

Sanierung historischer Stampflehm-Bau-Konstruktionen auf der Iberischen Halbinsel – Kriterien, Techniken, Ergebnisse und Perspektiven

Die Iberische Halbinsel ist das Gebiet in Europa mit der höchsten Konzentration an Stampflehmarchitektur. Seit einiger Zeit wird nun dieser Typ der Bauweise in all seinen Varianten (reiner Stampflehm, gemischt mit Kalk und Steinen, bewehrt mit Ziegeln oder Mörtel...) tiefgehend untersucht, was zu wichtigen Ergebnissen führte. Zudem ist Lehm, nicht nur auf der Iberischen Halbinsel sondern auch weltweit, ein Baumaterial mit all seinen Charakteristiken und Möglichkeiten, die sowohl in der historischen, denkmalgeschützten, traditionellen als auch neu gebauten Architektur untersucht werden.

Somit ist der Weg, der auf dem Gebiet der Beschäftigung mit der historischen Stampflehmarchitektur beschritten wurde schon ein Stück länger geworden. Wir können feststellen, dass seit den 1980er Jahren die Beschäftigung mit der Stampflehmarchitektur auf der gesamten Halbinsel sowohl an denkmalgeschützten als auch landestypischen Bauten gewachsen ist. Diese Beschäftigung mit dem gebauten historischen Erbe war in den einzelnen Fällen sehr unterschiedlich. Jedes einzelne Kriterium impliziert unterschiedliche Techniken, Materialien oder Maßnahmen.

Diese Untersuchung, finanziert durch das Spanische Ministerium für Wissenschaft und Entwicklung (Projekt: "The restoration of rammed earth architecture in the Iberian Peninsula. Criteria, techniques, results and perspectives", ref. BIA 2010-18921), zielt darauf ab, all diese Sanierungserfahrungen an denkmalgeschützten architektonischen Erbe auf der Iberischen Halbinsel zu zeigen, um davon zu lernen, Rückschlüsse zu ziehen sowie Perspektiven für die Zukunft aufzuzeichnen. Der Bericht analysiert 30 Sanierungsprojekte, die von den 1980er Jahren bis heute durchgeführt wurden, um die eingesetzten Kriterien und die Techniken zum einen zu bewerten und zum anderen, die letztendlichen Ergebnisse, da sich die Kriterien und Techniken im Laufe der Zeit weiterentwickelten.

Beginn ist die Dekade der 1980er Jahre, da sie einher geht mit der Errichtung der Demokratie sowohl in Spanien als auch in Portugal, den politischen und administrativen Veränderungen und einem neuen Ansatz der Sanierung von Denkmälern. Diese Erfahrung konnte auf andere geographische Regionen mit den gleichen Bauweisen und Sanierungsproblemen übertragen werden, wie z. B. Nordafrika, oder den Mittleren Osten.

Methodik

Forschungsmethodik

Die für die Forschung vorgesehene Methodik [7] umfasst die Analyse von Fallstudien mit einer qualitativen Methode, die auf einer breiten Auswahl an Informationen aus verschiedenen Primärquellen (Interviews und Informationen direkt von den an der Sanierung der Gebäude Beteiligten) und Sekundärquellen (andere mögliche Informationsquellen) stammen, jeweils direkt (von den sanierten Gebäuden) und indirekt (Literatur, Archive und Projektdokumentationen, etc.).

Dieser Ansatz, zu forschen basiert auf 3 grundlegenden Phasen:

1. Informationssammlung (durch die Erstellung einer Datenbank mit einer möglichst kompletten Liste der durchgeführten Arbeiten, der Auswahl interessanter Fälle, der Sammlung von möglichst vielen Informationen über diese Fälle, der Inaugenscheinahme der betreffenden Gebäude, der Durchführung einer physikalisch-chemischen Analyse, Materialprüfungen und der Bewertung von Behandlungsmethoden);
2. Der Analyse von Fallstudien [8], Austausch und Reflexion von Erfahrungen (Analyse und Bewertung der Fälle durch eine multidisziplinäre Methode, Sammlung detaillierter Daten eines jeden Eingriffs, Mischanalyse der Eingriffe, Organisation und Durchführung von Seminaren zur Reflexion, Veröffentlichung der Aufzeichnungen des Seminars)
3. Erstellen einer Wissenssammlung (die Idee ist, grundlegende Anleitungen zur Sanierung von denkmalgeschützter Stampflehmarchitektur auf der Iberischen Halbinsel aufzuzeichnen, die Forschungsergebnisse zu veröffentlichen, eine Webseite zur Dateneingabe und Datenverteilung der Projektergebnisse zu erstellen sowie eine Ausstellung zu organisieren und durchzuführen).

Methodik zur Analyse der Fallstudien

Wenn die Phase der Informationssammlung abgeschlossen ist, besteht die recht komplexe Aufgabe darin, die Fallstudien zu analysieren. Daher wurde die Analyse der Fallstudien unter Verwendung verschiedener Parameter durchgeführt, um die objektivste Form der Bewertung des erfolgten Sanierungsprozesses und der erzielten Ergebnissen zu finden.

The restoration of rammed earth architecture in the Iberian Peninsula – criteria, techniques, results and perspectives

The Iberian Peninsula is the area in Europe with the highest concentration of rammed earth architecture [1]. For some time now, this type of construction technique in all its variants (plain rammed earth, mixed with lime and stones, reinforced with bricks or mortar...) is being studied in depth with important results. Besides, not only in the Iberian Peninsula but all over the world, earth as construction material, with all its characteristics and possibilities, is being studied in all its forms: historic, monumental, traditional and newly built architecture.

Thus, the path trodden in the field of intervention on historic rammed earth architecture has already gone some distance. We could state that from the 1980s interventions on rammed earth architecture have increased all over the peninsula, both on monumental and vernacular buildings. These interventions on historic built heritage have been very different in each case. Each different criterion implied different techniques, materials or intervention actions.

This research, financed by the Spanish Ministry of Science and Innovation (Project: “The restoration of rammed earth architecture in the Iberian Peninsula. Criteria, techniques, results and perspectives”, ref. BIA 2010-18921), aims to show all these restoration experiences on monumental architectonic heritage carried out in the Iberian Peninsula, in order to learn from these interventions and draw conclusions and perspectives for the future. The paper analyses 30 restoration works carried out from the 1980s until the present in order to evaluate the criteria and the techniques employed as well as the results over time, not to mention the evolution in time of these criteria and the techniques employed. The starting date is the decade of the 1980s as it coincides with the arrival of democracy both in Spain and Portugal, the political and administrative changes and a new approach to restoration on monuments. This experience could be exported or compared with other geographical areas with the same constructive techniques and conservation problems, like the North of Africa and the Middle East.

Methodology

Research methodology

The methodology contemplated for the research [7] comprises the analysis of case studies with a qualitative method based

on a broad range of information gleaned from several primary sources (interviews and information provided directly by the agents involved in the restoration of the building) and secondary sources (other possible sources of information), both direct (the buildings restored) and indirect (bibliography, archive and project documentation, etc.).

This approach to research is based on three fundamental phases:

1. Collecting information (by drawing up a database with a list of the works carried out as complete as possible; making a selection of interesting cases; gathering as much information as possible about these cases; visiting the buildings intervened upon; conducting physico-chemical analyses, testing material characterisation and the evaluation of treatments);
2. Analysing case studies [8], sharing and reflecting about experiences (analysing and evaluating the cases by means of a multidisciplinary method; collecting detailed files of each intervention; cross-analysing the interventions; organising and setting up of seminars for reflection; publication of the minutes of the seminars);
3. Producing a corpus of knowledge and diffusion (the idea is to draw up general guidelines for the restoration of monumental rammed earth architecture in the Iberian Peninsula, publishing the research results; creating a web page for the diffusion and implementation of the results of the project; and organising and setting up an exhibition).

Methodology used to analyse the case studies

Once the information collection phase has been completed, the most complex task consists in analysing the case studies. In fact, the analysis of the case studies has been carried out using different parameters in order to find the most objective manner possible to examine the restoration process employed and the results obtained.

In the first place, the *constructive technique* originally used on the building or the transformations carried out on it are analysed. Obviously, it is not the same thing to intervene on one type of rammed earth as on another, either regarding the problems inherent in the material itself (taking into account that it can be plain or lime-cruusted rammed earth or rammed earth mixed with stone, etc.) or regarding the type of degradation



Zunächst wurde die *ursprünglich verwendete Bauweise* bzw. deren Veränderungen analysiert. Offensichtlich ist es nicht das Gleiche, an welchem Typ von Stampflehm man arbeitet, wenn man betrachtet, dass Probleme zum einen dem Material selbst behaftet sind (man beachte, dass es ebener oder kalkverputzter Stampflehm sein kann, oder auch mit Steinen gemischter Stampflehm, etc.) oder bezüglich der Arten der Verwitterung die er erfahren hat (Oberflächenerosion, Lösen oder Verlust der Schutzhülle, Verarbeitungsfehler, etc.).

Als Zweites wurde der *Zustand des Gebäudes* vor der Sanierung analysiert, da die Art des Eingriffs, des Vorgehens, stark vom mehr oder weniger fortgeschrittenen Verfall abhängt: Ob er statisch gefährdend ist, etc. Die Merkmale wurden bezüglich der betroffenen Gebäudeteile in Gruppen klassifiziert, damit man sie einfacher den Eingriffen der zukünftigen Analysen zuordnen kann. Dieses Prinzip machte es möglich, die Symptome, welchen der Baukörper ausgesetzt ist, zu identifizieren (Volumenverlust, Fehlstellen bzw. Löcher, Ablösungen, Instabilität der Struktur, Rissbildung, etc.); der Schutzhülle des Baukörpers (Erosion, Vo-

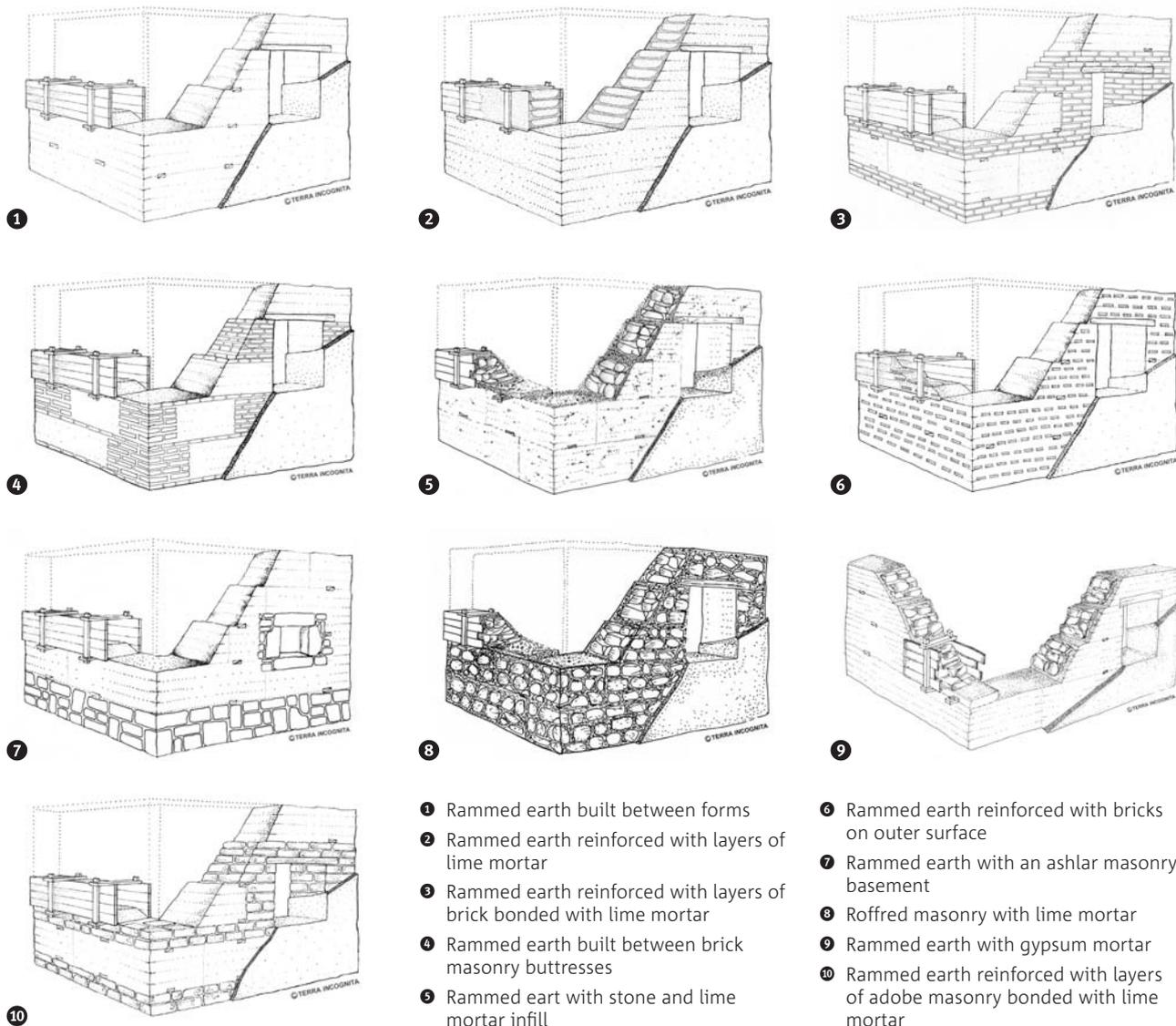
lumenverlust, Verlust der Überdachung, Auf- und Ablösungen, etc.); sowie der Oberfläche des Baukörpers (Oberflächenerosion, Ablösen der Schutzhülle, Abblättern, das Auftreten von Wasserdampf, Salzen, Schmiererein, Graffiti, etc.).

In der dritten Phase wurden die *angewendeten Eingriffsmethoden* analysiert, ebenso um die originalen Materialien und deren Phasen der Konservierung zu betrachten. Um diese Form der Analyse anzuwenden, wurden die Eingriffsmethoden entsprechend Ihrer Eingriffssphären in drei große Familien unterteilt: Baukörper, Schutzhülle und Oberfläche. Eine vierte Kategorie kann diesen drei Gruppen noch zugefügt werden: Die Gründung. Außerdem, als fünftes Element: Eingriffe, Einbauten die direkt die Stampflehmwände betreffen (Fußboden- und Deckendurchbrüche, Treppen, etc.).

Zuletzt kommt der komplexeste Teil der Untersuchung mit der Analyse der Kriterien, die in den Eingriffen aufeinander folgen [2-3-4-5-6]. Die Komplexität der Analyse der Kriterien besteht darin, sie aus dem möglichst objektivstem Standpunkt zu

1 Lehmbautechniken die in den Fallstudien vorgefunden wurden

1 Earthen building techniques found in the studied cases



- 1 Rammed earth built between forms
- 2 Rammed earth reinforced with layers of lime mortar
- 3 Rammed earth reinforced with layers of brick bonded with lime mortar
- 4 Rammed earth built between brick masonry buttresses
- 5 Rammed earth with stone and lime mortar infill
- 6 Rammed earth reinforced with bricks on outer surface
- 7 Rammed earth with an ashlar masonry basement
- 8 Roffred masonry with lime mortar
- 9 Rammed earth with gypsum mortar
- 10 Rammed earth reinforced with layers of adobe masonry bonded with lime mortar

it has suffered (surface erosion, loosening or loss of the crust, gaps in the fabric, etc.).

In the second place, the *pathologies* the building presented before restoration are analysed, because the type of intervention depends to a large degree on the more or less serious degradation: whether it is structurally harmful, etc. The pathologies have been classified in groups according to the parts of the building that are affected so that it will be easier to relate the pathologies to interventions in the future analysis. This system has made it possible to identify pathologies that affect the fabric (loss of volume; the presence of gaps; structural disconnection; structural instability; the presence of cracks, etc.); the copings of the fabric (erosion; loss of volume; loss of roofing; structural instability, etc.); and the surface of the fabric (erosion of the surface; loss of crust; scaling; the presence of damp; the presence of salts; stains; graffiti, etc.).

In the third place, the *intervention techniques* used are analysed, also taking into account the original material and its state of

conservation. To perform this type of analysis the intervention techniques have been divided into three large families according to the sphere of action: fabric, copings and surface. A fourth category could be added to these three groups: the foundations. And, last, a fifth: interventions that can somehow affect the rammed earth walls (insertion of floors, roofs and stairs, etc.)

Finally, the most complex part is related with the analysis of the *criteria* followed in the interventions [2-3-4-5-6]. The complexity of the analysis of the criteria is in approaching them from the most objective point of view possible. The analysis of the criteria focuses on the three main parts of the building, all of whose aspects must be examined: fabric, copings and surfaces. In the first place, the interventions have been classified in three large categories depending on the type of intervention: *conservation* in the case of interventions aimed at cleaning, consolidating and protecting the fabric, copings and surfaces; *reintegration* refers to interventions aimed at conserving the existing matter through protection and conservation methods but also including the integration of small, defined gaps in the fabric, copings



Guzmanes Palace (León)



Jorquera Castle (Albacete)



Albaicín Walls (Granada)



Reina Castle (Badajoz)



Jumilla Castle (Murcia)



Soledad Church (Palencia)

betrachten. Diese Analyse zielt auf die drei Hauptteile der Gebäude ab, deren Aspekte alle untersucht werden müssen: Den Baukörper, die Schutzhülle und die Oberfläche. Zunächst wurden die Eingriffe in drei große Kategorien eingeteilt, je nach Art des Eingriffs: *Erhaltung* im Falle des Eingriffs mit dem Ziel der Reinigung, Konsolidierung und dem Schutz des Baukörpers, der Hülle und der Oberfläche; *Ausbesserung* im Falle von Eingriffen, die neben dem Schutz und der Erhaltung der bestehenden Substanz auch das Füllen kleiner, begrenzter Fehlstellen des Baukörpers, der Hülle und der Oberfläche beinhalten; *Wiederherstellung/Erneuerung* wenn die Maßnahmen auch in dem Wiederaufbau verloren gegangener Teile bestehen, speziell des Baukörpers oder dessen Hülle, unter Beachtung der Wiederherstellung der ursprünglichen Oberfläche und/oder deren Beschaffenheit. Neben diesen drei Hauptkategorien müssen noch *Abriss* und *andere Eingriffe* erwähnt werden.

Auf der anderen Seite wurden eine Reihe von Parametern etabliert, um bei der Einführung von *grundlegenden architektonischen Sanierungsprinzipien* zu helfen: Erhaltung der Originalsubstanz, minimaler Eingriff, Rückführ- bzw. Umkehrbarkeit, Materialkompatibilität, konstruktive Kompatibilität, Dauerhaftigkeit, genaue Datierungs- und/oder Unterscheidungsmöglichkeit, Neutralität. Für jedes Grundprinzip wurde eine Reihe von Parametern erstellt, sodass diese mehr oder weniger effizient in die Praxis eingeführt werden können: Die *Substanzerhaltung* wurde eingeführt im Bezug auf die Erhaltungs- oder Schutzmaßnahmen an bestehender Bausubstanz und sie ist umgekehrt proportional zu ihrer Vernichtung bzw. Veränderung; unter *Minimalen Eingriff* versteht man in allen Fällen den minimalsten notwendigen Eingriff, der von der Verfestigung der Oberfläche bis zur Erneuerung von Bestandteilen des Baukörpers reichen kann, wenn die Beschaffenheit des Gebäudes es erfordert; die *Umkehrbarkeit* des Eingriffs ist bezüglich der ergänzten Elementen

eingeführt worden, damit diese ohne Spuren zu hinterlassen eliminiert werden können und sind sie ist somit umgekehrt proportional zur Vernichtung der Originalsubstanz; *Materialkompatibilität* wird an der physischen und chemischen Kompatibilität der beim Eingriff verwendeten Materialien gemessen; *konstruktive Kompatibilität* wird bezüglich der Erhaltung der konstruktiven Konzeption des Eingriffs gemessen, das *Tragverhalten* der ergänzten Elemente abhängig von der bestehenden Konstruktion und somit umgekehrt proportional zur Veränderung der Konstruktion; die *Dauerhaftigkeit* des Eingriffs wird anhand der Ergebnisse, die im Laufe der Zeit erhalten werden, gemessen. Somit kann sie nur angewendet werden, wenn der Eingriff eine gewisse Zeitspanne umfasst oder in dem Fall, dass Symptome als Folge des Eingriffs auftauchen; *Zeitgemäße Ausführung* und/oder *Unterscheidungsfähigkeit* misst man an der Möglichkeit, den Eingriff von der bestehenden (originalen) Substanz anhand von traditionellen und modernen Techniken oder einer zeitgemäßen Neuinterpretation von traditionellen Techniken zu unterscheiden, wobei letzteres sowohl mit der Unterscheidungsfähigkeit als auch der Datierung korrespondiert; die *Neutralität* des Eingriffs bzw. die Integrationskapazität in das Ensemble wird anhand von Parametern wie Proportion von alt und neu, der Materialauswahl verglichen zur Originalsubstanz, der Integration von Farben, Oberflächenstrukturen, etc. bestimmt

Erste Ergebnisse der Analyse von 30 Fallstudien

Auf der Grundlage des oben präsentierten Schemas wurde eine anfängliche Analyse an Fällen, die dank der vorhandenen von den Autoren aufgezeichneten Informationen ausreichend Daten liefern konnten, unternommen. Bis jetzt sind 30 Sanierungsfälle, die in Spanien zwischen 1980 und 2012 unternommen worden, analysiert worden. Offensichtlich ist es nicht möglich, absolute Objektivität in der Analyse zu erreichen, da die qualitative Analyse auf einer Vielzahl von Parametern beruht, auf den

2 Einige Eingriffe an Stampflehmarchitektur mit verschiedenen Techniken und Kriterien

2 Some interventions made in rammed earth architecture with different techniques and criteria.



Niebla Walls (Huelva)



Montemolín Castle (Badajoz)



Almería Castle (Almería)



Daroca Walls (Zaragoza)



Petrel Castle (Alicante)



Puerto Lumbrera Castle (Murcia)

and surfaces; *reconstruction* when the action consists in rebuilding the missing parts, especially in the fabric and copings with a view to recuperating or restoring the surface of the original layout and/or textures. Apart from these three major categories, *demolition* and *other interventions* must also be added.

On the other hand, a series of parameters have been established to help identify the application of *general architectural restoration principles*: conservation of the authentic matter, minimum intervention, reversibility, material compatibility, structural compatibility; durability, expressive dating and/or distinguishability, neutrality. For each general principle a series of parameters has been put forward so that they may be put into practice more or less efficiently: the *conservation of matter* is established according to the conservation or protection measures for the existing matter and inversely proportional to its elimination or transformation; *minimum intervention* is understood in all cases to be the minimum intervention necessary, which can range from the consolidation of the surface to the reintegration of the fabric where the structural efficiency of the building requires it; the *reversibility* of the intervention is gauged according to the added elements that can be eliminated without leaving any trace and in a manner inversely proportional to the elimination of existing matter; *material compatibility* is measured according to the physical and chemical compatibility of the material used in the intervention; *structural compatibility* is measured according to the conservation of the structural conception of the intervention, the *structural behaviour* of the added element depending on the existing structure and inversely proportional to the transformation of the existing structure; the *durability* of the intervention is measured according to the results obtained over time, so it is a parameter that can only be addressed in the case of interventions that were carried out a certain length of time previously or in the event that pathologies have appeared as a

result of the intervention; *contemporaneous expressivity* and/or *distinguishability* is measured according to the possibility of distinguishing the intervention from the existing building with both traditional and modern techniques or a contemporary reinterpretation of traditional techniques, where the latter would correspond both to distinguishability and dating; the *neutrality* of the intervention or the capacity to integrate it in the ensemble is measured by parameters such as proportion of old and new, the type of materials used in comparison with the existing materials, the integration of colours, textures, etc.

First results of the analysis of a group of 30 case studies

On the basis of the scheme presented above, an initial analysis phase has been carried out on cases that provided sufficient data thanks to the information available in the files drawn up by the authors of the work. So far 30 interventions carried out in Spain between 1980 and 2012 have been analysed. Obviously it is not possible to attain absolute objectivity in the analysis since it is the qualitative analysis of a series of parameters based on files drawn up by the authors of the works and the photographs taken by them. Nevertheless, this method of parametric analysis makes it possible to reduce arbitrariness since it is based on a broad range of elements studied, always in a systematic manner. In the future it is our intention to make a comparative study of the evaluations obtained by different researchers in order to study the deviations that exist in the application of the method.

The following preliminary conclusions can be drawn from the thirty cases studied in detail. In the first place, most of them (twenty-four buildings) are restoration works on different types of rammed earth fabric in castles, ramparts and towers. A much smaller number are religious (three buildings) or civil (three buildings). On the other hand, in most cases they were made of lime-crustrated rammed earth and lime-enriched rammed earth

INTERVENTION TECHNIQUES		SPECIFIC CRITERIA	Consolidation and protection	Reintegration	Reconstruction	Demolition	Others
Fabric	Cleaning and conservation of fabrics		1				
	Reintegration of fabrics						
	– with a conservative goal			1			
	– with an aesthetic goal			1			
	Reconstruction of fabrics						
	– with a conservative goal				1		
	– with an aesthetic goal				1		
	Felling / Removal / Elimination						
	Cleaning and consolidation of fabrics		1				
	Injection of the fabric						
	Concrete encasement of the fabric						
	Foundations side-reinforcing with projected concrete						
	Repointing discontinuities						
Coping	Cleaning and conservation of the existing profile		1				
	Regularization / Consolidation of the profile						
	– with a structural/conservative goal			1			
	– with a typological/aesthetic goal			1			
	Recovering of the original profile						
	– with a structural/conservative goal						
	– with a typological/aesthetic goal						
	Removal / Elimination						
	Cleaning and consolidation of the existing profile		1				
	Protection of the coping with a mortar layer						
Surface	Cleaning and conservation of the existing surface		1				
	Reintegration/Consolidation of the gaps in the surface						
	– with a conservative goal			1			
	– with an aesthetic goal			1			
	Recovering of the original surface						
	– with a conservative goal						
	– with an aesthetic goal						
	Pecking of the surface						
	Cleaning and consolidation of the existing surface						
	Injections to consolidate the surface						
	Lime wash						
Others	Insertion of floors						1
	Insertion of stairs						1
	Roof						1
	Insertion of railings						1
	Insertion of windows						1
	Gangway						
	Rampart walk						
	Water-proof layer						
	Waste water piping						
	Paths						
Totals			5	6	2	0	3

Zeichnungen der Autoren und deren Fotos. Dennoch macht diese Methode der Parameteranalyse es möglich, die Willkürlichkeit/Beliebigkeit zu reduzieren, da sie auf einer breiten Masse untersuchter Elemente basiert, die immer systematisch geordnet sind. Für die Zukunft haben wir vor, eine vergleichende Studie der Bewertungen von verschiedenen Forschern zu unternehmen, um die Abweichungen in der Anwendung dieser Methode zu untersuchen.

Die folgenden vorläufigen Rückschlüsse können aus den 30 Fallstudien gezogen werden. Als Erstes sind die meisten von ihnen (24 Gebäude) Sanierungsarbeiten an verschiedenen Typen von Stampflehmobjekten in Schlössern, Festungsanlagen und Türme. Eine viel kleinere Zahl sind religiöse (3) oder zivile (3) Gebäude. Auf der anderen Seite sind die meisten Objekte kalkverputzte Stampflehm oder kalkstabilisierter Stampflehm, der mit

3 Beispiel einer Anwendung des Schemas, welches zur Analyse der Maßnahmen/Eingriffskriterien verwendet wurde
 3 Example of application of the schema used to analyse the intervention criteria

Steinen gemischt wird und in wenigen Fällen Lehmwände zwischen Ziegelsäulen.

Die meisten durchgeführten Maßnahmen umfassen eine große Anzahl von Erhaltungs-, Erneuerungs- und Wiederaufbauarbeiten in unterschiedlichen Anteilen, von denen sehr wenige allein der Erhaltung dienen (nur 2 Maßnahmen können als reine Erhaltungsarbeiten bezeichnet werden). 3 Eingriffe sind hauptsächlich Erhaltungsarbeiten, zwischen 45% und 60% Anteilen an dem Gesamtaufwand. Zum anderen Extrem fanden wir massive Wiederherstellungsarbeiten (6 Maßnahmen waren massive Erneuerungsarbeiten zwischen 50% und 60% Anteil an den Gesamtmaßnahmen). In vielen Fällen wurde Abriss als ein Teil der Maßnahme gemeinsam mit der Eliminierung von lose gewordenem Material angewendet, in sehr wenigen Fällen wurden Teile des Gebäudes entfernt und wiedererrichtet (bei 4 Maßnahmen lag der prozentuale Anteil der Erneuerungsarbeiten von 25% bis 50% am Gesamtanteil der erfolgten Arbeiten).

Ein zweiter Aspekt, der erwähnt werden sollte, ist der, dass die untersuchten Fälle in drei gleichgroße Gruppen geteilt wurden (jede davon etwa ein Drittel der Gesamtanzahl), zwischen Maßnahmen die vorrangig *grundlegenden Sanierungsprinzipien* folgten (zwischen 93% und 80%), denen, die diesen annähernd folgten (zwischen 79% bis 61%) und denen, die diesen weniger folgten (zwischen 60% und einem Minimum von 37%). Außerdem sollte erwähnt werden, dass das Prinzip der *Substanzerhaltung* in allen Maßnahmen verfolgt wurde, die über 80% der grundlegenden Prinzipien folgten, während es in den Fällen, die nur sehr wenig diesen Prinzipien folgten (weniger als 60%) systematisch versagte. Das Prinzip der *Umkehrbarkeit* wurde in allen Maßnahmen verfolgt, bei denen neue Elemente ergänzt wurden (Böden, Decken, Treppen, Geländer, etc.), wobei es bei Maßnahmen, die auf *Erneuerung und Wiedererrichtung* des Baukörpers abzielen, schwieriger ist dem zu folgen, da sie eliminiert werden und somit der frühere Zustand des Gebäudes niemals wieder erreicht werden kann.

Es sollte auch erwähnt werden, dass das Prinzip, welches praktisch in allen Fällen verfolgt wurde, das der *Materialkompatibilität* und *konstruktiven Kompatibilität* ist. Dies ist nicht verwunderlich, da in den meisten untersuchten Fällen die Erneuerung oder Wiedererrichtung mit Stampflehmtechnik in den gleichen

Verhältnissen wie bei den ursprünglichen Bauten erfolgte. Tatsächlich kann festgestellt werden, dass selbst in den Fällen, da die Hauptmaßnahmen Wiedererrichtung oder entscheidender Abriss von Originalsubstanz waren, Respekt für die Materialkompatibilität und konstruktiven Kompatibilität gezeigt wurde. Auf der anderen Seite ist es interessant zu unterstreichen, dass das Prinzip der *Unterscheidungsfähigkeit* in den meisten Fällen beobachtet werden konnte (über zwei Drittel) und nur bei einer sehr geringen Anzahl von Fällen unmöglich ist, zwischen altem Bestand und neuem Material zu unterscheiden (in 3 Fällen). Dennoch waren die neu ergänzten Elemente (eingefügt oder als wiederhergestellter Baukörper) in den meisten Fällen (über zwei Drittel) ganz klar vom Rest zu unterscheiden und sollten nicht unbemerkt bleiben (im Hinblick auf das Prinzip der *Neutralität*) bezüglich der Materialien, der Farbe oder Oberflächenbeschaffenheit, obwohl die gleichen Bauweisen wie im bestehenden Gebäude verwendet wurden.

Letztlich gibt es keinen Zweifel, dass das am wenigsten verfolgte Prinzip das des *minimalen Eingriffs* war, da in vielen Fällen die durchgeführten Maßnahmen nicht zwingend notwendig für die konstruktiven und erhaltenden Zwecke waren, sondern mit ästhetischen oder typologischen Gesichtspunkten zu tun hatten.

Zusammenfassung

Die parameterbasierte Analyse, die in diesem Falle der 30 Fallstudien verwendet wurde, hat geholfen, eine sehr homogene und objektive Analysemethode zu festigen. Diese Methode wird auf die bisher identifizierten 300 Fälle angewendet werden, auch wenn Varianten und Anpassungen eingebracht werden könnten, um neue Maßnahmen, Eingriffstechniken und Kriterien zu integrieren und möglicherweise die Objektivität zu erhöhen. Dennoch erlauben die Ergebnisse dieser ersten Studienphase uns, klar die Sanierungskriterien und -Prinzipien zu identifizieren, die in den durchgeführten Maßnahmen betrachtet wurden. Neben der Verbreitung von Wissen dank der Dokumentation unternommener Eingriffe, stellt diese Untersuchung die Notwendigkeit des Lernens aus durchgeführten Arbeiten heraus, um mögliche Richtlinien zur Sanierung von Stampflehm-bauten zu erstellen, als Teil der Disziplin der architektonischen Erhaltung und der Anwendung ihrer Prinzipien.

Referenzen – Siehe englischsprachigen Text.

A second aspect that is interesting to mention is that the cases analysed are divided into three similarly sized groups (each of which was approximately a third of the total), between works that mostly follow *general restoration principles* (between 93% and 80%), those that follow them to a relative degree (between 79% and 61%), and those that follow them to a lesser extent (between 60% and a minimum of 37%). It is also worth pointing out that the general principle of *conservation of matter* is clearly followed in all the interventions, over 80% of which follow the general principles, whereas it fails systematically in those interventions that only marginally follow the principles (less than 60%). The principle of *reversibility* is followed in all the works where new elements are added (floors, roofs, stairs, banisters, etc.), whereas it is more difficult to follow it in those works that focus on the reintegration and reconstruction of the fabric, for although they can be eliminated, the former state of the building before the works can never be attained.

It is also worth pointing out that the principle most followed in practically all the cases is that of *material and structural compatibility*; this is not fortuitous since, in most of the cases analysed, the reintegrations or reconstructions are performed using rammed earth technique in proportions similar to those of the original fabric. In fact, respect for material and structural compatibility can be observed even in works where the main action is reconstruction or in important demolition works that have been carried out on the original matter.

On the other hand, it is interesting to underscore that the principle of *distinguishability* is observed in most cases (over two thirds), and in a very small number of cases it is impossible to distinguish between the old fabric and the new (in three works). However, the newly added elements (reintegrated or reconstructed fabric) in most cases (over two thirds) stand out quite clearly from the rest and do not aim to go unnoticed (according to the principle of *neutrality*) with regard to materials, colours or textures even when the same constructive methods were used as in the existing building.

Finally, no doubt the principle least followed is *minimum intervention*, because in many cases the interventions carried out are not strictly necessary for structural and conservation purposes

but have to do with an aesthetic or typological reflection on the building.

Conclusion

The parameter-based analysis procedure used in the sample of the 30 cases studied to date has helped consolidate an extremely homogeneous and objective methodology for analysis. This methodology will have to be applied to the 300 cases identified so far, although variations and adaptations may be introduced to include new intervention techniques and criteria, and also perhaps to enhance objectivity. Nevertheless, the results of this first study phase permit us to identify clearly the restoration criteria and principles that have been taken into account in the interventions carried out. Apart from broadening knowledge gained from the interventions performed, this research points to the need for learning from the work done in order to draw up possible guidelines for the restoration of rammed earth structures as part of the discipline of architectural restoration and the application of its principles.

References

- [1] AA.VV.: Terra Europae. Earthen Architecture in European Union, ETS, Pisa, 2011
- [2] CARBONARA G. (1997): Avvicinamento al restauro, Liguori, Naples
- [3] EARL J. (2003): Building Conservation Philosophy, Donhead, Dorset
- [4] DOGLIONI F. (2008): Nel restauro. Progetti per le architetture del passato, Marsilio, Venetia
- [5] WARREN J. (1999): Earthen Architecture: The conservation of brick and earth structures. A handbook. ICOMOS International Committee on Earthen Architecture
- [6] WARREN J. (2001): "Forma, significado y propuesta: objetivos éticos y estéticos en la conservación de la arquitectura de tierra", en Loggia 12, pp. 10-19
- [7] C. Mileto, F. Vegas, V. Cristini, L. García, "Restoration of rammed earth architecture in the Iberian Peninsula: ongoing research", en C. Mileto, F. Vegas, V. Cristini (ed.), Rammed Earth Conservation, CRC-Balkema/Taylor & Francis Group, London, 2012, pp. 381-386
- [8] L. García, C. Mileto, F. Vegas, S. García, "Restoration of monumental rammed earth buildings in Spain between 1980 and 2011 according to the Archives of the IPCE", pp. 339-344; V. La Spina, F. Martella, C. Mileto, F. Vegas, "Restoration of rammed earth architecture: the projects funded by the Diputación Provincial de Valencia (Spain)", pp. 369-374 en C. Mileto, F. Vegas, V. Cristini (ed.), Rammed Earth Conservation, CRC-Balkema/Taylor & Francis Group, London, 2012