBAN AND RURAL AREAS OF NAVARRA<br><i>Izcue, Isabel; García Madruga, Carolina</i>  | 443 |
| 369 | THE HOUSING HARDSHIP IN ROME. PUBLIC RESIDENTIAL BUILDING VS SOCIAL HOUSING?<br><i>Crupi, Francesco</i>  | 454 |
| 370 | AUGMENTED ARCHITECTURE AND MULTIFUNCTIONAL BUILDING EXOSKELETONS, A LOOK AT THE FUTURE OF EXISTING BUILDINGS IN URBAN AREAS<br><i>De Vita, Mariangela; Fabbrocino, Giovanni; Mannella, Antonio; Panunzi, Stefano</i> | 466 |
| 373 | URBAN REGENERATION OF VILLAGES AS AN OPPORTUNITY. TOOLS AND METHODS IN THE CASE STUDY OF MOGORO IN SARDINIA<br><i>Atzeni, Carlo; Cadoni, Stefano; Marras, Francesco</i>  | 474 |

### 1.5.- Social participation processes and socio-cultural aspects in rehabilitation projects.

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 13  | RECOGNITION AND IMPROVEMENT OF LOCAL TECHNIQUES, CONTRIBUTION TO THE RE-ROOTING AND EMPOWERMENT OF COLOMBIAN COMMUNITIES IN POST-CONFLICT<br><i>Chica Segovia, Angélica; Ramos Zapata, María Camila; Fuya Chontal, Néstor; Mosquera Posso, John Keddy</i> | 485 |
| 169 | THE SOCIAL PARTICIPATION IN THE CASE OF MANGUINHOS HISTORIC ARCHITECTURAL NUCLEUS (NAHM)<br><i>Almeida, Roberta dos Santos; Pinheiro, Marcos José de Araújo</i>   | 497 |
| 327 | CITIZEN PARTICIPATION FOR HERITAGE INTERVENTION. AN EXPERIENCE IN LUCENA (CORDOBA)<br><i>Navas-Carrillo, Daniel; Mosquera-Adell, Eduardo; Pérez-Cano, Teresa</i>  | 505 |

### 1.6.- Construction pathology.

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 5   | COLLAPSES IN GLUED LAMINATED TIMBER STRUCTURES OF COVERED POOLS, DUE TO MISTAKES IN ASSIGNMENT OF USE CLASSES<br><i>Lozano, Alfonso; Lorenzo, David; Martínez, J. Enrique; Alonso, Mar; Álvarez, Felipe</i>  | 514 |
| 8   | PERFORMANCE OF POZZOLANIC ADDITIONS TO CONTROL ALKALI-SILICA REACTION (ASR) PROMOTED BY AGGREGATES WITH DIFFERENT REACTION RATES<br><i>Menéndez, Esperanza; Sanjuán, Miguel Ángel; García-Roves, Ricardo; Argiz, Cristina; Recino, Hairon</i>  | 522 |
| 9   | PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN SANDWICH VERTICAL PANELS: CASE STUDY<br><i>Lordsleem Jr., Alberto Casado; Lira, Virginia Queiroz</i>  | 531 |
| 23  | ANALYSIS OF RECURRENCE OF PATHOLOGICAL LESIONS IN LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE CITY OF MEDELLÍN<br><i>Cañola, Hernán-Darío; Urrego, Andrés; Granda-Ramírez Fidel; Venegas, Karen ; Arroyave, Joan</i>   | 539 |
| 30  | PARAMETERISATION OF THE DEGRADATION PROCESSES IN COATED FAÇADES WITH ONE COAT MORTAR RENDERS<br><i>Carretero-Ayuso, Manuel J.; Pinheiro-Alves, M<sup>a</sup> Teresa; Sáez-Pérez, M<sup>a</sup> Paz</i>   | 548 |
| 53  | THE USE OF MACROPOROUS MORTAR IN THE REHABILITATION OF HANDMADE BRICK WALLS WITH RISING DAMP<br><i>Camino-Olea, M<sup>a</sup> Soledad; Llorente-Álvarez, Alfredo; Cabeza-Prieto, Alejandro; Martín-Aldudo, Ernesto; M<sup>a</sup> Paz Sáez-Pérez; Rodríguez-Esteban, M<sup>a</sup> Ascensión</i> | 556 |
| 59  | INFRARED THERMOGRAPHY AS A TOOL FOR INSPECTION OF BUILDING DEFECTS IN COATINGS - A SYSTEMATIC REVIEW<br><i>Lima, Wanessa; Cavalcanti, Lucas, Arruda, Vaness, Figueira, Amanda, Bentzen, Mariana, Póvoas, Yêda, Lordsleem Jr., Alberto</i>  | 564 |
| 62  | CONSTRUCTIVE STUDY OF THE SHIPWRECKED HOUSE IN THE PORT OF BILBAO<br><i>Marcos, Ignacio; Díez, Jesús; Piñero, Ignacio; Egiluz, Ziortza</i>   | 577 |
| 84  | MONTEVIDEO MUNICIPAL OSSUARY. INTEGRAL STUDY AND MANAGEMENT PLAN<br><i>Fontana, Juan José; Gambini, Jorge; Méndez, Mary; Tomeo, Fernando; Romay, Carola</i>  | 587 |
| 107 | ASSESSING AESTHETIC AND STRUCTURAL DETERIORATION IN HISTORIC BUILDINGS - A CONTRIBUTION<br><i>Dias, L.; Rosado, T.; Bhattacharya, S.; Candeias, A.; Caldeira, A.T.; Mirão, J.</i>  | 596 |
| 128 | ANALYSIS OF DOCUMENTAL AND EXECUTIVE PROCESSES OF CONSERVATION OF BUILDINGS TAKEN AS HISTORICAL HERITAGE<br><i>Andrade, Ana Paula Cintra</i>   | 606 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 132 | STUDY OF THE HERITAGE BUILDING COMPLEX OF THE NATIONAL MUSEUM OF COSTA RICA FROM A HISTORICAL, ARCHITECTURAL AND PATHOLOGICAL PERSPECTIVE<br><i>Porras-Alfaro, David; García-Baltodano, Kenia; Méndez-Álvarez, Dawa</i>  | 615 |
| 162 | FACADE DAMAGE MAPS: A LITERATURE REVIEW<br><i>Lopes, Melissa L. F.; Silva, Maykon V.; Bauer, Elton</i>   | 624 |
| 174 | RADON EXHALATION FROM THE STRUCTURE OF HISTORIC BUILDINGS. A PROBLEM DETECTED AT THE TOWER OF HERCULES, CORUÑA<br><i>Frutos, Borja; Alonso, Carmen; Martín-Consuegra, Fernando; Sicilia, Isabel; de Frutos, Fernando; Perez, Gloria</i>                              | 634 |
| 183 | CLASSIFICATION OF BUILDING FACADES BY MEANS OF THE LEVEL OF PROTECTION CRITERIA<br><i>Souza, Ana Luíza Rocha de; Andrade, Daiane Teodoro de; Bauer, Elton; Souza, Jéssica Siqueira de</i>  | 643 |
| 196 | PATHOLOGIES IN THE ORNAMENTATION OF FAÇADES IN THE ARCHITECTURE OF HISTORICIST ECLECTICISM - THE CASE OF MANIZALES (COLOMBIA)<br><i>Sarmiento, Juan Manuel; Bedoya, Lina Clemencia; Betancur, Angélica; Ramírez, Esteban</i>   | 655 |
| 203 | THERMAL ANALYSIS OF SODIUM SULFATE CRYSTALLIZATION WITHIN POROUS BUILDING MATERIALS<br><i>Bednarska, Dalia; Koniorczyk, Marcin</i>   | 665 |
| 207 | REALITY-BASED MODEL AND 3D INFORMATION SYSTEMS: A GIS 3D TO MAPPING THE CRACK PANEL OF THE CHURCH OF SANTA MARIA DEGLI ANGELI IN PIZZOFALCONE IN NAPLES<br><i>Acquaviva, Sabrina; Pulcrano, Margherita; Scandurra, Simona; Palomba, Daniela; di Luggo, Antonella</i> | 673 |
| 216 | BUILDINGS INVESTIGATION OF DEGRADATION VARIABILITY IN BRASÍLIA-BRAZIL CITY<br><i>Rodrigues Neto, Eduardo; Bauer, Elton</i>   | 682 |
| 226 | THE WOOD MOISTURE FACTOR ON THE BIOLOGICAL DETERIORATION OF WOODEN STRUCTURES<br><i>Lima, Daniel F.; Tenório, Marina; Branco, Jorge M.; Nunes, Lina</i>  | 690 |
| 241 | DEEP DETECTING FOR DETECTING CRACKS IN PAINTED BUILDING FAÇADES<br><i>Pereira, Sandra; Pires, João; Silva, João; Ferreira, Tomás; Neto, Alexandre; Cunha, António</i>  | 698 |
| 265 | IDENTIFICATION OF HERITAGE STONE BUILDING DEGRADATION PATTERNS BASED ON DIGITAL PHOTOGRAMMETRY DATA<br><i>Jalón, María L.; Chiachío, Juan; Gil-Martín, Luisa María; Hernández-Montes, Enrique</i>  | 708 |
| 266 | CASE OF STUDY: DIAGNOSIS OF 100 YEARS OLD ABANDONED MILL<br><i>Cetrangolo, Gonzalo; Romay, Carola; Mussio, Gianella; Spalvier, Agustin</i>   | 715 |
| 274 | RECURRING DAMAGES IN THE EXECUTION OF CONCRETE SLABS ON LARGE SURFACES<br><i>Martínez Martínez, José Antonio; Manso Villalaín, Juan Manuel; García Castillo, Luis María; Aragón Torre, Ángel</i>   | 725 |
| 324 | PATOLOGY AND NUMERICAL MODEL OF THE TEMPLE OF SAN FRANCISCO TZINTZUNTZAN<br><i>Márquez, Alberto; Olmos, Bertha; Jara, José Manuel; Martínez, Guillermo</i>   | 734 |
| 349 | CONSOLIDATION OF A POROUS SANDSTONE USED IN ANCIENT CONSTRUCTIONS<br><i>Lamas, Pedro; Pinho, Fernando</i>  | 744 |

**1.7.- Diagnostic techniques and structural assessment (no destructive testing, monitoring and numerical modeling).**

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 18 | CHARACTERIZATION OF PIGMENTS USED AS PROTECTION AND DECORATION ON EXTERIOR FACADES OF HISTORIC BUILDINGS<br><i>Martínez-Ramírez, Sagrario; Flores Sasso, Virginia; Ruiz-Valero, Letzai; Pérez, Gloria; Guerrero, Ana; Prieto Vicioso, Esteban; Vučetić, Snežana</i> | 752 |
| 26 | VALIDATION OF ULTRASONIC PULSE TO QUALITY CONTROL OF RECYCLED AGGREGATE SELF-COMPACTING CONCRETE<br><i>Revilla-Cuesta, Víctor; Santamaría, Amaia; Espinosa, Ana B.; Chica, José A.; Manso, Juan M.; Ortega-López, Vanesa</i>  | 761 |
| 44 | NUMERICAL APPROCHES FOR SOIL-STRUCTURE INTERACTION IN A HISTORICAL INDUSTRIAL MASONRY BUILDING<br><i>Longarini, Nicola; Crespi, Pietro; Zucca, Marco; Scamardo, Manuela</i>   | 770 |
| 46 | ENGINEERING SKILLS AIDED BY THERMOGRAPHY AND BIM<br><i>Ribeiro Antunes, Maria Luisa; Cabaleiro Cortizo, Eduardo; Magalhães Lenz, César Júnior, Kleos</i>  | 779 |
| 60 | SEISMIC VULNERABILITY AND RETROFITTING OF A HISTORICAL MASONRY BUILDING<br><i>Scamardo, Manuela; Crespi, Pietro; Longarini, Nicola; Zucca, Marco</i>  | 787 |



|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 64  | THE FOURTH ARCH OF THE AUGUSTUS BRIDGE AT NARNI (ITALY): A CASE STUDY OF ROMAN ARCH WITH RIBS<br><i>Custodi, Alberto; Scaia, Flora</i>   | 795 |
| 78  | ANALYSIS OF VARIABILITY AND RELIABILITY OF STRESS WAVE MEASUREMENTS ON STRUCTURAL TIMBER ELEMENTS IN SITU<br><i>Osuna-Sequera, Carlos; Luengo, Emilio; Cabrero, Juan Carlos; Hermoso, Eva</i>  | 803 |
| 90  | A NEW METHODOLOGY BASED ON NON-DESTRUCTIVE TECHNIQUES FOR OLD STRUCTURAL TIMBER<br><i>Peñalver Oltra, Manuel; Abián Pérez, Miguel Ángel; Segura Orenga, Guillem; Martínez Ruiz, Guillermo Vicente; Redón Santafé, Miguel</i>   | 813 |
| 129 | STRUCTURAL ASSESSMENT UNDER LATERAL ACCELERATIONS OF A CONCRETE VAULTED MAYA BUILDING OF BONAMPAK, CHIAPAS, MEXICO<br><i>Hamad, Omar; Sennyondo, Justin; Kimanya, Humfrey; Nguyen, Dung; Tezcan, Selman; Perucchio, Renato</i>   | 822 |
| 158 | FUNICULAR ANALYSIS OF MASONRY VAULTS UNDER GENERAL LOADING CONDITIONS THROUGH A CONSTRAINED FORCE DENSITY METHOD<br><i>Bruggi, Matteo; Taliercio, Alberto</i>  | 830 |
| 159 | EL HÓRREO, ARCHITECTURAL HERITAGE ELEMENT OF THE PRINCIPALITY OF ASTURIAS. METHODOLOGY FOR THE INSPECTION AND DIAGNOSYS FOR ITS CONSERVATION<br><i>Vega, Abel; Rodríguez, Soledad</i>  | 838 |
| 173 | SHAKING TABLE TEST DESIGN OF A TYPICAL CHURCH OF MORELOS STATE<br><i>Chávez, Marcos M.; Durán, Daniel</i>  | 845 |
| 179 | DISPLACEMENT ANALYSIS OF WOODEN TRUSSES THROUGH DIGITAL SURVEY AND VISUAL PROGRAMMING TOOLS. THE BASILICA OF SAN PETRONIO IN BOLOGNA<br><i>Massafra, Angelo; Prati, Davide; Predari, Giorgia</i>   | 854 |
| 205 | CONDITION ASSESSMENT OF SIDE CORRIDORS WITH THE USE OF AGGREGATIONS BASED ON FUZZY INFERENCE METHOD<br><i>Bukovics, Ádám; Lilik, Ferenc; Kóczy, László T.; Liszi, Máté</i>   | 864 |
| 237 | THE ROLE OF THE EARTHQUAKE VERTICAL COMPONENT ON THE SEISMIC BEHAVIOUR OF MASONRY WALLS<br><i>Camata, Guido; Di Primio, Alice; Sepe, Vincenzo</i>  | 873 |
| 243 | EXPERIMENTAL STUDY ON CALIBRATION FACTOR OF FLAT - JACKS<br><i>Blanco, Haydee; Boffill, Yosbel; Lombillo, Ignacio; Renedo, Carlos; Sosa, Israel; Carrasco, Cesar</i>   | 882 |
| 256 | INSPECTION AND STRUCTURAL EVALUATION OF A MASONRY ARCH FOOTBRIDGE, BAIRRO DOS ANJOS BRIDGE - LEIRIA<br><i>Christo, Guilherme; Veludo, João; Gaspar, Florindo</i>   | 892 |
| 258 | INVESTIGATION OF MASONRY DEFORMABILITY THROUGH FLAT-JACK TESTING: A NUMERICAL STUDY<br><i>Alecci, Valerio; De Stefano, Mario; Marra, Antonino Maria; Stipo, Gianfranco</i>   | 900 |
| 264 | AMBIENT VIBRATION TESTING, DYNAMIC IDENTIFICATION, AND MODEL UPDATING OF A CULTURAL HERITAGE BUILDING. THE CHURCH OF THE ROYAL MONASTERY OF SAN JERÓNIMO (GRANADA, SPAIN).<br><i>Rodríguez, Rubén; Pachón, Pablo; Sáez, Andrés; Aguilar, Jaime; Compán, Víctor</i>   | 909 |
| 268 | METHODOLOGY TO MONITORING THE STATE OF CONSERVATION OF BUILDINGS' ROOFS USING MULTISPECTRAL IMAGES: CASE STUDY OF LEIRIA DOWNTOWN HISTORICAL CENTRE<br><i>Gonçalves, Luisa M.S.; Gaspar, Florindo; Veludo, João</i>  | 919 |
| 281 | DIAGNOSIS OF MONUMENTAL STRUCTURES CONSIDERING HISTORY RELATED-PHENOMENA: A SYSTEMATIC OPERATING METHOD APPLIED TO THE BAPTISTERY OF PISA<br><i>Bartolini, Giada; De Falco, Anna; Giuliani, Francesca</i>  | 928 |
| 282 | GEOMETRIC APPROACH AND STRUCTURAL ANALYSIS OF THE TERCELETE VAULTS OF THE CAPTAIN MONTE BERNARDO CHAPEL OF THE SANTA DE SEVILLA CHURCH BY USING PHOTOGRAMETRY TECHNIQUES AND THE FINITE ELEMENTS METHOD<br><i>Valseca, J.A.; Tarín, María; Rodríguez, Rubén; Compán Cardiel, Víctor Jesús; Cámara, Margarita</i> | 937 |
| 302 | SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT AND RETROFIT MEASURES FOR MEDIEVAL STONE MASONRY MINARETS IN EGYPT<br><i>Hamdy, Gehan</i>   | 950 |
| 303 | MANAGING DIAGNOSTIC DATA FOR SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF BUILDING STOCKS BY AN INTEGRATE GIS/VR APPROACH<br><i>De Fino, Mariella; Lasorella, Margherita; Fatiguso, Fabio</i>   | 960 |
| 321 | FROM SURVEY TO ANALYSIS OF THE DAMAGE MECHANISMS IN STONE WALLS: DIAGNOSTIC INVESTIGATIONS ON A BASTION OF THE VENETIAN FORTRESS IN BERGAMO<br><i>Nannei, Virna Maria; Azzola, Pietro; Mirabella Roberti, Giulio</i>   | 971 |

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 325 | STRUCTURAL ANALYSIS BY IN-SITU EXPERIMENTAL CAMPAIGN AT THE “TORRE DE LA VELA” OF THE ALHAMBRA DE GRANADA (SPAIN)<br><i>Suárez, Fco. Javier; Ortega, Javier; Vuoto, Annalaura; Lourenço, Paulo B.</i>              | 981  |
| 326 | HOMOGENIZED NONLINEAR PROPERTIES OF URM STRUCTURES<br><i>Valadao, Ryan Manuel; Pantazopoulou, S.J.</i>   | 993  |
| 355 | NON-DESTRUCTIVE TECHNIQUES USED IN THE DIAGNOSIS OF THE MANSARD ROOF STRUCTURE OF THE URIARTE DE HEBER PALACE<br><i>Torán, Susana</i>  | 1001 |
| 359 | EVALUATION OF HISTORICAL STONE STRUCTURES UNDER EXTREME ACTIONS USING RIGID SOLID DYNAMICS METHODS. CASE STUDY: THE ALCÁNTARA BRIDGE, SPAIN<br><i>Suárez, Diana; Goicolea, José María; Tarque, Nicola</i>          | 1009 |
| 380 | APPLICABILITY OF THE GROUND PENETRATING RADAR TO DETECT BUILDING SETTLEMENTS: THE SINGULAR CASE OF AN INDIANA HOUSE<br><i>Solla, Mercedes; López-Leira, José Manuel; Fernández, Norberto; Rodríguez, Juan Luis</i> | 1020 |
| 385 | ANALYSIS OF THE SHEAR STRENGTH OF MASONRY WALLS ACCORDING TO THE DISTRIBUTION OF THE BRICK AND MORTAR<br><i>Reynau, Ricardo; Ivorra, Salvador; Bru, David; Estevan, Luis</i>                                       | 1028 |
| 387 | FROM PRELIMINARY STUDIES TO RESTAURO OF CASA BATLLÓ BY ANTONI GAUDÍ<br><i>Olona, Joan; Bosch, Mireia; Villanueva, Xavier; Villanueva, Ignasi</i>   | 1036 |
| 390 | VULNERABILITY ANALYSIS OF HISTORIC MASONRY TANK-TOWER USING THE PHOTOGRAMMETRIC SURVEY: A CASE STUDY<br><i>Hyseni, Alba; Cascardi, Alessio; Micelli, Francesco; Aiello, Maria Antonietta</i>                       | 1047 |
| 399 | PETROGRAPHIC STUDY OF THE MURAL PAINTING COATINGS OF THE SAN JORGE CHURCH (LEDANTES, CANTABRIA)<br><i>Sánchez Carro, Miguel A.; Quevedo González, Lydia</i>  | 1055 |
| 400 | NDT MORPHOLOGICAL AND SPECTROSCOPIC ASSESMENT OF NANO CONSOLIDATION OF THE LIMESTONE, THEBAN TOMB 109 OF WEST BANK, LUXOR, EGYPT<br><i>Ahmed Sallam; Sayed Hemeda ; Haitham Eid; Moustapha Hassan; Mona Khalil</i> | 1063 |

### 1.8.- Vulnerability studies and risk management.

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 14  | CONSISTENCY ANALYSIS IN THE APPLICATION OF THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS METHOD, TO DETERMINE VULNERABILITY CRITERIA OF SOCIAL HOUSING IN VALDIVIA - CHILE, AGAINST SEISMIC EVENTS<br><i>Alvial, Jorge; Vidal, Luis; Chicuy, Yessenia</i>  | 1070 |
| 42  | A CRITICAL ROUTE FOR DOCUMENTING THE SEISMIC VULNERABILITY ON MEXICAN HISTORICAL CITIES ON GIS DATABASES<br><i>Ramírez Eudave, Rafael; Ferreira, Tiago Miguel; Romeu, Vicente</i>   | 1078 |
| 66  | ON THE VULNERABILITY OF ANCIENT TOWN WALLS TO SLOW ONSET EVENTS: FORMULATION OF A SYNTHETIC INDEX<br><i>De Falco, Anna; Giuliani, Francesca; Gaglio, Francesca; Ladiana, Daniela; Di Sivo, Michele</i>                                      | 1088 |
| 79  | A MULTILEVEL APPROACH FOR THE SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF MASONRY CHURCHES IN CUSCO (PERU)<br><i>Cocco, Giulia; Di Pietro, Erika; Fusella Stefano; Mazzanti, Claudio; Alfaro, Crayla; Brando, Giuseppe</i>                          | 1097 |
| 82  | EMERGENCY INTERVENTIONS AND COST ASSESSMENT FOR SEISMIC DAMAGES ON CULTURAL HERITAGE<br><i>Ferrari, Lia</i>   | 1106 |
| 98  | HOW ARE HEAT WAVES PUTTING AT RISK HISTORIC URBAN AREAS? FIRST STEPS FOR DEVELOPING RISK ASSESSMENT METHODOLOGIES<br><i>Quesada-Ganuza, Laura; Garmendia, Leire; Rojí , Eduardo; Álvarez, Irantzu; Briz, Estibaliz; Gandini, Alessandra</i> | 1114 |
| 130 | SEISMIC PERFORMANCE OF TYPICAL HYBRID BUILDINGS IN THE URBAN CENTRE OF BARCELONA<br><i>Dimovska, Sara; Saloustrós, Savvas; Pelà, Luca; Roca, Pere</i>   | 1122 |
| 134 | THE “ALQUERÍA DE FALCÓ” (VALENCIA): SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT AND INTERVENTION STRATEGIES<br><i>Basset-Salom, Luisa; Guardiola-Villora, Arianna</i>  | 1130 |
| 213 | RISK MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF INTERVENTION WORKS IN HISTORIC BUILDINGS<br><i>Coelho, Carla; Sá, Bruno; Carcereri, Maria Luiza; Zouain, Rosana</i>   | 1140 |
| 245 | CULTURAL HERITAGE BUILDINGS AND RELEVANT USES: SEISMIC RISK ASSESSMENT IN FLORENCE<br><i>Cardinali, Vieri; Cristofaro, Maria Teresa; De Stefano, Mario; Tanganelli, Marco</i>   | 1148 |

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 278 | PASSIVE ENERGY DEVICES FOR RETROFITTING FIRST SOFT-STORY BUILDINGS IN MEXICO<br><i>García, Carlos; Jara, José; Olmos, Bertha; Martínez, Guillermo</i>  | 1156 |
| 289 | TOWARDS AN EXPEDITIOUS METHOD TO ASSESS THE VULNERABILITY OF HISTORICAL MASONRY CHURCHES: PRELIMINARY ANALYSES BASED ON EMILIA (ITALY) 2012 EARTHQUAKES DAMAGE<br><i>Rosso, Federica; Bernabei, Letizia; Vaiano, Generoso; Quagliarini, Enrico; Mochi, Giovanni</i>  | 1165 |
| 315 | RISK COMMUNICATION AND AWARENESS OF THE BUILT ENVIRONMENT THREATENED BY DISASTERS WITH DIGITAL MODELS<br><i>Fatiguso, Fabio; Bruno, Silvana; Cantatore, Elena; Currà, Edoardo; D'Amico, Alessandro; Russo, Martina; Angelosanti, Marco; Quagliarini, Enrico; Bernardini, Gabriele; Mochi, Giovanni; Salvalai, Graziano</i> | 1175 |
| 332 | OUT-OF-PLANE FAILURE RESISTANCE OF ADOBE FACADES IN CUENCA - ECUADOR FOR DIFFERENT SEISMIC ACCELERATIONS<br><i>Cárdenas-Haro, Xavier; Tarque, Nicola; Todisco, Leonardo; León, Javier; Pino, Julver</i>  | 1184 |
| 336 | EFFECTS OF THE 1755 LISBON EARTHQUAKE ON RIVERS AND CORRESPONDING COMPARATIVE PROPOSAL ON INTENSITY SCALE<br><i>Tavares, Alice; Costa, Aníbal; S. Oliveira, Carlos</i>   | 1193 |

### 1.9.- . Guides and regulations.

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 48  | REGULATION AND STANDARDIZATION ON THE QUALITY OF THE INDOOR ENVIRONMENT APPLICABLE TO KINDERGARTENS AND ELDERLY CARE CENTERS: PORTUGAL - BRAZIL<br><i>Pinto, Manuel; Lanzinha, João; Silva, Fernando</i> | 1202 |
| 184 | PRESERVO - COMPLEX OF FIOCRUZ COLLECTIONS: PATH OF A CULTURAL HERITAGE PRESERVATION STRATEGY<br><i>Pinheiro, Marcos José de Araújo; Coelho, Carla</i>  | 1211 |
| 261 | DOES THE FINAL FLOOR HEIGHT OF AN EXISTING DOMESTIC BUILDING INFLUENCE THE FATALITY RISK WITH REGARDS A FIRE. A STUDY OF THE LONDON BOROUGH OF LAMBETH<br><i>Kirk, Mark; Pesce, Giovanni</i>             | 1222 |
| 393 | IN-PLANE STRENGTH OF MASONRY PANELS REINFORCED WITH INORGANIC-BASED SYSTEMS: NOVEL DESIGN-ORIENTED FORMULAS<br><i>Longo, Fabio; Cascardi, Alessio; Aiello, Maria Antonietta</i>                          | 1230 |

**2.- PROJECT**

**2.1.- Theoretical criteria of the intervention project.**

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 124 | INDICATORS FOR THE PRIORITISATION OF INTERVENTIONS IN HISTORIC ARCHITECTURAL HERITAGE: AN APPROACH USING THE HYBRID DELPHI-AHP METHOD<br><i>Parra, Jaime; Lombillo, Ignacio; Ribalaygua, Cecilia</i>      | 1241 |
| 165 | CARLO SCARPA AT THE QUERINI STAMPALIA PALACE: A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN OLD AND NEW<br><i>Bosch-Roig, Luis; Marcenac, Valeria; Bosch Reig, I; Ballester-Bordes, M.J.</i>                        | 1254 |
| 320 | THE EFFECTS OF THE EARTHQUAKE OF SEPTEMBER 19TH, 2017 ON THE RELIGIOUS HERITAGE IN MORELOS AND PUEBLA: DAMAGES AND INTERVENTIONS<br><i>Tepox, Nayde</i>   | 1262 |
| 375 | TRADITIONAL ANDALUSIAN ARCHITECTURE. ACTIVE PRESERVATION OF THE PATIO HOUSE: TYPE, TECHNIQUE AND PROJECT<br><i>Bellicoso, Alessandra; Berti, Krizia; Albarreal Nuñez, María Jesús; Tosone, Alessandra</i> | 1270 |
| 398 | RESTORATION AS AN ARCHITECTURAL DISCIPLINE AND ENGINE OF A NEW ELEMENT OF LIFE. THE TOWER OF ST. MARÍA MAGDALENA'S CHURCH<br><i>Rodríguez Cantalapiedra, Pedro</i>  | 1283 |

**2.2.- Traditional materials and construction methods.**

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 29  | BUILDING CONSTRUCTION AVANT-GARDE IN ITALIAN IMPERIALISM: AN ARCHITECTURE AND TECHNICAL LABORATORY<br><i>Pagliuca, Antonello; Trausi, Pier Pasquale; Gallo, Donato</i>  | 1291 |
| 43  | DECIMONONIC WOODEN BRIDGES IN THE CENTRAL REGION OF COLOMBIAN ANDES<br><i>Galindo-Díaz, Jorge; Escobar-García, Diego; Flórez, Gilberto</i>  | 1299 |
| 94  | EXPERIMENTAL STUDY OF THERMAL AND ACOUSTIC PERFORMANCE OF RAMMED EARTH PANELS LIGHTENED WITH ANGUSTIFOLIA KUNTH BAMBOO TUBES<br><i>Aguirre-Maldonado, Eduardo; Guzmán Rojas, Jonathan; Balcázar-Arciniega, Cristian</i>   | 1307 |
| 105 | USE OF CHALCEDONITE POWDER AS A SUPPLEMENTARY MATERIAL IN LIME MORTARS<br><i>Vyšvařil, Martin; Krebs, Martin; Bayer, Patrik</i>   | 1314 |
| 112 | USE OF FINE-GROUND LAVA SAND AS A POZZOLANIC ADDITIVE IN AERIAL LIME-BASED MORTARS<br><i>Žižlavský, Tomáš; Vyšvařil, Martin</i>   | 1321 |
| 123 | CONSTRUCTIVE TYPOLOGIES ON PREHISPANIC STONE WALLS IN THE REGION OF PUNO, PERU<br><i>Tarque, Nicola; Lipa Cusi, Leonel</i>  | 1327 |
| 167 | ADVANCED TECHNOLOGIES FOR NATURAL STONE   INOVSTONE 4.0 - IMPORTANT RESULTS FROM A RESEARCH PROJECT ON NATURAL STONE CONSTRUCTION MATERIALS SELECTION AND PERFORMANCE ANALYSIS<br><i>Pires, Vera; Mirão, José; Sitzia, Fabio; Lisci, Carla; Duarte, José; Dias, Luis; Alves, Tiago; Lopes, Luís; Martins, Ruben</i> | 1337 |
| 185 | HISTORICAL HOSPITALS IN NAPLES: ENHANCING CONSTRUCTION TECHNIQUES AS A STRATEGY FOR POTENTIAL URBAN REGENERATION INTERVENTIONS<br><i>Sicignano, Claudia; Diana, Lorenzo; Marmo, Rossella; Polverino, Francesco</i>  | 1351 |
| 193 | STRUCTURAL ANALYSIS FOR CONSTRUCTIVE HYPOTHESIS OF THE ANNULAR VAULT OF CARLOS V PALACE IN GRANADA (SPAIN)<br><i>Puertas, Esther; Gallego, Rafael</i>   | 1360 |
| 224 | THE "ORO NERO" IN THE ARCHITECTURE OF THE THIRTIES IN SOUTHEASTERN SICILY. MEANINGS AND IMITATIONS OF A LOCAL MATERIAL<br><i>Cavallo, Alessandro</i>  | 1368 |
| 287 | CONTRIBUTIONS TO THE IDENTIFICATION OF THE SYSTEMS USED TO CREATE ISLAMIC PLASTERWORK BASED ON THE STUDY OF DECORATIVE ELEMENTS AT THE ROYAL ALCAZAR OF SEVILLE<br><i>Alejandro, Francisco J.; Torres-González, Marta; Blasco-López, Francisco J.; Flores-Alés, Vicente</i>   | 1376 |
| 337 | REHABILITATION OF EARTHEN ARCHITECTURE, FROM COURTYARD HOUSES TO BRAZILIAN HOUSES IN THE CENTER OF PORTUGAL<br><i>Tavares, Alice; Costa, Aníbal</i>   | 1384 |
| 353 | METHODOLOGY OF EVALUATION OF TECHNOLOGIES. PROPOSAL APPLIED TO BUILDING INTERVENTIONS<br><i>Bozzo, Laura</i>  | 1393 |



|     |  |      |
|-----|--|------|
| 362 | PORTUGUESE VERNACULAR CONSTRUCTION AND ITS SUSTAINABLE REHABILITATION CHALLENGES: THE SCHIST VILLAGES, LOUSÃ<br><i>Mouraz, Catarina P.; Silva, J. Mendes; Ferreira, Tiago Miguel</i>                         | 1402 |
| 363 | INFLUENCE OF REGIONAL GEOLOGICAL CHARACTERISTICS ON PORTUGUESE VERNACULAR CONSTRUCTION: CASE STUDIES<br><i>Silva, J. Mendes; Mouraz, Catarina; Ferreira, Tiago Miguel; Catarino, Lúcia; Almeida, Vanessa</i> | 1411 |
| 371 | EARTH BUILDINGS IN CRETE: BUILDING CONSTRUCTION KNOWLEDGE THROUGH THE DOCUMENTATION AND PRESERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURAL HERITAGE<br><i>Kada, Dimitra; Mandalaki, Maria</i>                             | 1419 |

### 2.3.- Novelty products applicable and new technologies.

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 41  | SERVICE LIFE AND EARLY AGE DURABILITY ENHANCEMENT DUE TO COMBINED METAKAOLIN AND NANOSILICA IN MORTARS FOR MARINE APPLICATIONS<br><i>García, Ramiro; Reyes, Encarnación; Villanueva, Paula; De La Rubia, Miguel Angel; Fernández, Jaime; Moragues, Amparo</i> | 1427 |
| 70  | SIDERURGICAL MORTARS IN SPAIN: REHABILITATION OPPORTUNITIES AND AN OVERVIEW OF PROGRESS<br><i>Santamaría, Amaia; Esteban, Alberto; Skaf, Marta; García-Cortés, Verónica; González, Javier Jesús</i>   | 1436 |
| 71  | EXPERIMENTAL STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES OF MICROCEMENT-BASED GROUTS<br><i>Hortigon, Beatriz; Ancio, Fernando; Espinal, Jose Santiago; Rodriguez-Mayorga, Esperanza</i>  | 1444 |
| 72  | LIGHTWEIGHT CEMENT COBBLE MADE WITH RECYCLED ROOF WASTES<br><i>Alonso Díez, Álvaro; Arroyo Sanz, Raquel; Alameda Cuenca-Romero, Lourdes; Gutiérrez-González, Sara; Calderón Carpintero, Verónica; Rodríguez Sáiz, Ángel.</i>                                  | 1452 |
| 91  | CLIMATIC PERFORMANCE INDICATOR BASED ON FUZZY LOGIC: APPLICABILITY TO THE ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION SECTOR<br><i>Prieto, Andrés J.; Carpio, Manuel</i>   | 1460 |
| 125 | FEASIBILITY OF DEFECT DETECTION IN CONCRETE CYLINDERS BY MEANS OF MUON SCATTERING RADIOGRAPHY (MSR)<br><i>Orio, Aitor; Martínez, Pablo; Díez, Carlos; Gómez, Pablo</i>  | 1468 |
| 157 | THE BUILDING STOCK REHABILITATION: THE CONTRIBUTION OF VERTICAL GREENERY SYSTEMS (VGS)<br><i>Lo Faro, Alessandro; Moschella, Angela; Lombardo, Grazia; Salemi, Angelo; Sciuto, Gaetano; Nocera, Francesco; Costanzo, Vincenzo</i>                             | 1476 |
| 166 | PRELIMINARY STUDIES TO IDENTIFY SUITABLE DEMONSTRATORS FOR RADON REMOVAL WITH INNOVATIVE PAVEMENTS<br><i>Alonso, Carmen; Frutos, Borja; Manglano, Libertad; Castaño, Enrique; Sicilia, Isabel; Baño, Antonio; Martín-Consuegra, Fernando</i>                  | 1485 |
| 239 | EXPERIMENTATION OF NEW PRODUCTS AND SOLUTIONS AT FULL SCALE IN KUBIK. ITS EVOLUTION AND TRANSFORMATION IN 10 YEARS OF OPERATION<br><i>San Mateos Carretón, Rosa; Garay-Martinez, Roberto; Egiluz, Ziortza</i>   | 1493 |
| 247 | REUSE OF RESIDUAL DIATOMACEOUS EARTH FOR THE PRODUCTION OF GEOPOLYMERS – A REVIEW<br><i>Magalhães, Leandro; Ferreira, Débora; Luso, Eduarda; Lima, Óscar</i>  | 1504 |
| 252 | NUMERICAL EVALUATION OF THE STRUCTURAL CONTRIBUTION OF STRENGTHENING FOR PERPENDICULAR TENSILE AND FOR SHEAR IN REINFORCED CONCRETE JOINTS FOR TIMBER FRAMES<br><i>Ribeiro, Aléxia; Negrão, João; Dias, Alfredo</i>   | 1511 |
| 257 | GRAPHENE OXIDE AS ADDITIVE FOR INCREASING THE STRENGTH AND DURABILITY PERFORMANCE OF EXISTING CONCRETE STRUCTURES<br><i>Longarini, Nicola; Cabras Luigi</i>   | 1519 |
| 260 | USE OF REMOTELY PILOTED AIRCRAFT (DRONES) FOR THE INSPECTION OF ARCHITECTURAL HERITAGE AND ANCIENT STRUCTURES<br><i>Rodríguez Elizalde, Rubén</i>   | 1528 |
| 269 | USE OF BIOCEMENTATION FOR SEALING STONE JOINTS<br><i>Cardoso, Rafaela; Barroso, Ana Catarina; Borges, Inês; Fernández Rodríguez, Román; Flores-Colen, Inês</i>  | 1543 |
| 277 | APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY TO OBTAIN SUSTAINABLE CEMENT-BASED MATERIALS WITH HIGH DURABILITY<br><i>Ruiz, Alberto; De la Rubia, Miguel Ángel; Reyes, Encarnación; Moragues, Amparo</i>  | 1551 |
| 306 | POSSIBILITIES OF USING CALCIUM HYDROXIDE-BASED NANOMATERIALS IN THE CARE OF HISTORICAL SURFACES<br><i>Kroftova, Klara; Witzany, Jiri; Zigler, Radek; Cejka, Tomas</i>   | 1560 |

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 351 | GEOPOLYMER CEMENTITIOUS SOLUTIONS WITH INTEGRAL SUSTAINABILITY AND HIGH ADDED VALUE BASED ON CONSTRUCTION WASTES. KEOPS PROJECT: PRELIMINARY FINDINGS<br><i>Prego Martínez, Francisco Javier; García Carrillo, Pablo; Miguéns Blanco, Alberto; Martínez García, Carolina</i> | 1569 |
| 383 | HEAT AND PRESSURE DEVELOPMENTS IN CHEMICAL DEMOLITION AGENTS<br><i>Atteyeh, S. Natanzi; Laefer, Debra F.</i>   | 1584 |

#### 2.4.- Sustainable design and energy efficiency.

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 6   | ASSESSING THE THERMAL ENVIRONMENT OF SOUTH INDIAN HISTORIC TEMPLE TOWNS BY USING CFD MODELLING<br><i>Kiruthiga, K.; Thirumaran, K.</i>  | 1592 |
| 19  | EXPERIMENTAL STUDY OF THE THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ECO-FRIENDLY CEMENT MORTAR INCORPORATING RECYCLED PET AND PP<br><i>Bourzik, Oumaima; Akkouri, Nacer; Baba, Khadija; Simou, Sana; Nounah, Abderrahman</i>   | 1600 |
| 38  | PROPOSITION FOR HEALING MECHANICAL VENTILATION SYSTEMS WITH RESONANT KEPPE MOTOR TECHNOLOGY: ANALYSIS IN A BRAZILIAN PRIVATE SCHOOL<br><i>Koivukangas, Sari Hannele</i>   | 1609 |
| 52  | BIOCLIMATIC STUDY OF ARCHITECTURE IN EASTERN ALMERÍA (SPAIN)<br><i>García-Ruiz, Luisa-María; García-Ruiz, Almudena; Sáez-Pérez, María-Paz</i>   | 1618 |
| 54  | PORTUGUESE PUBLIC SOCIAL HOUSING IN COVILHÃ, PORTUGAL. A CASE STUDY ON INDOOR THERMAL CONDITIONS DURING SUMMER SEASON<br><i>Brandão, Pedro; Lanzinha, João C. G.</i>  | 1626 |
| 67  | AN OVERVIEW OF SUSTAINABLE CONCRETES WITH MAXIMIZED AGGREGATE CONTENT: NATURAL LIMESTONE VERSUS STEEL-MAKING SLAGS<br><i>García-Cortés, Verónica; García, David; Revilla-Cuesta, Victor; Romera, Jesús-María; San-José, José-Tomás</i>  | 1634 |
| 108 | THE POLYFUNCTIONALITY IN THE SINGULAR ARCHITECTURES: KEY OF PERMANENCE AND KEY OF SUSTAINABILITY<br><i>Agudo Martínez, Andrés; Vázquez Sánchez, Gloria; Lucas Ruiz, Rafael</i>  | 1643 |
| 114 | SEISMIC AND ENERGY RETROFIT OF HISTORIC BUILDINGS: A MODEL TO SUPPORT INTEGRATED DESIGN<br><i>Roncaccia, Elisa; Losco, Giuseppe</i>   | 1652 |
| 116 | ANALYSIS OF PASSIVE AIR-CONDITIONING SOLUTIONS IN THE RENOVATION OF COURTYARDS IN A MEDITERRANEAN CLIMATE.<br><i>Rivera-Gómez, Carlos; Diz-Mellado, Eduardo; López-Cabeza, Victoria; Roa-Fernández, Jorge; Galán-Marín, Carmen</i>  | 1663 |
| 120 | BUILDING RETROFITTING IN VULNERABLE CONTEXTS USING END-OF-LIFE HOUSEHOLD MATERIALS AS SUSTAINABLE AND LOW-COST INSULATING SOLUTIONS: THERMAL AND ACOUSTIC ANALYSIS<br><i>Neri, Manuela; Pilotelli, Mariagrazia; Traversi, Marco; Levi, Elisa; Piana, Edoardo Alessio; Bannó, Mariasole; Pardo-Bosch, Francesc; Cuerva, Eva; Guardo, Alfredo; Pujadas, Pablo</i> | 1671 |
| 153 | INSTALLATION OF DIFFERENT PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN A BUILDING FOR EDUCATIONAL USE<br><i>Zurro, Belén; González, Sara; González, José Manuel; Rodríguez, Ángel</i>  | 1680 |
| 154 | CHECKING THE TECHNICAL SUITABILITY OF THE VENTILATED FAÇADE SOLUTION<br><i>Zurro, Belén; González, Sara; González, José Manuel; Rodríguez, Ángel</i>  | 1689 |
| 155 | CATALOGING ROOFS FOR THE APPLICATION OF NBS IN EDUCATIONAL BUILDINGS<br><i>Alonso, Carmen; de Frutos, Fernando; Martínez, Arturo; Torres, Salustiano; Frutos, Borja; Martín-Consuegra, Fernando</i>   | 1698 |
| 163 | APPLICATION OF EE-HBIM METHODOLOGY TO THE ENERGY RETROFITTING OF A HERITAGE PUBLIC BUILDING IN VALENCIA<br><i>Carnero Melero, Pablo; Ramírez Pareja, Lucía; Lázaro Moreno, Cecilia; Navarro Escudero, Miriam</i>  | 1706 |
| 171 | SIMULATION ANALYSIS AND THE ROLE OF OCCUPANCY MEASUREMENTS ADDRESSING THE ENERGY PERFORMANCE GAP. STUDY OF AN OFFICE BUILDING IN ALMERÍA<br><i>Soutullo, Silvia; Giancola, Emanuela; Sánchez, María Nuria; Díaz-Hernandez, Heidi Paola; Jiménez, María José</i>   | 1714 |
| 177 | HYBRID SOLUTION FOR ELECTRIC AND COLD-WATER PRODUCTION WITH A DUAL DAY-NIGHT BEHAVIOR AS A NATURAL AIR CONDITIONING TECHNIQUE<br><i>Castro Medina, Daniel; Guerrero Delgado, María del Carmen; Palomo Amores, Teresa Rocío; Cerezo Narváez, Alberto; Sánchez Ramos, José; Álvarez Domínguez, Servando</i>   | 1722 |
| 180 | INNOVATIVE INTEGRATION OF ACTIVE ROOF ON 140 SOCIAL HOUSING<br><i>Castro Medina, Daniel; Guerrero Delgado, MCarmen; Palomo Amores, Teresa; Molina Félix, José Luis; Sánchez Ramos, José; Álvarez Domínguez, Servando</i>  | 1731 |

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 191 | INTEGRATED REDEVELOPMENT OF INDUSTRIAL BUILDINGS: A CASE STUDY IN CENTRAL ITALY<br><i>Banti, Neri; Di Naso, Vincenzo; Ciacci, Cecilia; Bazzocchi, Frida</i>   | 1740 |
| 212 | ENERGY EFFICIENCY AND PRESERVATION OF DIFFUSE HISTORIC BUILDINGS: OPPORTUNITIES AND OPEN QUESTIONS<br><i>Pizzoli, Rolando; Cardani, Giuliana; Bassani, Paola</i>  | 1752 |
| 323 | ENERGY EFFICIENCY AND COST OF ENERGY (POSSIBLE SCENARIOS)<br><i>Balbás, Francisco Javier; Aranda, José Ramón; Carrasco, César; Ceña, Alberto; García, Javier</i>  | 1760 |
| 346 | THE IMPACT OF SEISMIC RETROFIT ON THE THERMAL PERFORMANCE OF TRADITIONAL MASONRY WALLS<br><i>Barreira, Eva; Almeida, Ricardo; Ferreira, Tiago Miguel; Vicente, Romeu; Alves, Pedro</i>                                      | 1768 |
| 377 | NEW MATERIALS IN THE RESIDENTIAL THERMAL CONDITIONING. APPLICATION IN A HOUSE IN THE CITY OF LOJA, ECUADOR.<br><i>Correa-Jaramillo, Ramiro; Ojeda-Espinosa, Analía; Zúñiga-Torres, Berenice; Torres-Gutiérrez, Mercedes</i> | 1776 |
| 382 | PRELIMINARY THERMAL ANALYSIS OF A CONTAINER HOUSE IN THE NORTHERN REGION OF PORTUGAL<br><i>Kuninari, Thomas; Pinto, Jorge; Reis, Cristina; Pereira, Sandra; Pappalardo, Alfonso</i>   | 1784 |
| 396 | USING DIGITAL MODELS OF BUILT ENVIRONMENT ARCHETYPES TO ANALYZE AND COMMUNICATE CLIMATE RELATED RISK OUTDOORS<br><i>Blanco Cadena, Juan Diego; Caramia, Martha; Salvalai, Graziano; Quagliarini, Enrico</i>                 | 1793 |

### 3.- BUILDING INTERVENTION

#### 3.1.- Intervention plans.

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 186 | SPECIAL PROTECTION PLANS OF HISTORICAL SETS IN SEISMIC AREAS: THE PEPRICH OF LORCA<br><i>García Martínez, María del Sagrado Corazón; Martínez Ríos, Carmen</i>                                    | 1804 |
| 214 | DIGITAL SURVEY FOR BUILT HERITAGE PRESERVATION. AN ADAPTIVE REUSE PROPOSAL OF THE COMPLEX OF SANTA MARIA NASCENTE<br><i>Costantino, Carlo; Ruocco, Sara; Predari, Giorgia; Ferrante, Annarita</i> | 1813 |
| 360 | CHALLENGES OF THE PRESERVATION OF HERITAGE BUILT IN STONE AND ARMED CONCRETE ON THE ISLAND OF MOZAMBIQUE<br><i>Alcolete, Isequiel; Silva, J. Mendes; Lage, Luís; Mouraz, Catarina</i>             | 1822 |

#### 3.2.- Rehabilitation and durability.

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 104 | HOW A REFURBISHMENT CAN BLATANTLY MISS ITS GOALS: THE PALAZZO STABILE IN POLLA (SALERNO, ITALY)<br><i>Marino, Francesco Paolo R.; Lembo, Filiberto; Bruno, Pierluigi</i>  | 1831 |
| 137 | CONCRETE CRACK REPAIR WITH EXPANSIVE GROUTS: CHLORIDE PENETRATION RESISTANCE<br><i>Pedrosa, Filipe; García Calvo, José Luis; Carballosa, Pedro; Revuelta, David</i>   | 1844 |
| 143 | EFFECTS OF THE APPLICATION OF ORGANIC PLASTERS WITH ADDITIONS OF BEESWAX ON THE DURABLE CHARACTERISTICS OF EARTH-BASED MORTARS IN RURAL ARCHITECTURE<br><i>Encalada, Luz; Balcázar, Cristian; Aguirre-Maldonado, Eduardo</i>      | 1854 |
| 189 | DIAGONAL COMPRESSION TESTING OF TUFF MASONRY PANELS STRENGTHENED WITH INORGANIC-BASED SYSTEM: AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION<br><i>Verre, Salvatore; Cascardi, Alessio; Gallo, Fiorella</i>  | 1862 |
| 206 | NEW GENERATION ETICS COATINGS: AN INNOVATIVE AND HIGH-PERFORMANCE CASE STUDY<br><i>Curado, António; Figueiras, Ricardo; Gonçalves, Hélder; Sambento, Filipe</i>   | 1871 |
| 232 | REINFORCEMENT TECHNIQUES FOR REINFORCED CONCRETE STRUCTURES<br><i>Guimarães, Marcos B.; Prola, Luis C.; Rodrigues, Paulo C.</i>   | 1879 |
| 295 | INFLUENCE OF THE POLARIZATION RESISTANCE MEASUREMENT PROCEDURE WHEN MADE POTENTIODYNAMIC ON THE EVALUATION OF THE POWER OF CORROSION INHIBITORS<br><i>Argiz, Cristina; de la Fuente, Diego; Moragues, Amparo; Andrade, Carmen</i> | 1887 |
| 301 | EXPERIMENTAL STUDY ON BOND BETWEEN BASALT FRM REINFORCEMENT AND CALCAREOUS STONE<br><i>Bramato, Giuseppe; Leone, Marianovella; Perrone, Daniele; Aiello, Maria Antonietta</i>   | 1895 |
| 354 | THE IMPORTANCE OF THE “IN SITU” BEHAVIOR OF MORTARS IN THE REHABILITATION OF BUILDINGS<br><i>Torres, Isabel; Flores-Colen, Inês</i>   | 1903 |
| 361 | CHALLENGES OF SALVAGUARD AND REHABILITATION OF THE RELIGIOUS HERITAGE BUILT OF VILA VIÇOSA<br><i>Silva, J. Mendes; Ganito, Jorge</i>  | 1911 |
| 389 | BEHAVIOR OF SUPPLEMENTARY CEMENTITIOUS MATERIALS IN ELECTRO REMEDIATION PROCESSES APPLIED TO CONCRETE STRUCTURES<br><i>Martinez, Isabel; Castellote, Marta</i>  | 1920 |
| 403 | DIFFICULTIES IN INTERVENING ON PROTECTED HERITAGE ACCORDING TO PREFERRED STANDARDS OF REFURBISHMENT<br><i>Calderon Bello, Enrique</i>   | 1927 |

#### 3.3.- Reinforcement technologies.

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 61  | COMPARATIVE STUDY OF TECHNIQUES IN REINFORCED ADOBE FOR THE SUSTAINABLE RECONSTRUCTION OF THE COLCA VALLEY AFTER THE 2016 EARTHQUAKE<br><i>Cárdenas Gómez, José Carlos; Bosch González, Montserrat; Damiani Lazo, Carlos</i> | 1936 |
| 99  | STRENGTHENING OF FLAT SLABS WITH FIBRE REINFORCED POLYMERS USING THE EXTERNALLY BONDED REINFORCEMENT ON GROOVES METHOD: A REVIEW<br><i>Torabian, Ala; Isufi, Brisid; Mostofinejad, Davood; Ramos, António Pinho.</i>         | 1946 |
| 100 | MECHANICAL CHARACTERISATION OF VEGETAL FRM COMPOSITES: EXPERIMENTAL AND ANALYTICAL APPROACH<br><i>Mendizabal, Virginia; Bernat-Maso, Ernest; Mercedes, Luís; Gil, Lluís</i>  | 1954 |



|     |  |      |
|-----|--|------|
| 152 | EXPERIMENTAL AND NUMERICAL ANALYSIS OF THE CYCLIC IN-PLANE BEHAVIOUR OF RETROFITTED MASONRY WALLS<br><i>Garcia-Ramonda, Larisa; Pelà, Luca; Roca, Pere; Camata, Guido</i>  | 1962 |
| 160 | DESIGN AND DETAILING OF ANCHORS FOR SEISMIC ACTIONS<br><i>Gramaxo, Jorge; Cardo Fernández, Antonio</i>   | 1971 |
| 164 | STEEL MESH REINFORCED COATING CHARACTERIZATION FOR MASONRY UPGRADING<br><i>Crespi, Pietro; Cattaneo, Sara; Scamardo, Manuela; Vafa, Navid</i>  | 1980 |
| 172 | PUNCHING POST-INSTALLED REINFORCEMENT OF FLAT SLABS<br><i>Kunz, Jakob; Cardo Fernández, Antonio</i>  | 1989 |
| 192 | BILINEAR EXPERIMENTAL CURVE OF MASONRY WALLS MADE WITH HORIZONTAL HOLLOW BRICK UNITS<br><i>Díaz, Christian; Tarque, Nicola</i>   | 1999 |
| 202 | COMPARISON OF IN-PLANE BEHAVIOR OF UNREINFORCED MASONRY WALLS STRENGTHENED WITH FABRIC-REINFORCED CEMENTITIOUS MATRIX (FRCM)/ FIBER REINFORCED POLYMERS (FRP) SYSTEMS SUBJECTED TO DIAGONAL COMPRESSION<br><i>Kaddouri, Hajar; Cherradi, Toufik; Kourdou, Ibtissam</i> | 2008 |
| 350 | ON-SITE REHABILITATION OF DECAYED TIMBER FLOORS WITH EPOXY-RESIN COMPOSITES<br><i>Bender, Tom; Schober, Kay-Uwe; Ihle, Robin</i>   | 2022 |

### 3.4.- Restoration of artworks.

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 63  | ARTISTIC BLACKSMITHING IN THE URUGUAYAN BUILT HERITAGE<br><i>Aguiar, Sofía; Beretta, Ernesto; Hojman, Miriam; Marchese, Valentina; Mussio, Gianella; Olivera, Leticia; Rimbaud, Tatiana; Romay, Carola; Ulfe, Veronica</i> | 2030 |
| 195 | RECOVERY OF A HISTORIC STAINED-GLASS WINDOW OF THE HOUSE MAUMEJEAN IN SAN MARCOS 43 ST. MADRID<br><i>Pinilla Melo, Javier; Castrillo Sevilla, Elena; Moreno Fernández, Esther., Lasheras Salgado, Raquel</i>               | 2038 |

### 3.5.- Conservation of industrial heritage.

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 81  | PROPOSAL OF SUSTAINABLE REHABILITATION OF INDUSTRIAL BUILDING FOR INTERNSHIP AND TRAINING SPORTS CENTER<br><i>Lopes, Vera; Iñigo, Miriam; Lanzinha, João</i>                               | 2048 |
| 267 | EXAMINING THE DEFECTS AND INTERVENTIONS IN THE COMPONENTS OF REUSED INDUSTRIAL BUILDINGS-CASE OF TURKEY<br><i>Çakar, H. Yasemin; Edis, Ecem</i>  | 2056 |
| 279 | ANALYSIS OF THE FRENCH TRAIN SYSTEM IN A SUGAR MILL OF THE 18TH CENTURY ON THE ISLAND OF SANTO DOMINGO AND RESTORATION CRITERIAS<br><i>Prieto-Vicioso, Esteban; Flores-Sasso, Virginia</i> | 2067 |

### 3.6.- Examples of intervention.

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 17  | REHABILITATION OF THE ACCESS TO THE SAN JUAN DE GAZTELUGATXE HERMITAGE<br><i>Baraibar, José Manuel; Escobal Marcos, Iñigo</i>  | 2076 |
| 24  | INTEGRAL RECOVERY OF THE HERMITAGE OF SAN BLAS IN BROTO-HUESCA<br><i>Febas Borra, José Luís; Díez Hernández, Jesús; Rojí, Eduardo</i>  | 2084 |
| 80  | MODEST HERITAGE PRESERVATION IN SAN SALVADOR HISTORIC CENTER. THE GREEN HOUSE REHABILITATION CASE<br><i>Avendaño, Ayansi</i>   | 2096 |
| 83  | LIGHT AND SPACE - TRANSFORMING A VILLA INTO THE CHRISTIAN YOUTH CENTRE TIMISOARA<br><i>Andreescu, Ioan; Dinu, Dan – Răzvan</i>   | 2106 |
| 110 | ARCHITECTURAL REHABILITATION OF THE ROOF OF THE CENTRAL COURTYARD OF THE FACULTY OF ECONOMICS AND BUSINESS SCIENCES OF THE UNIVERSITY OF SEVILLE. A CASE OF ARCHITECTURAL INTERVENTION IN MODERN HERITAGE PROPERTIES<br><i>Agudo Martínez, Andrés; Basallote Neto, Francisco</i> | 2115 |
| 115 | TECHNOLOGICAL REFURBISHMENT AND ENERGY RETROFIT OF LARGE, FLAT ROOFS BY USING METAL SHEET SYSTEMS: THE CASE STUDY OF A MULTIFUNCTIONAL BUILDING<br><i>Scrinzi, Giacomo; Mazzucchelli, Enrico Sergio; Stefanazzi, Alberto; Lucchini, Angelo</i>                                   | 2129 |

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 118 | REHABILITATION OF THE TXATXARRAMENDI BRIDGE IN BUSTURIA-SUKARRIETA (BIZKAIA)<br><i>Pérez Salazar, Laura; Barroso Prados, Fran; Piñero Santiago, Ignacio; Orbe Mateo, Aimar; Ezquerro Andreu, Mikel</i>  | 2139 |
| 175 | MEMORIES OF IMMIGRATION - THE RESTORATION OF THE HOTEL LANFREDI<br><i>Betemps Vaz Da Silva, Juliana; Rauber Motter, Cristiane; Werner, Priscila; Lorscheiter, Aline; Matozo da Silva, Luana; Herpich, Bruna</i>   | 2148 |
| 178 | THE RESTORATION OF SANTA CRUZ CHURCH IN ECIJA (SEVILLE): THE BUILDING AS PLOT<br><i>Rincón-Calderón, José María; de Sola-Caraballo, Javier; Galán-Marín, Carmen; Rivera-Gómez, Carlos</i>   | 2156 |
| 223 | ANALYSIS OF LEAN CONSTRUCTION INFLUENCE IN BUILDING PROCESSES USING BIM 4D: CASE STUDY<br><i>Ferrer, Pedro A. M.; Ribeiro, Rodrigo S.; Oliveira, Rui A. F.</i>  | 2165 |
| 225 | PLANNING AND MANAGEMENT OF AGRICULTURE WAREHOUSE CONVERSION PROJECT: A CASE STUDY<br><i>Oliveira, Rui A. F.; Abreu, Maria Isabel; Lopes, Jorge</i>  | 2174 |
| 228 | THE ROOF OF THE SANTA LUCIA CHURCH - FERREÑAFE: INTERVENTIONS FOR THE MAINTENANCE OF THEIR STRUCTURAL AND FUNCTIONAL INTEGRITY<br><i>Chirinos, Haydeé; Zárate, Eduardo; Beltrán, Freddy</i>   | 2184 |
| 229 | INCORPORATION OF HIGH ENERGY PERFORMANCE AND SUSTAINABILITY CRITERIA IN THE ARCHITECTONIC AND STRUCTURAL RETROFIT OF INDUSTRIAL HERITAGE BUILDINGS: THE CASE OF THE NEW COURTS IN SERENA, CHILE<br><i>Videla, José Tomás; Huenchuñir, Marcelo; Bustamante, Fermín; Martínez, Patricia</i> | 2192 |
| 259 | THE GOTHIC OF THE TWENTIETH CENTURY IN COLOMBIA. RESTORATION PROJECT OF THE CHURCH OF THE INMACULADA CONCEPCIÓN IN CARAMANTA, ANTIOQUIA<br><i>Carvajal Jaramillo, Henry H.; Ochoa Botero, Juan C.</i>   | 2200 |

**4.- MAINTENANCE**
**4.1.- Construction maintenance and infrastructures.**

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 21  | COVID-19 LESSON ON FACILITY MANAGEMENT OF PUBLIC BUILDINGS<br><i>D’Orazio, Marco; Bernardini, Gabriele; Di Giuseppe, Elisa</i>   | 2212 |
| 32  | INFLUENCE OF THE USERS’ PERFORMANCE CRITERIA ON THE IMPACT OF MAINTENANCE OF CERAMIC CLADDINGS<br><i>Ferreira, Cláudia; Silva, Ana; de Brito, Jorge</i>  | 2220 |
| 51  | METHODOLOGY FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF INVESTMENTS OF THE INDUSTRIAL INFRASTRUCTURES OF THE FORMER PORT AREA IN THE BAY OF HAVANA<br><i>Piñero, Ignacio; de la Cruz, Raimundo; Bresó, Juan Carlos, Cuadrado, Jesús; Ezquerro, Mikel</i>                   | 2226 |
| 69  | A NEW METHODOLOGY FOR RAILWAY BRIDGE INSPECTION FROM OPTICAL IMAGES AND HD VIDEOS OBTAINED BY RPAS<br><i>Cano, Miguel; Pastor, José Luis; Tomás, Roberto; Riquelme, Adrián; Asensio, José Luis; Pagán, José Ignacio</i>  | 2235 |
| 85  | FEASIBILITY ASSESSMENT OF HEIGHT WORKING EQUIPMENT, IN SOUTH-ITALIAN RESIDENTIAL BUILDINGS MAINTENANCE<br><i>Di Ruocco, Giacomo; Melella, Roberta</i>  | 2245 |
| 176 | PUBLIC BUILDINGS MAINTENANCE MANAGEMENT<br><i>Ferreira, Lélia; Paiva, Anabela; Silva, J. Mendes</i>  | 2254 |
| 352 | THE REHABILITATION THROUGH EXTERNAL PRESTRESSING OF HISTORICAL REINFORCED CONCRETE BRIDGES WITH REDUCED PERFORMANCE: A CASE STUDY<br><i>Granata, Michele Fabio; Messina, Davide; Colajanni, Piero; La Mendola, Lidia; Recupero, Antonino; Lo Giudice, Elio</i> | 2262 |
| 378 | DIAGNOSIS OF A MODERNIST WORK: THE “PARADOR ARISTON”<br><i>Valcarce, María Beatriz; Vázquez, Marcela</i>   | 2272 |
| 388 | REMOTE INSPECTION OF THE INTERIOR OF CHANNELS AND TANKS OF THE WATER SUPPLY AND SANITATION NETWORK<br><i>Tárrago Garay, Nerea; Barroso Prados, Francisco Javier; Espada, Fran; Borrás Morrison, Mikel</i>  | 2280 |

**4.2.- Preventive conservation of built heritage.**

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 15  | MANUAL OF GOOD PRACTICES IN THE TRADITIONAL RURAL ARCHITECTURE OF GRAN CANARIA: THE DWELLING-CAVE<br><i>Delgado Quintana, Guacimara; Lozano Más, María Yazmina; Cabrera Librada, Javier; Medina Arias, Aarón; González Navarro, José</i> | 2290 |
| 36  | PREVENTIVE MAINTENANCE OF EXISTING BUILDINGS USING BIM TECHNOLOGY FOR THE OPTIMISATION OF RETROFITTING PROCESSES<br><i>Sagarna, Maialen; Otaduy, Juan Pedro; Mora, Fernando; Leon, Iñigo</i>   | 2299 |
| 50  | PRESERVING THE 20TH CENTURY INDUSTRIALIZED BUILDING HERITAGE IN ITALY: COMBINING HISTORICAL SURVEYS AND PHILOLOGICAL BIM<br><i>Mornati, Stefania; Giannetti, Ilaria</i>  | 2308 |
| 86  | MICROCLIMATE FOR PRESERVATION IN A LIBRARY: ASSESSMENT OF TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY PRE AND POST CONFINEMENT<br><i>Diulio, María de la Paz; Gómez, Analía Fernanda</i>   | 2317 |
| 92  | APPLICATION OF A FUZZY LOGIC SYSTEM WITH EMPHASIS ON CLIMATE CONDITIONS IN THE BUILDING SECTOR IN CHILE<br><i>Carpio, Manuel; Prieto, Andrés J.</i>  | 2325 |
| 136 | ANALYSIS OF ANTHROPIC AND SOCIAL THREATS OF THE ARAB WALL OF ALZIRA<br><i>Guardiola-Villora, Arianna; Basset-Salom, Luisa</i>  | 2332 |
| 138 | SLOPE STABILIZATION BY ROAD ROTATIONAL SLIDE IN THE JUNGLE OF PERU<br><i>Soplopuco Quiroga, Serbando; Soplopuco Torres, Rubén Ronald; Martínez Quiroz, Enrique Napoleón; Alarcón Zamora, José Evergisto</i>                              | 2343 |
| 151 | CHARACTERISTICS OF THE CULTURAL HERITAGE PREVENTIVE CONSERVATION SYSTEM OF SOUTH KOREA<br><i>Hwang, Minhye</i>   | 2353 |
| 238 | SAN JUAN DE GAZTELUGATXE, HOW TO MANAGE THE RESILIENCE OF A UNIQUE LOCATION ON THE COAST OF THE BASQUE COUNTRY<br><i>San Mateos Carretón, Rosa; Ezquerro Andreu, Mikel; Eppich, Rand; Quesada, Laura</i>                                 | 2359 |
| 357 | THE CONTRIBUTION OF DECONSTRUCTION TO THE PRESERVATION OF PORTUGUESE OLD BUILDINGS<br><i>Ranna, Gabriela; Torres, Isabel; Silva, José</i>  | 2369 |

**5.- DIFFUSION AND PROMOTION**
**5.1.- Heritage and cultural tourism.**

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 35  | DISUSED RAILWAY STATIONS AND BUILDING AND ENVIRONMENTAL RECOVERY STRATEGIES<br><i>Radogna, Donatella</i>  | 2378 |
| 47  | INDUSTRIAL HERITAGE IN THE PROVINCE OF ALMERÍA. ANALYSIS AND REUSE FOR A SUSTAINABLE TOURISM<br><i>García-Ruiz, Almudena; García-Ruiz, Luisa-María; Sáez-Pérez, María-Paz</i>                   | 2387 |
| 49  | EVOLUTIONARY, MORPHOLOGICAL AND ACOUSTIC ANALYSIS OF CLASSICAL GREEK THEATRES. PARAMETERS FOR PRE-DIMENSIONING AND REHABILITATION<br><i>Mesto, Suleiman; Rubio, María Jesús</i>                 | 2396 |
| 87  | AN EXAMPLE OF THE ANALYSIS OF RURAL SETTLEMENTS: ASAGI BELEMEDIK VILLAGE<br><i>Ortakaya, Esra Nur; Umar, Nur</i>  | 2404 |
| 109 | PROPOSAL FOR INTERVENTION IN ABANDONED ARCHITECTURE: THE ROMAN TEMPLE OF VIÑEROS OF THE CITY OF MERIDA<br><i>Agudo Martínez, Andrés; Fernández Castelló, Francisco; Vázquez Sánchez, Gloria</i> | 2414 |

**5.2.- Teaching and training.**

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 188 | ADVANTAGES OF FLIP TEACHING ACTIVE METHODOLOGY DURING THE COVID-19 PANDEMIC<br><i>Tuesta Durango, Nelson; Villanueva Valentín-Gamazo, David; Mansilla Blanco, M<sup>a</sup> Isabel; Rey de las Moras, M<sup>a</sup> Cruz; Cantalapiedra Cantalapiedra, Ángel; Martínez Iranzo, Fco. Javier</i> | 2424 |
|-----|--|------|

**5.3.- New technologies applied to the heritage diffusion.**

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 12  | INVENTORIES FOR THE PRESERVATION AND DISSEMINATION OF THE ARCHITECTURAL HERITAGE<br><i>Quintilla, Marta; Agustín, Luis</i>  | 2433 |
| 27  | THE GEOMETRIC APPEARANCE OF COLUMNS AND FRAMES IN THE PALATIAL OTTOMAN ARCHITECTURE OF THE ALGIERS CASBAH: WHAT PROCESS TO CREATE?<br><i>Aïcha, Bibimoune; Samia, Chergui</i>   | 2441 |
| 75  | PLANIMETRIC SURVEY, 3D PRINTING AND VIRTUAL RECREATION FOR THE MUSEALIZATION OF THE HOYA DE LOS MOLINOS SITE, IN CARAVACA DE LA CRUZ (REGIÓN DE MURCIA, SPAIN)<br><i>Collado-Espejo, Pedro-Enrique; García-León, Josefina; González-García, Jesús Ángel</i>   | 2450 |
| 113 | 3D MODELING AS A VALIDATION SYSTEM FOR THE RECONSTRUCTION OF THE DISAPPEARED HISTORICAL ARCHITECTURAL HERITAGE: THE OCTOGON OF VALLADOLID<br><i>Villanueva-Valentín-Gamazo, David; Arcones-Pascual, Gustavo; Bellido-Blanco, Santiago</i>   | 2458 |
| 286 | MIXED VIRTUAL TOUR FOR THE DISSEMINATION OF THE DECONTEXTUALIZED HERITAGE. THE OVIEDO CATHEDRAL CHOIR STALLS<br><i>Sanchez Riera, Alberto; Pàmies Sauret, Carles; Navarro Delgado, Isidro</i>   | 2467 |
| 291 | DEFENSIVE ARCHITECTURE, DIFFUSION AND NEW TECHNOLOGIES. ANALYSYS OF THE NATIONAL PARK SERVICE AND PARKS CANADA STRATEGIES<br><i>Mira Rico, Juan A.</i>  | 2476 |
| 304 | MALAKA.NET AS A COMPREHENSIVE WEBGIS PLATFORM TO MANAGE CULTURAL HERITAGE. A COMPARATIVE CASE STUDIES<br><i>Conejo-Arrabal, Francisco; Chamizo-Nieto, Francisco José; Rosa-Jiménez, Carlos; Nebot-Gómez de Salazar, Nuria</i>   | 2484 |
| 312 | A COMPARATIVE STUDY BETWEEN A STATIC AND A MOBILE LASER SCANNER FOR THE DIGITALIZATION OF INNER SPACES IN HISTORICAL CONSTRUCTIONS<br><i>Villanueva Llauradó, Paula; Maté González, Miguel Ángel; Sánchez Aparicio, Luis Javier; Benito Pradillo, María Ángeles; González Aguilera, Diego; García Palomo, Luis Carlos</i> | 2492 |
| 317 | THE INTANGIBLE CULTURAL HERITAGE THROUGH DIGITAL INVENTORIES. CASE STUDY IN MÁLAGA, SPAIN<br><i>Nebot-Gomez de Salazar, Nuria; Chamizo-Nieto, Francisco José; Conejo-Arrabal, Francisco; Rosa-Jiménez, Carlos</i>   | 2499 |

**5.4.- Accessibility to cultural heritage.**

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 187 | ACCESSIBILITY AND CULTURAL HERITAGE: THE CASE STUDY OF THE BRAZILIAN FEDERAL SUPREME COURT PALACE USING THE MATRIX OF AUTHENTICITY AND ACCESSIBILITY<br><i>Máximo, Marco Aurélio da Silva; Ferreira, Oscar Luís</i> | 2508 |
|-----|---|------|



**5.5.- Built heritage management.**

|     |   |       |      |
|-----|---|-------|------|
| 40  | HBIM & GIS INTEGRATION FOR THE 3D VISUALISATION OF VIRTUAL LIBRARIES IN EXISTING BUILDINGS: A CASE STUDY<br><i>Carrasco, César A.; Lombillo, Ignacio; Blanco, Haydee; Boffill, Yosbel; Sánchez-Haro, Javier</i> | ..... | 2518 |
| 209 | THE RESILIENT CONSTRUCTION SITE OF THE HISTORICAL CENTERS. A CASE STUDY<br><i>Rotilio, Marianna; Laurini, Eleonora; De Berardinis, Pierluigi</i>  | ..... | 2527 |
| 210 | GUNPOWDER HOUSE – VALPARAÍSO. AN URBAN ARCHAEOLOGICAL SITE AND ITS HERITAGE RECOVERY<br><i>Kaplan, Paulina</i>  | ..... | 2536 |
| 215 | REVIEW OF THE MANAGEMENT OBJECTIVES OF THE WORLD HERITAGE DECLARATION OF ÚBEDA AND BAEZA<br><i>Hervás-Molina, María; Loren-Méndez, Mar</i>  | ..... | 2542 |

**KEYNOTE LECTURES**

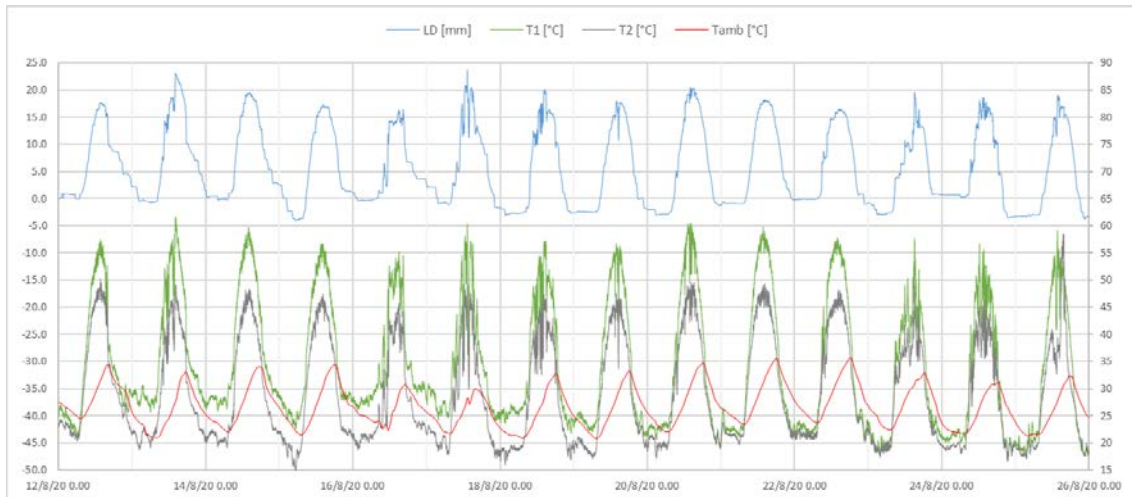


Figure 10: Qualitative roof panels elongation and temperature over time [5].

## 6. ACKNOWLEDGMENTS

The Authors thank Alubel Spa for the financial support in the research activities and the Materials Testing Laboratory (Laboratorio Prove Materiali e Strutture per le Costruzioni) of Politecnico di Milano for the technical assistance.

## 7. BIBLIOGRAPHY

- [1] European Union. Directive 2010/31/EU of the European parliament and the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Off J Eur Union 2010; L 153:13–35.
- [2] Gourlis G, Kovacic I. A study on building performance analysis for energy retrofit of existing industrial facilities. *Applied Energy*, 2016, 184.
- [3] Mazzucchelli ES, Stefanazzi A. La riqualificazione del patrimonio industriale: il caso di studio di un sito produttivo in Canale (Italia). *Proceedings of Rehabend 2018 Congress*. Caceres, Spain; May 15-18, 2018.
- [4] Stefanazzi A, Mazzucchelli ES, Lucchini A. *Teoria e progettazione delle coperture discontinue*. EdicomEdizioni, Monfalcone (GO, Italy), 2020
- [5] Scrinzi G, Mazzucchelli ES, Stefanazzi A, Lucchini A. Il governo e la verifica delle dilatazioni termiche nelle coperture metalliche di grandi dimensioni. *Proceedings of Colloqui.AT.e 2021 Conference*. Salerno (Italy), September 8-11, 2021.
- [6] Pitarch A, Rua MJ, Reig L, Arin I. Contribution of Roof Refurbishment to Urban Sustainability. *Sustainability* 2020, 12, 8111.
- [7] Lucchini A, *Le coperture innovative*. Il Sole 24 Ore, Milano, 2000.
- [8] Bellini L. *La 4<sup>a</sup> Dimensione del Tetto*. Alubel SpA, Reggio Emilia (Italy), 2012.
- [9] Norma UNI EN 10372:2013 - *Coperture discontinue: istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con elementi metallici in lastre*.

## CODE 118

### **REHABILITATION OF THE TXATXARRAMENDI BRIDGE IN BUSTURIA-SUKARRIETA (BIZKAIA)**

#### ***REHABILITACIÓN DEL PUENTE DE TXATXARRAMENDI EN BUSTURIA-SUKARRIETA (BIZKAIA)***

**Pérez Salazar, Laura<sup>1</sup>; Barroso Prados, Fran<sup>2</sup>;  
Piñero Santiago, Ignacio<sup>3</sup>; Orbe Mateo, Aimar<sup>4</sup>; Ezquerro Andreu, Mikel<sup>5</sup>**

1, 2, 3 y 5: Área de Infraestructuras, Building Technologies  
Basque Research and Technology Alliance (BRTA), TECNALIA

1: e-mail: [laura.perez@tecnalia.com](mailto:laura.perez@tecnalia.com)

2: e-mail: [fran.barroso@tecnalia.com](mailto:fran.barroso@tecnalia.com)

3: e-mail: [ignacio.pinero@tecnalia.com](mailto:ignacio.pinero@tecnalia.com)

5: e-mail: [mikel.ezquerro@tecnalia.com](mailto:mikel.ezquerro@tecnalia.com)

4: Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad del País Vasco UPV/EHU  
[aimar.orbe@ehu.es](mailto:aimar.orbe@ehu.es)

#### **RESUMEN**

El puente que une Busturia con la isla de Txatxarramendi tiene una longitud aproximada de 108 metros y salva la línea de ferrocarril Bilbao-Bermeo a su paso por Busturia, así como la ría de Gernika, para dar acceso al tráfico rodado y peatonal desde Busturia hasta la isla de Txatxarramendi. El puente, construido aproximadamente en 1943 con hormigón armado, está formado por seis vanos, tres de ellos sobre la ría de Gernika, Reserva de la Biosfera de Urdaibai desde 1984.

El ambiente marino en el que se encuentra el puente ha favorecido la aparición de diversos daños en el mismo, principalmente relacionados con la existencia de humedad en el hormigón y oxidación tanto de las armaduras como de los apoyos del tablero sobre las pilas. La localización del puente, en la Reserva de la Biosfera del Urdaibai, así como la existencia de una línea de ferrocarril bajo uno de los vanos del mismo, hacen necesario acometer las actuaciones de inspección y reparación del puente extremando las condiciones de seguridad y respeto por el medio ambiente.

Se presentan los trabajos llevados a cabo en el Puente de Txatxarramendi desde el año 2006 hasta la actualidad, que engloban estudios del estado de la estructura, actuaciones de reparación y proyectos de rehabilitación.

Se recoge en el artículo la historia y descripción del puente, los resultados de los estudios realizados en la estructura, las actuaciones de reparación llevadas a cabo y el contenido de los proyectos de rehabilitación redactados.

**PALABRAS CLAVE:** Rehabilitación; Puente; Hormigón; Reserva de la Biosfera.

## 1. INTRODUCCIÓN

El puente que une Busturia con la isla de Txatxarramendi (figura 1) tiene una longitud aproximada de 108 metros. Salva la línea de ferrocarril Bilbao-Bermeo a su paso por Busturia, perteneciente a EuskoTren; así como la ría de Gernika, con el fin de dar acceso al tráfico rodado y peatonal desde Busturia hasta la isla de Txatxarramendi.



Figura 1: Vista general del puente de Txatxarramendi. Estado actual.

El puente, cuya construcción fue realizada aproximadamente en 1943, está formado por seis vanos. Dos de ellos se encuentran sobre terreno en Busturia hasta que el puente alcanza el cruce con la carretera BI-2235, Bermeo-Gernika, otro vano se sitúa sobre la línea del ferrocarril y los otros tres restantes salvan el paso sobre la ría de Gernika, Reserva de la Biosfera de Urdaibai desde 1984.

La Reserva de la Biosfera de Urdaibai engloba 22.000 hectáreas y la integra un mosaico de acantilados, montañas, playas, ríos y aguas subterráneas, que ofrecen un espectacular paisaje lleno de vida (figura 2). Con objeto de armonizar, por un lado, la conservación de la diversidad biológica, el patrimonio y las manifestaciones culturales y, por otro, el desarrollo económico, así como la relación de las personas con su entorno, en 1984 UNESCO integra a Urdaibai en su programa MaB, a través de su declaración como Reserva de la Biosfera [1].



Figura 2: Mapa de la Reserva del Urdaibai. Ubicación del Puente de Txatxarramendi.



## 2. CONFIGURACIÓN DEL PUENTE

La subestructura está compuesta por pilas de hormigón armado, que presentan un aligeramiento en la zona central, con una forma tronco piramidal. Las pilas se han numerado correlativamente denominándose pila 1 a la más cercana al estribo 1 en el lado Busturia.

Los estribos son de hormigón armado con zonas de sillería. Se ha denominado Estribo 1 al que se encuentra en Busturia y Estribo 2 al situado en la isla de Txatxarramendi.

La cimentación queda oculta en los estribos y dos de las pilas, sí pudiendo observarse en las pilas que apoyan en el lecho de la ría un encepado que agrupa pilotes de cimentación profunda.

La pila 3 apoya en el límite entre el muro de la ría y la propia ría, quedando parte de la pila y de su cimentación en la zona de la ría y otra parte de ella en la zona de terreno del lado Busturia por donde pasa la línea de ferrocarril. Las otras dos pilas (4 y 5) se han cimentado directamente sobre la ría.

La superestructura está formada por dos vigas longitudinales de hormigón armado con arriostramientos transversales, también de hormigón armado, en los vanos que quedan sobre la ría. La losa que forma el tablero es de hormigón armado con voladizos laterales. Toda la superestructura fue hormigonada in situ, contando con tres juntas de dilatación, dos de ellas en los estribos y la otra en el apoyo con una pila intermedia (Pila 3).

El tablero tiene una zona central destinada a calzada con un único carril para la circulación, de ancho de 3 metros, utilizándose los dos voladizos para tránsito peatonal con la disposición de unas aceras con una anchura en torno a 1,15 m.

El proyecto original de ejecución del actual Puente de Txatxarramendi, facilitado por la Demarcación de Costas del País Vasco, está fechado en el año 1940 y firmado por el ingeniero Luis Alberto Ribed Nieulant [2]. En él se definen las cargas de proyecto sobre las que el puente se diseñó, así como la mayor parte de la geometría y armado de la construcción del puente (figura 3).

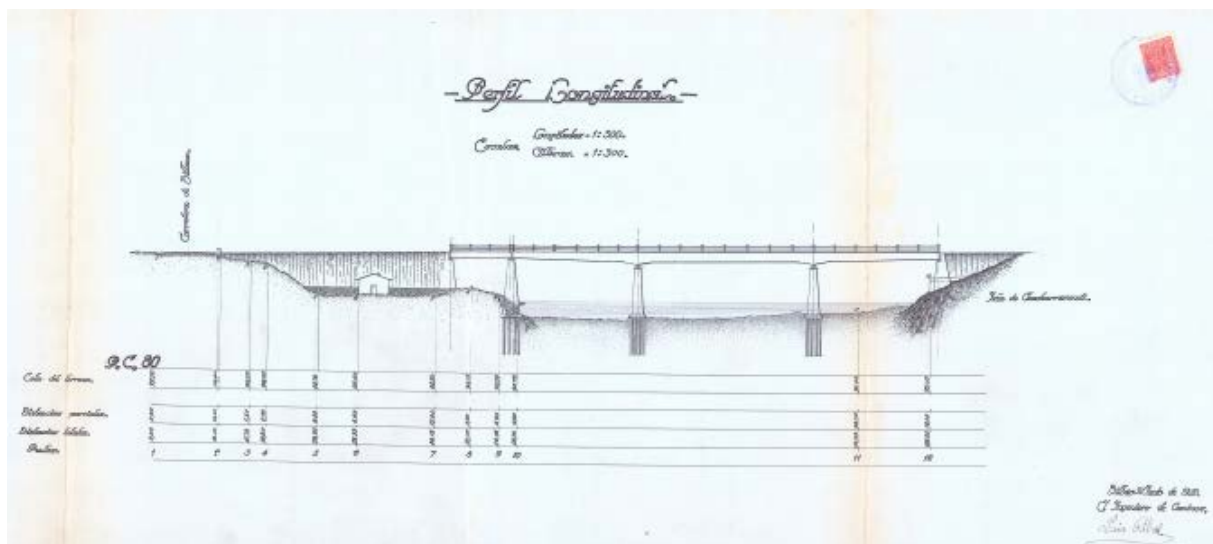


Figura 3: Perfil longitudinal del puente de Txatxarramendi recogido en el Proyecto de Ejecución de 1940.

Dicho proyecto de ejecución original del año 1940 es casi coincidente con la realidad actual del puente, pero hay algunos elementos del puente (Estribo 1, vano 1, pila 1, vano 2) que no vienen definidos como tal en el proyecto original de ejecución. Es posible que durante la ejecución de las obras hubiese alguna modificación y se ampliase el puente incorporando dichas pilas/estribos y vano.

### 3. TRABAJOS DESARROLLADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

El ambiente marino en el que se encuentra el puente ha favorecido la aparición de diversos daños en el mismo, principalmente relacionados con la existencia de humedad en el hormigón y oxidación tanto de las armaduras como de los apoyos del tablero sobre las pilas. Por ello, desde 2006 hasta la actualidad TECNALIA ha realizado, a petición de la DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA, diversos trabajos en el puente, que engloban estudios del estado de la estructura, actuaciones de reparación y varios proyectos de rehabilitación.

#### 3.1 Estudio del estado de la estructura. Junio de 2006

Con el fin de conocer el estado de la estructura del Puente de Txatxarramendi, en el año 2006 se realiza una inspección visual de todos los elementos que componen el mismo, registrando las patologías observadas. Asimismo, se lleva a cabo una campaña de ensayos consistente en la realización de catas bajo los apoyos de la Pila 3, así como la extracción y posterior ensayo de resistencia a compresión de varios testigos de hormigón de la estructura (figura 4).



Figura 4: Extracción y rotura a compresión de testigo de hormigón.

De los resultados obtenidos en este primer estudio realizado, destaca por su importancia el desnivel existente entre los dos tramos del tablero, en su unión sobre la Pila 3, debido al descenso del apoyo metálico respecto de la cara superior de la pila (figura 5). Durante la realización de las catas se observa el mal estado en el que se encuentra la zona situada bajo estos apoyos, con presencia de armadura oxidada al descubierto, fisuración, tierra, raíces, vegetación e incluso animales. La degradación de esta zona ha sido provocada en gran parte por la entrada de agua a través de la junta, debido a la ausencia de impermeabilización en la misma. Por ello, se recomienda acometer de manera urgente la reparación de la zona, para lo cual será necesario realizar el izado del tablero, en sus vanos comprendidos entre el Estribo 1 y la Pila 3.



Figura 5: Desnivel existente entre tramos de tablero, sobre Pila 3, y cata realizada bajo uno de los apoyos de dicha pila.

Se recomienda, además, eliminar la vegetación en la totalidad del viaducto, haciendo especial hincapié en la eliminación de las plantas existentes en la parte superior de la Pila 3 y cuyas raíces se encuentran bajo los apoyos. Igualmente se deberán limpiar las zonas con presencia de eflorescencias.

Los elementos metálicos de apoyo del tablero sobre las pilas presentan oxidación, destacando el mal estado en el que se encuentran los apoyos situados en las pilas 1 y 2, cuya oxidación es más importante y cuentan además con delaminación. Se recomienda, por tanto, llevar a cabo un saneado y reparación de las chapas metálicas que se encuentren oxidadas.

Los elementos que componen el viaducto presentan patologías similares en todos ellos. La patología más importante observada es la corrosión de las armaduras. Los efectos de la corrosión se manifiestan en forma de fisuración y desprendimiento del hormigón dejando las armaduras oxidadas al aire. En este caso, se recomienda proceder a la reparación correspondiente de los daños observados, así como proceder a una limpieza completa de las juntas mediante soplado a presión y posterior colocación de material elastomérico para evitar la entrada de agua a través de ellas.

Asimismo, existen zonas puntuales donde el recubrimiento está a punto de desprenderse, con el peligro que ello supone.

Por todo ello, se concluye que debe realizarse la reparación del puente en un breve periodo de tiempo, ya que los daños pueden seguir aumentando de forma considerable (figura 6). Se indica además que, si las reparaciones no se van a realizar de forma inmediata, sí es necesario tomar medidas de seguridad frente a los posibles desprendimientos observados.



Figura 6: Ejemplos de daños observados en la estructura del puente.

En cualquier caso, todas las reparaciones a realizar deberán recogerse de manera detallada en un Proyecto de Reparación redactado por técnicos competentes, cumpliendo lo establecido por la normativa vigente en el momento de la redacción de dicho proyecto [3, 4, 5 y 6].



### 3.2 Primer Proyecto de Rehabilitación. Febrero de 2009

A la vista de los resultados del estudio inicial realizado, la DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA solicita a TECNALIA la realización de un proyecto de rehabilitación para dar curso a las recomendaciones de dicho estudio. Dicho proyecto se redacta en febrero de 2009.

Durante los trabajos de desarrollo de dicho proyecto y con el objeto de obtener información sobre el estado actual del puente, condicionantes de EuskoTren, posibles soluciones para el gateo, toma de mediciones, etc. se realizan varias visitas al puente. Se compara la información visual obtenida en esta ocasión con los datos recopilados en el estudio realizado tres años atrás.

El problema de mayor relevancia estructural observado en 2006 se encontró en los apoyos del tablero en la pila 3 del puente. Durante los trabajos de toma de información y mediciones llevados a cabo para poder realizar el proyecto de rehabilitación, no se observan variaciones significativas del estado del apoyo respecto a lo ya observado en las inspecciones llevadas a cabo en abril de 2006, ni señales (nuevas grietas en vigas, apoyos o pilas) que conduzcan a pensar en una evolución rápida de la patología del puente.

Finalmente se recomienda que, hasta que se finalicen las labores de redacción del proyecto de rehabilitación del puente y se lleve a cabo la ejecución del mismo, se vigile expresamente el mantenimiento de la señal (R-107) de entrada prohibida a vehículos destinados al transporte de mercancías con mayor peso que 3 toneladas.

### 3.3 Segundo Proyecto de Rehabilitación. Diciembre de 2012

En 2012 la DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA encarga a TECNALIA un nuevo proyecto de rehabilitación del puente, el cual se redacta en diciembre de ese año.

Inicialmente el alcance de dicho proyecto de rehabilitación se limitaba a la reparación estructural de la cabeza de la pila 3 del puente, por ser éste el aspecto más relevante desde el punto de vista estructural detectado en los estudios previos. Ahora bien, al llevar a cabo la reparación de la cabeza de pila 3 es necesario retirar y recolocar, corrigiendo su posición a la que tenía antes de producirse la patología, parte de la barandilla en los dos laterales del tablero. Por este motivo y por motivos de mantenimiento y conservación, se extiende el alcance del proyecto a la reparación de anclajes defectuosos y pintado tanto de la barandilla en toda la longitud del puente, como de las farolas que componen la iluminación del mismo. Además, se incluye dentro del alcance la limpieza y actuación en imbornales de drenaje en calzada y la instalación de bajantes de drenaje en los vanos sobre terreno.

Las obras de ejecución definidas en este proyecto dieron comienzo a mediados de junio de 2013, concluyendo a finales de julio de 2013 (figura 7).



Figura 7: Estado final de la pila 3 tras la rehabilitación realizada en 2013.

### 3.4 Tercer Proyecto de Rehabilitación. Mayo de 2021

En el año 2021 la DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA solicita a TECNALIA la realización de una nueva inspección del puente de Txatxarramendi, con el fin de actualizar el registro de patologías existente en el mismo; y la redacción de un proyecto de ejecución en el que se incluya la reparación y/o rehabilitación de las patologías que se observen.

El alcance de dicho proyecto de ejecución se limita a definir las actuaciones de reparación y rehabilitación de los daños y patologías que se observan en el puente de Txatxarramendi. Los daños y patologías sobre los que se definen las actuaciones son una actualización de los daños y patologías que se registraron, y que no se repararon, en la inspección llevada a cabo para la redacción del proyecto redactado en 2009.

Se lleva a cabo, por tanto, en primer lugar, una inspección general del puente realizando un contraste con las patologías y daños registrados en los estudios y proyectos anteriores y anotando la existencia de nuevas patologías. Se realiza, asimismo, una toma de datos para planificar los medios auxiliares a utilizar durante el proceso de reparación de daños. El registro de las patologías se presenta en forma de croquis (figura 8) y se presenta un reportaje fotográfico de diversas patologías y daños.

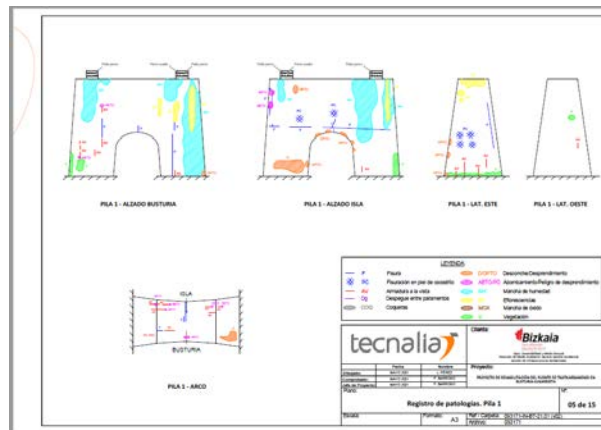


Figura 8: Extracto de los planos de patologías incluidos en el Proyecto de Rehabilitación.

Por otro lado, para los estudios previos del presente Proyecto de Ejecución, la DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA tiene interés por poder determinar la capacidad resistente del tablero del puente, al objeto de poder contrastar si es posible que pasen vehículos de más de 3 t, que es la limitación indicada por la señalización actual dispuesta a la entrada del puente (figura 9).



Figura 9: Señal de prohibición de paso de vehículos de carga mayor a 3 t colocada en la cara superior del puente.



Durante la redacción de este proyecto se localiza la documentación del proyecto original del puente [2], fechado en 1940, en cuya memoria se indica que la estructura del puente se calcula considerando como sobrecargas máximas actuantes  $400 \text{ kg/m}^2$  y considerando un tráfico de vehículos de máximo 5 toneladas. Teniendo en cuenta esto, se considera que la carga máxima admisible de tráfico de vehículos en el puente puede ser de 5 toneladas, siempre y cuando se verifique que la cuantía de las armaduras está dispuesta tal y como viene indicada en el proyecto de ejecución original del año 1940.

El proyecto de reparación redactado recoge las soluciones de reparación propuestas en función de lo observado en la inspección visual, y que engloban, entre otros: limpieza y retirada de eflorescencias y vegetación; limpieza y actuación en imbornales y bajantes; saneo de apoyos metálicos; reparación de zonas de desconches de hormigón (con y sin armadura a la vista), manchas de oxidación, fisuración, abombamientos y despegues; aplicación de recubrimiento protector de la estructura de hormigón del puente y pintado de barandillas y farolas.

La localización del puente, en la Reserva de la Biosfera del Urdaibai, así como la existencia de una línea de ferrocarril bajo uno de los vanos del mismo, hacen necesario acometer las actuaciones de reparación del puente extremando las condiciones de seguridad y respeto por el medio ambiente, tal y como se indica en la ley de protección de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai [7]. Por ello, se ha previsto la utilización de medios auxiliares especiales (en forma de carros de andamio), así como la colocación de una lámina geotextil para cubrir toda la superficie de andamios y carros con el fin de evitar la caída de material y restos de los trabajos de obra a la ría. Además, los trabajos a realizar en las zonas cercanas a la línea de ferrocarril se realizarán en Intervalos de corte que permita Euskotren [8].

#### **4. CONCLUSIONES**

Por su situación, el Puente de Txatxarramendi está expuesto a un ambiente marino que ha favorecido la aparición de diversos daños en el mismo. Dichos daños están provocados principalmente por la presencia de humedad en el hormigón y la consiguiente oxidación tanto de las armaduras como de los elementos metálicos del puente.

La presencia de daños, así como la extensión de éstos, ha ido aumentando con el paso del tiempo en aquellas zonas en las que no se han realizado reparaciones ni labores de mantenimiento.

Aunque actualmente la seguridad estructural del puente no está comprometida, se considera necesario proceder a la reparación de los daños existentes en el mismo con el fin, no sólo de mejorar su aspecto, sino de asegurar su capacidad portante, ralentizar su deterioro y alargar su vida útil.

#### **5. AGRADECIMIENTOS**

A la DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA (Departamento de Sostenibilidad y Medio Natural) por confiar en TECNALIA para hacer estos trabajos en el Puente de Txatxarramendi, y permitirnos exponerlos en el congreso REHABEND 2022.

Al historiador D. Jose Ángel Etxaniz Ortuñez, por proporcionarnos información histórica sobre el Puente y su entorno.

A la Demarcación de Costas del País Vasco, por facilitarnos una copia del proyecto original de ejecución del actual Puente de Txatxarramendi, fechado en el año 1940 y firmado por el ingeniero Luis Alberto Ribed Nieulant.

Al Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad del País Vasco UPV/EHU por su ánimo y cooperación para la escritura de este artículo.

Y finalmente a TECNALIA por darnos la posibilidad y el soporte económico para llevarlo al congreso REHABEND 2022.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Urdaibai, Reserva de la Biosfera <https://www.urdaibai.eus/es/> (acceso: octubre 2021)
- [2] Proyecto de Puente en Chacharramendi, firmado por el ingeniero Luis Alberto Ribed Nieulant. 30 de junio de 1940.
- [3] Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP), aprobada en la Orden de 12 de febrero de 1998.
- [4] Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- [5] Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por el Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio.
- [6] Pliego de prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera PG-3/1975.
- [7] Ley 5/1989, de 6 de julio, de Protección y Ordenación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.
- [8] Manual de procedimientos de ETS. Trabajos en Vía y Manual de Contratistas. PS-SC-09 Rev. 5 de junio de 2013.

[14] Consejería de Cultura. *Conjuntos monumentales de Úbeda-Baeza: patrimonio mundial: enclave dual del Renacimiento español*. Sevilla. 2003.

[15] Fernández Ruiz, R. Anexo de Gestión en *Conjuntos monumentales de Úbeda-Baeza: patrimonio mundial: enclave dual del Renacimiento español*. Sevilla. 2003



[www.rehabend.unican.es](http://www.rehabend.unican.es)

Coordinator:



Co-Organizers:

