

THE NATURE OF COLOUR

A. García Codoñer, J. Llopis Verdú, J. Serra Lluch, A. Torres Barchino

Department of Graphic Expression in Architecture. Polytechnic University of Valencia, Spain

Introduction

The world in which we live provides us with an infinite number of natural materials, whose characteristics offer elements which are distinguished by their different surface textures and colours.

Without looking beyond the Earth's surface, its terrain offers us a visual landscape dominated by light, the great range of colour and nature's own elements: its vegetation, its plains, its mountains and its rivers... The natural terrain provided by nature itself has, throughout time, been an essential element which has allowed man to create and embellish his own habitat. The diversity of colour of earth used by man according to place, custom and culture has through their use facilitated the creation of a chromatically-driven symbolism making up a diverse and rich language. This language is written on the surfaces of man's walls or even on his own body, expressing and representing the variety of artistic creation in a world of diversity.

Amongst the elements found within the Earth's crust, silicon, aluminium, calcium, sodium, potassium, magnesium and iron are the most abundant in natural earth, all of which condition which minerals are found most frequently. The group referred to as silicates, quartz, feldspar, micas and clays are the most common and are found more or less frequently in accordance with geographical location.

The colour of natural earth is thus dependant on the elements of which it is comprised, its chemical characteristics and its

origins. Geological materials such as minerals or rocks and the process of extraction used allow us to classify them by origin, mix, what transformation they have undergone and variety, etc.

The chromatic differences which exist may to a certain extent be described as the earthen rainbow. The consequence of this rainbow of earth which is rich in variety of colour and mix, is the production of what are referred to as pigments, substances of terrestrial geology itself a complicated structure of rock formations and deformities which stretches from the Earth's surface to its crust. This natural phenomenon acquires an expressiveness which is difficult for man to improve upon and to a certain extent difficult for him to understand. Man, however, has made use of these natural resources to elaborate and to build, in his own milieu, those elements which provide him with shelter and a roof over his head.

These elements are, essentially, extracted from the terrain itself, and are from culture to culture testimony to a natural world full of diverse materials and, of course, colour which is visible both in rural and urban landscapes. This essence of and testimony to culture itself can be observed throughout history. In this way, culture is created by a specific environment and is, in turn, developed in this environment. It seeks both a response to, and, a strategy to make the best use of the resources that are available. It is the legacy of our ancestors, a legacy which is intrinsically linked to the environment they inhabited.

We know that colour exists from the Earth's interior right up

Fig. 1 Aerial view: natural landscape of the Mediterranean.





Fig. 2 Natural lands of Cappadocia.

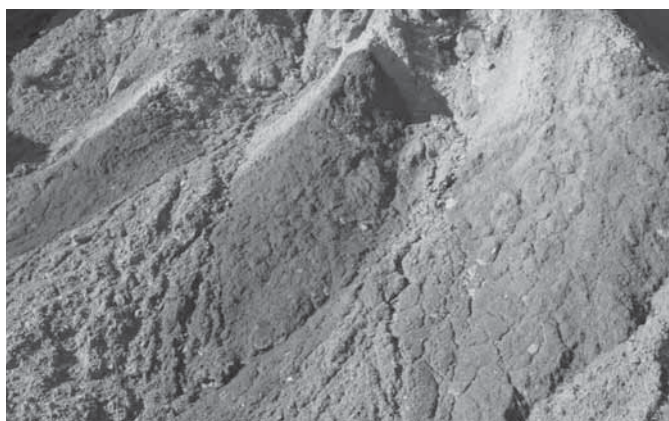


Fig. 3-4 Land sediments oxides and calcite. Mediterranean Area.

Fig. 5 Quesa. Comunidad Valenciana. El Cerro Negro. Erosión rgrooves and gullies in Triassic clay.



to the layers of soil at the surface. Thanks to this phenomenon we can appreciate the varieties which distinguish one area from another and in conjunction with the contribution of climate, orientation and the variety of light; the diversity of our ever-changing landscape is created.

Light and colour constitute the starting point of experience when attempting to understand the landscape, and they illustrate the different human experiences in each natural environment. We construct our civilisations on different physical foundations and through the spectrum of different life experiences.

Each habitat is characterised through our experiences by a great diversity of images, from the light-filled Mediterranean experience to the gloomier and colder image of the natural surroundings of Central Europe. It is not only that the available natural resources are not the same but also that the image of the world is radically different. Human experience greatly differs between those who live in the North and those who live in the south, between those who live on the coast and those who live in the mountains. It is through these different perspectives that we build our cultures. Each group of people presents their own view of the world and of life based on these different life experiences.

The need to develop materials for the construction of living spaces, for example, brings forth the essential importance of man in all this. Elements from the earth, from vegetation and from the whole of nature have been incorporated into the world of man and are still evident in the urban backdrop of our civilisation.

The nature of colour

It is not easy to describe all the colours of nature, man's vision is limited, but the experience of obtaining resources from them and later studies which have been carried out on them have produced an extensive palette of colour. This palette of colour, rescued from nature, is created around the origins of each colour, its geographical source, its history, its chemical composition, how it was made and the period of its use.

Thus, nature, through the elements which it provides, garners man with a great diversity of elements and colour to use, since ancient times, for the development of his architecture or to give significance to his culture.

Colouring materials are, essentially, found in the natural world and used for the painting, embellishment and protection of building materials. They are what we refer to as pigments. Whether animal, vegetable or mineral, pigments have been studied by the scientific world and across different fields of research such as archaeology, architecture, geology, and chemistry and, of course, art. Pigments from era to era, with different applications and treatments have been shown to have played an important role in every known culture and in every part of the world.

We will therefore briefly identify the natural colours and their historical origins in order to establish this palette of colour and material which will serve as a reference for any chromatic recuperation process on the buildings of our ancestors, and also as an aid to the carrying out of a scientific-technical study which will define the characteristics of these elements. Our studies on the recuperation of colour in the historical architecture of the Mediterranean region have shown that an ex-

tremely wide variety of materials were used whose chromatic qualities are a consequence of the colours found in the surrounding territory.

In the same way, the constructions on the Mediterranean coast share similarities with other cities which lie on the Mediterranean. The characteristics of the terrain, light and atmospheric conditions make the area naturally rich in certain minerals and its vegetation provides some of the species which, in particular, help to create other ranges of colour. These colours vary according to the backdrop and surfaces onto which they are applied and to the painting techniques used in the constructions.

The colour by which our cities are identified, the chromatic characteristics of the environment, geography and light, characterise our personal development and are deeply rooted in our culture helping to form different aesthetic values in each culture.

We are closely influenced by the territory where we live out our lives which is turn characterised by its own particular geological range of colours the perception of which is conditioned by the light particular to each environment. In this way our chromatic experience is governed by our own natural surroundings and the possibilities offered by the materials which make up those surroundings.

It is possible to establish an outline based on the range of categories of natural materials which define the colourings left to us by our ancestors from different cultures. Firstly we can start by defining pigment as any colouring material used for painting. The colours may be animal, vegetable, mineral or synthetic. Even in the ancient world artificial pigments were used.

The list of pigment types would be as follows:

Organic pigments, which are subdivided into two categories: vegetable origin or animal origin. These are relatively unstable. They are transparent and unmistakable. The use of plants for dyeing cloth created colourings which have been used throughout the ages and in cultures across the globe. *Vegetable colourings*, while relatively sensitive to light, were the easiest to obtain, from flowers, seeds, bark from trees like the chestnut and roots of plants like saffron brasilwood, Dyer's weed, bistre, madder and fumitory.

Of animal provenance are, for example, those from lac insects (cochineal and kermes) sepia and black from burnt bones.

Inorganic pigments of mineral origin:

Natural earth: ochre, natural umber, available in nature.

Charred natural earth: burnt umber, burnt sienna.

Artificially prepared mineral colours, through a manufacturing process, dry filtering or water wash: Cadmium yellow, zinc oxide, etc.

Mineral pigments, thus, originate from coloured earth. Iron is responsible for the colour in most of them: Ochres, yellows, reds and semi-precious stone. Those originating from heavy metals are more difficult to obtain like cinnabar, orpiment, realgar, azurite, malachite and lapis lazuli.

The use of earth dates back to the lower Palaeolithic age where red earth and black from manganese oxide or charcoal were used. The use of yellow ochre, for example, dates from the mid Palaeolithic and was produced by suspending ochre sand in water, the quartz collects at the bottom while clay and coloured oxide stays in suspension.



Fig. 6 Oxides and sandstones of the Lower Triassic cuarcilicas.

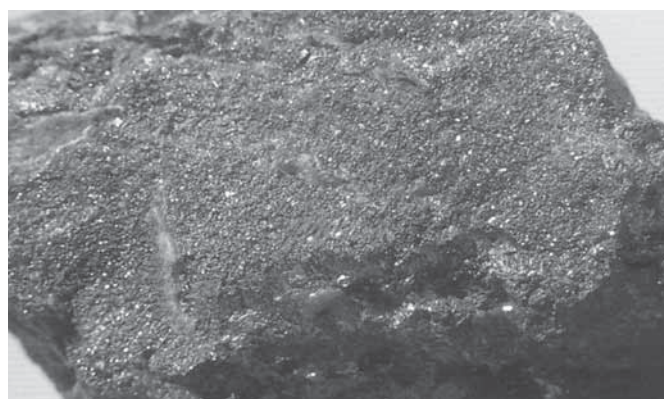


Fig. 7 Cinnabar.

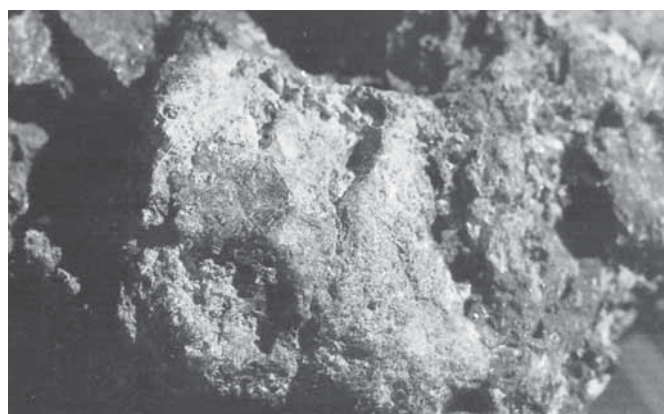


Fig. 8 Azurite and Malachite.

Fig. 9 Pigments: Saffron, and three inorganic pigments from Venice Italy.

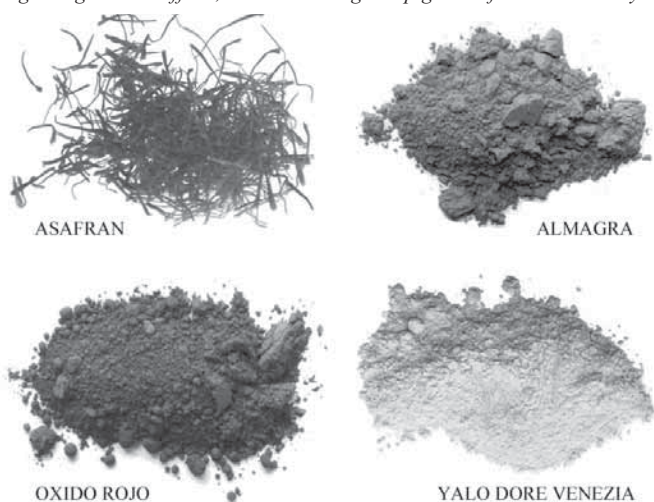




Fig. 10 Pigments origin Turkey.

Operationes
 ¶ Dictritus et in aqua mixtus in potu detur
 vrendis vel secandis. quia inducit insensibili-
 tate ne sentiat cruciandus. Hoc idē ait Enap
 in lapidario suo.



Fig. 11 The Book of Art. Cennino Cennini. Written in the late fourteenth century Veneto. Mineral grinding in a mortar to prepare bronze colors.

Fig. 12 Mediterranean landscape view of vegetation abundance.



Looking at the history of colours there are various points which are worth briefly noting.

As early as 3000 BC the Chinese used cinnabar and vermillion and these are also mentioned in the alchemy treatises of VIII and IX Century Europe. Trade in minerals brought, for example, the ultramarine to Europe during the Byzantine Empire from far-off Afghanistan.

Amongst the historical artificial pigments is Egyptian blue (calcium copper silicate) which was being produced in 2000 BC. Red oxides, lead yellows and the different carbonates were all well known in classical Greece and Rome. Painted murals adorned the temples at Pompeii and Herculeum and XVII Century studies led to the rebirth of these extraordinary discoveries. The Green clays, cinnabar red, Alexandria blue and vermillion used in the past were now used to create famous paintings of various different scenes. The Green lands are rocks rich in clays (glauconites, celadonite and chlorite) extracted from the sea or from deposits in Cyprus or Verona. At the beginning of the XVIII Century the application of synthetic pigments began: In 1704 Prussian blue, at the end of the XIII copper arsenate or Scheele's Green and in the same century new chemical elements like zinc, cobalt and chrome were discovered.

The nineteenth Century saw the development of more permanent colourings like cadmium yellow, artificial ultramarine and Viridian Green. In 1856 William Perking introduced the first synthetic violet colouring. In 1870 lithopone was developed. The Twentieth Century saw the introduction of cadmium red and its derivatives which were used as a vermillion substitute. In 1920 titanium oxide, copper phthalocyanine, molybdenum orange and manganese blue appeared.

One of the most important characteristics of pigments is their stability. Certain pigments like the organic pigments azurite, white lead and lead tetroxide (red lead) or the non-organic Prussian blue are not stable in outdoor weather conditions or when exposed to certain bases and therefore cannot be used in al fresco painting techniques where calcium hydroxide or slack lime is used as an important base. Pigments may suffer alterations caused by light, humidity, temperature (fires) and contaminants. It is important to be aware of their sensitivity to cleaning products.

Returning to history, since ancient times many people have named colours according to their origins leaving an important legacy for current studies on the chromatic recuperation of our cities and for future restoration where intervention techniques are required. Here we find the contribution of architects, philosophers and naturalists from ancient times like Pliny the Elder with his Natural history, Vitruvius in *De Architectura* or Theophrastus of Lesbos with *Sistema Naturae* and from the Middle ages the excellent work of Cennino Cennini *El Libro del Arte* written in the XV Century. In later Centuries we have the work of Andrea Pozzo, Leonardo Da Vinci, Palomino, Lomazzo and Pacheco in the XVI, XVII and XVIII Centuries. These amount to the best historical treatises on the subject contributing their experiences in the world of knowledge, the sensitivity of direct observation of nature, technique, science and essentially art.

These works on the nature of colour and treatises on different natural species, materials and construction and pictorial techniques have contributed privileged information which helps

the researcher to establish working guidelines and to determine which techniques and possible treatments of masonry in historical architecture are most suitable.

In the Mediterranean region and specifically in our own geographical area, the East coast of Spain, we can find remnants of some of the most ancient constructions. These shelters once inhabited by man have suffered years of plundering and destruction but it is still possible for us to know the natural materials used for their construction and how their colour is dictated by their territory from North to South across the geography of the landscape.

These extraordinary rocky constructions in the Valencian region were formed from sandstone, clay, limestone and gypsum. Some of these dwellings that still exist are of a natural colour.

The earth and oxides which were extracted from the surrounding territory linked the appearance of the settlements to the land which sustained them.

Despite the fact that there are no inhabited caves now in the Valencia region, there still exist some ancient dwellings which to a certain extent contribute to the thesis about their own natural characteristics and those of the areas where they are found. We discovered certain types of natural material in these caves which sheltered the people of the surrounding areas in ancient times.

We will name some of them as a reference and as a source of information about the location of their excavation and their chromatic characteristics which are a product of both the natural colour of the territory and the hand of man.

Inland in the Valencia Community, next to the region of La Mancha, is the Horadada Cave, its name comes from the type of rock. It is in reality a natural rocky shelter in the district of Ayora, which is on the edge of the Valencia Community, whose whitish colouring is a product of limestone found in the area. It is green with vegetation and is a veritable paradise. Also in the same area of the valley of Ayora is the San Pascual cave, dug into the mountain it has a red colour in keeping with the clays that are usually present in the soils of a humid climate.

The Ayora-Cofrentes valley, for example, is hewn out over a substratum layer of sedimentary material, which is characterised by its mottled tones which correspond with alternating layers of clays, loams, sandstone, silt, limestone, dolomites and gypsum.

No cave paintings have been found in the interior, nevertheless they offer great scientific value in the study of the natural earth of the Eastern Iberian Peninsula and date back to the late Triassic period.

In the district of Millares there is another cave which is known as De les Dones. It is one of the most important in the Valencia Community both for its beauty and its geological and archaeological interest. The reddish colour of its argillaceous limestone gives it a characteristic aspect which is of great value.

In the district of Quesa is the Cerro Negro which takes its name from a mass of rock of sub volcanic origin situated between sedimentary clays and gypsums. Nearby is the cave of Yeso. The main entrance is protected by a small wall with a door and a window which gives the place the aspect of a hermit's dwelling. (1969) J. Donat.

In the limestone mountains of the Alto Palancia range is the

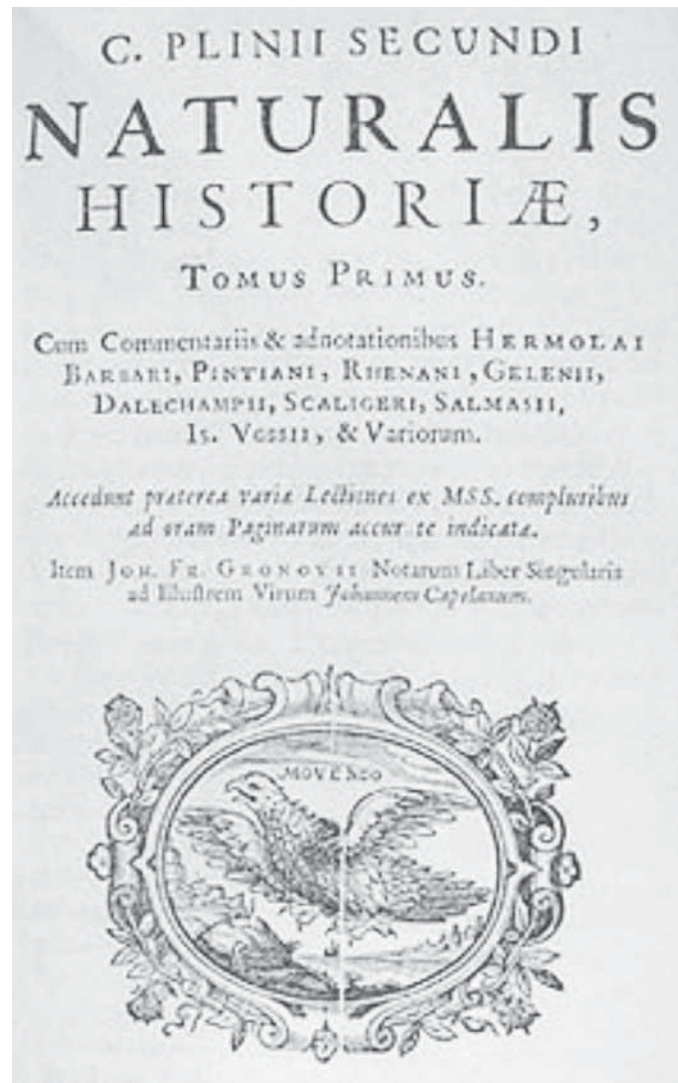


Fig. 13 Treaty of Pliny. Natural History.

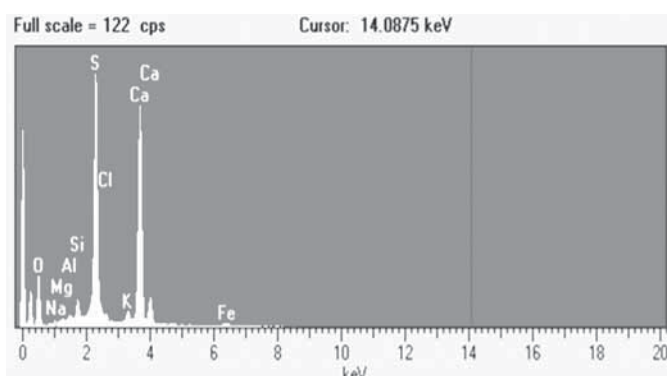
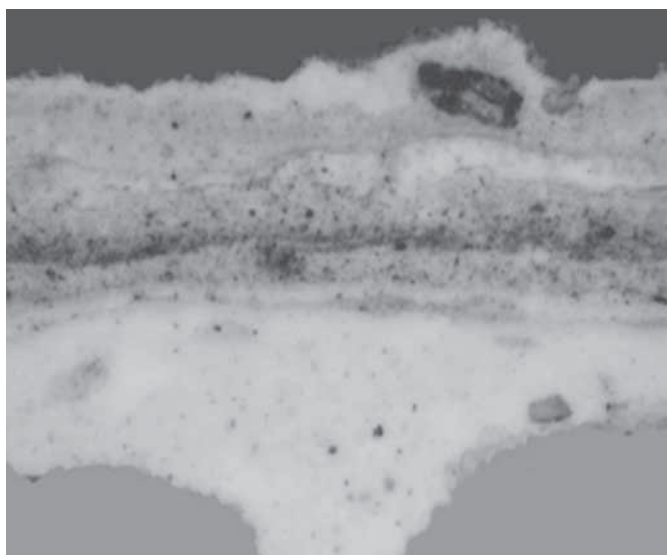
Fig. 14 Illustration of Natural History. Naturalist A. Cavanilles. Cave of them Dones. Millares. Valencian Community.





Fig. 15 Interior of the cave in Bocairente. Alicante.

Fig. 16-17-18 Process physical-chemical laboratory of the UPV.



Cuevasanta cave as described by Cavanilles in his Natural History. The colour of the cave, which comes from its natural material made up of black marble with white streaks which are a product of its geology, it was used as a refuge and a shelter and still to this day receives pilgrims.

The caves found in the south of the Valencia Community, such as those located in Crevillente and Bocairente, are dug into rocks whose natural formation displays whitish tones which are a product of its limestone. The caves at Crevillente are made up of strongly cemented conglomerates, marl and arenaceous limestone.

The terrain displays repeated alternations of clays, red silt and conglomerates which serve as a roof for some of the caves.

Using the data collected by Vicente Gozávez, we can conclude that construction of these trogladite dwellings began in approximately the third decade of the XVIII Century which coincided with a marked increase in the population of Crevillente.¹

The 50 primitive caves at Bocairente, also dug out of the rocky terrain, have open entrances which let in the light and allow views of the landscape of the Sierra de Mariola. There have been many theories about these caves over the years (ancient burial chambers, granaries, Visigoth monasteries) in the absence of archaeological material, inscriptions or other information they are difficult to date.²

The remains of colouration in the caves of the Valencia Community is still open to research and there is a possibility that we can carry out an in depth study to find the true characteristics of these natural formations. Hopefully, in the near future it will give us the opportunity to get a closer knowledge of the traces left by our ancestors before they are permanently destroyed by man.

The study of colour implies a methodology linked to the recuperation of our architectural and cultural heritage. In this way we make reference to the three significant phases involved in the work of the Universidad Politécnica de Valencia research group of the Institute for the Recuperation of Heritage. It is firstly historical research into the architecture which makes up the landscape of our cities. Secondly, it is a scientific, technical study which is included in this presentation. This involves a physical study of measurement by visual examination using technological instruments with the basis of scientifically determining the colour of masonry.

There is also a laboratory study, where materials and their original colour are analysed by way of the analysis of the chemical elements which make up the subject samples studied. Finally an exclusive colour chart is created which records the complete range of original colours found in any studied location or architecture.

A new continuity exists but it is not attached to the city-terrain logic which underlies the origin of our historical cities. This logic can be applied to any location and any period, it is universal and aseptic but it cannot guarantee the preservation of the original cultural values of these historic cities.

If we combine an intelligent application of these new intervention techniques with an in depth understanding of the chromatic logic and the materials which are integral to our historical cities and their relation with history and the terrain that surrounds them, the recuperation and ultimately survival the same is made possible.³



Chromatic recuperation studies. Investigation and technology

Knowing the pigment used, now easily identified using modern analysis techniques, we can, in some cases, establish a certain degree of chronology and authentication and determine possible treatments and the products which might affect them. With the use of a microscope the morphology and the characteristic visual properties of each pigment are studied. Enlargement apparatus, like the optical or electronic microscope are used in conjunction with an X Ray detector to identify constituent chemical elements.

Pigments, in general, are in solid form like granules, and must be mixed with a binder before application. The opacity of a colour depends on its capacity to absorb light, to its refraction index and to the size of its particles. In this sense, it has a considerable influence on the binder. Pigments in water have a greater refraction index than those mixed with oils which have a low refraction index.

Physio-chemical analyses are one of the basic pillars of the methodology employed in the recuperation of historical colour. Along with historiography and the construction characteristics of the period, they contribute the necessary information about essential chromatic aspects.

Extraction of samples

After carrying out optical tests, in situ, in order to determine the chromatic characteristics of the coloured renderings which characterise historical architecture, the study is complimented by way of an analysis of pigmented micro-samples in the Electronic Microscopy.

This phase allows the completion of the scientific study the specific composition of the paint coating in the most hidden parts is known and in the same way it is possible to determine the material of the painted surface.

The extraction of pigmented samples, using manual instruments, (a small drill with diamond thread or a smooth thread which is designed to avoid excessive damage to the façade) is carried out in the most protected areas with the necessary depth so as to include all the layers of elements.

In samples extracted using this method it is common to find different superimposed layers of colour, which are correspondent to successive interventions carried out on different buildings, this allows us a relatively approximate knowledge of the construction history of the building given the stratigraphic character of historical superposition. The different work or alterations carried out over time and the materials used in the original are studied. Some samples have several thicknesses, even, in some cases up to four layers of paint of varied tones and intensities and different types of colouration or types of paint.

The process of analysis and cataloguing of the samples brings us to the last phase of the study, where the extracted pigment samples are prepared for an optical-photographic analysis by way of a binocular loupe and for physio-chemical analysis with an electron microscope, the following instruments are used:

- Optical Microscopy (OM) with Stereoscopic Microscope

This instrument, by way of a system of lenses, allows us to observe and distinguish the magnified morphology of the sample and its layers of paint. Usually a photographic camera is used

which is adapted to the job, in this way we can achieve photographs at various magnifications. The results are, naturally, photographic and are particularly useful for defining and then analysing the layers put under the Electronic Microscope.

In preparation the samples are added to a transparent resin, which when hardened is cut and polished, thus achieving a base for later analysis using a *Scanning electron microscope*. Scanning Electron Microscopy is used in combination with the microanalysis by energy dispersive X Ray (MEB/EDX), from which the inorganic composition of the different strata found in the resin is obtained.

This allows for the identification of the chemical elements of the compounds present in each stratum, and also the distribution of these elements in the analysis area.

Using this system the morphology, the chemical elements, of the extracted sample is analysed. It allows us to see the sample greatly magnified, observing it on special screens used with this type of technology. A central computer is used to record the analyses where the results appear in graph form.

- X Ray Diffractometer

(Cu tube and K radiation) This gives us the mineralogical composition data of the analysed material, which might be mortared gypsum or other components. X Ray Diffraction (DX), allows for the identification of the mineral substances present in the sample (mineralogical-petrographic composition), including an overall analysis of the sample under analysis.

- Histochemical or Histological tests. Staining Tests.

These tests allow for the identification, through changes in colour, of the type of binder present in the sample. The test involves the selective absorbing of some coloured organic compounds with determinate families of organic compounds found in the samples.

A union is established between the organic colorant and the substrate. The combination of these analysis techniques enables us to obtain complete knowledge of the composite characteristics of the mortars and of the pigments used in the chromatic treatment corresponding to each specific historical era, and also their relation to each building type which make up the built heritage of an historic city.

The great majority of colours obtained are defined by Iron oxides with a water soluble lime base.

The majority of pigments found are of common use, but with high lime content in the mix. In the natural earth, ochres, almagras, cadmiums, silica and other strata, pigmentations of green and blue earth are observed as being in small quantities of iron, manganese and aluminium oxide. Also the majority of colours used for façades, as we have indicated, originate from the same mineral.

In some dwellings coloured bricks are easily observable with a thin layer of rust colour and in some buildings it can be observed that the blue used in the historical period of their construction is again mixed with lime producing the typical "azulete" or whitewash blue colour used to whitewash the façades. The research shows that the colours used are mainly based on minerals which are common in Mediterranean cities.

The analyses indicate that the ochres in all their range of intensities are the most commonly used, from yellow ochres to the range of rust reds although these generally appear in less variety.

The mixture of substances like lime, in the plastering process

is common, to the point that it is completely incorporated into the wall.

The study of the extracted samples using different materials and techniques has been the basis of the development of the colour chart, presenting with utmost rigor the chromatic approach used in both the individual subject buildings and their surrounding environment. The reliability of the Physio-chemical study has allowed us to understand the existing chromatic range. The extracted samples and the chromatic results they provided, in different parts of the façade have allowed us to understand the aesthetic ideas of the period.

Colour, with respect to construction of buildings and the techniques used, is intrinsically linked to the moment of construction and application irrespective of the chromatic changes that may have taken place.

In conclusion, natural pigments of a mineral origin are the pigments which are of most use in the process of developing colouration for the masonry of façades which are to be subsequently restored.

Notes:

- 1 Gozávez Pérez, V. 1st Congress on the history of the Valencia Region. pp. 191-197
- 2 After various archaeological surveys carried out by the MAO-VA (Museu Arqueològic d'Ontinyent - la Vall d'Albaida), not yet completed, it can be concluded that they were granary-warehouses, constructed during the andalusí (hispano-arab) period, which were used by certain farming communities in the área who were probably of Berber origin. It seem they were modelled on North African granaries (the tazaghin in the upper Atlas, for example). In theory, their use would have born some similarity to the Berber or Agradir collective warehouses, at least in the case of the majority of the Covetes dels Moros. They date to a precise historic moment which although it has not yet been determined exactly was probably around the X-XI Century.
- 3 Torres Barchino, A.; García Codoñer, A.; Llopis Verdú, J.; Villaplana Guillén, R. "*Il colore della città del mediterráneo-Técnicas y análisis cromático de la arquitectura histórica de Valencia*".2002

LA NATURALEZA DEL COLOR

Introducción

El mundo que habitamos, nos proporciona infinidad de materiales naturales, cuyas características ofrecen elementos que se distinguen por sus diferentes superficies y colores.

Sin buscar más allá de la superficie terrestre, su paisaje nos ofrece un escenario visual dominado por la luz y así, el gran abanico de color como los elementos propios de la naturaleza: la vegetación, las llanuras, los montes o los ríos... Las tierras naturales que nos ofrece la propia naturaleza, han sido a lo largo del tiempo útiles elementos que han servido al hombre para realizar y embellecer su propio hábitat. Las diversas tierras coloreadas, empleadas según lugares, costumbres y cultura, han facilitado en su uso, para crear simbologías cuyos motivos cromáticos han creado un lenguaje diverso y rico tanto en superficies murarias como en los propios cuerpos humanos. Expresar y representar las variadas creaciones artísticas de un mundo diverso. Entre los elementos que hallamos en la corteza terrestre, el silicio, el aluminio, el calcio, el sodio, el potasio o el magnesio, el hierro es el que ofrece mayor abundancia en las tierras naturales y todos ellos, condicionan los minerales que podemos encontrar con mayor frecuencia. El grupo denominado de los silicatos, cuarzo, feldspato, micas o arcillas, son los mas abundantes y los encontraremos según el lugar geográfico.

El color de las tierras naturales se produce, así pues, por los elementos que lo integran, sus características químicas y su procedencia. Los materiales geológicos, como los minerales o las rocas y el proceso de extracción, permite diferenciarlos y clasificarlos según su origen, mezclas, transformación, variedad, etc.

Las diferencias cromáticas existentes por los elementos que abundan en la tierra, podríamos, sensiblemente, describirlas como el arco iris terrestre. La consecuencia de este arco iris rico en tierras de abundantes cromatismos y mezclas, se obtienen los llamados pigmentos, sustancia en la geología terrestre, una arquitectura complicada que se extiende desde la superficie hasta la corteza, estructuras y deformaciones rocosas. En cualquier caso, este fenómeno natural adquiere una plasticidad difícilmente superado por el hombre y en cierta medida de difícil comprensión, pero que el hombre aprovecha los recursos naturales para elaborar así como construir en su propio territorio los elementos que le darán cobijo. Estos elementos son

esencialmente extraídos de su propio lugar, que según culturas darán testimonio de esa naturaleza plena de materiales diversos y como no, del color que evidencia los paisajes rurales y urbanos, la esencia de su propia cultura y testimonio de ella se contemplan desde la antigüedad. Así, la cultura nace de un entorno concreto, se desarrolla en dicho entorno, buscando tanto una respuesta como una estrategia de aprovechamiento de los recursos disponibles. Es el legado de nuestros ancestros. Y es un legado íntimamente ligada al territorio que habitaban. Sabemos que el color está desde el interior de la tierra hasta la capa más superficial, y que gracias a este fenómeno natural, contemplamos las variaciones que difieren unas zonas de otras. La climatología existente, las orientaciones y las variaciones de la luz, completan las diferencias entre un paisaje y otro. Luz y color se constituyen como punto de partida de la experiencia con la que comprender el territorio, y marcan las diferencias de una experiencia humana diferente en cada entorno natural.

Construimos nuestras culturas sobre diferentes soportes físicos, a partir de diferentes experiencias vitales. Cada lugar se caracteriza en nuestra experiencia a través de imágenes muy diversas, desde la luminosa experiencia del Mediterráneo, hasta la brumosa y fría imagen de la naturaleza centroeuropea. No es tan solo que los recursos naturales disponibles sean diferentes -que también-, es que la propia imagen que nos llega del mundo es radicalmente diversa. La propia experiencia humana presenta características completamente diferentes para aquellos pueblos que viven al Norte o al Sur, en costa o en montaña, y es a partir de esa diferente imagen que construimos nuestras culturas; es a partir de esa diferente experiencia vital que cada pueblo, que cada conjunto de hombres propone su propia visión del mundo y de la vida.

La necesidad de elaborar materiales para la construcción de viviendas por ejemplo, adquiere la importancia esencial del hombre. De la tierra, de la vegetación, de toda la naturaleza se incorporan los elementos que seguirán fieles en el desarrollo de la escena urbana de la civilización.

La naturaleza del color

No es fácil describir todos los colores de la naturaleza, la visión del hombre es limitada, pero la experiencia de conseguir sus recursos y los estudios que posteriormente se han realizado, dan como consecuencia una extensa paleta de color. Dicha paleta de color, rescata-



da de la naturaleza, se basa en el origen del mismo, su procedencia geográfica, su noticia histórica, composición química, fabricación y época de uso. Así pues los elementos que nos da la naturaleza constituyen esa diversidad que al hombre le permite utilizar, desde la antigüedad, para elaborar determinadas arquitecturas o utilizarlos para conseguir los significados de su propia cultura.

Las materias colorantes, son esencialmente, encontrados en el mundo natural empleados para pintar, embellecer y proteger algunos materiales de construcción, son los llamados pigmentos. De naturaleza animal, vegetal, mineral, o sintética, los pigmentos han sido estudiados por la comunidad científica en muchas investigaciones de campos como el de la arqueología, la arquitectura, la geología, la química, y naturalmente en el arte, demostrando que los pigmentos, según la época, aplicación y tratamiento, han sido los más utilizados en todas las culturas y lugares del mundo. Hacemos pues, un breve comentario sobre cuales son los colores naturales y su procedencia histórica para establecer una paleta de color y materiales que nos sirva como referencia en los procesos de recuperación cromática en las construcciones de nuestros antepasados y un estudio científico-técnico el cual será el que dictamine las características de estos elementos.

La experiencia de nuestros estudios sobre la recuperación del color en las arquitecturas históricas en la zona mediterránea, ha demostrado como consecuencia, que hay una extensa variedad de materiales cuyos cromatismos son ciertamente consecuentes con las de propio color del territorio.

Así mismo, las construcciones de la costa mediterránea, presentan similitudes con el resto de ciudades bañadas por el Mediterráneo. Las características propias del territorio, luz y condiciones atmosféricas hacen que su naturaleza sea rica en ciertos minerales y que en su vegetación florezcan algunas de las especies que, particularmente, ayudaran a crear otras gamas de colores según los escenarios donde se apliquen, superficies o técnicas pictóricas en las construcciones.

El color que identifica las ciudades, sus características cromáticas del entorno, su geografía y luz, nos caracterizan a lo largo de nuestra formación personal, entroncándose con nuestra cultura y colaborando en la existencia de valores estéticos diferentes en las diversas culturas. Estamos íntimamente influidos por el territorio en el que se desenvuelve nuestra vida, y que se encuentra caracterizado por unos colores geológicos propios, cuya percepción está condicionada por unos valores singulares de luz ambiental. Así, vivimos una experiencia cromática matizada por las características de nuestro propio entorno natural, y por las posibilidades cromáticas que nos ofrecen los materiales que lo constituyen.

Podemos establecer un esquema basado en los rangos de las categorías de las materias de la naturaleza y que dan como consecuencia las coloraciones que nos han dejado nuestros antepasados en las diversas culturas. En primer lugar podríamos empezar a describir el pigmento como: cualquiera de las materias colorantes que se emplean para pintar. Los colores pueden ser de naturaleza animal, vegetal, mineral, o sintética. Ya en la antigüedad se utilizaban pigmentos artificiales.

Establecer la serie de tipos de pigmentos sería la siguiente:

Pigmentos orgánicos que se subdivide en dos categorías: origen vegetal y animal. Estos son poco estables. Transparentes e inconfundibles. El uso de plantas para teñir telas dio origen a los colorantes, utilizados en todas las épocas y culturas del mundo. Los vegetales, bastante sensibles a la luz, eran los más fáciles de obtener, de las flores, semillas, corteza de madera como el castaño, y raíces de plantas como por ejemplo: azafrán, madera o palo de Brasil, gualda, bistre, granza o palomilla. De procedencia animal son, por ejemplo, los de insectos de la laca (cochinilla y kermes), sepia, y negro de huesos quemados.

Pigmentos inorgánicos de origen mineral:

Tierras Naturales: ocre, sombra natural, disponible de la naturaleza y Tierras naturales calcinadas: sombra tostada, Siena tostadas.

Colores minerales de preparación Artificial- proceso de fabricación. Vía seca o húmeda: amarillo de cadmio, óxido de zinc, etc.

Así, los pigmentos minerales tienen su origen en las tierras coloreadas, el hierro es responsable del color de la mayoría de ellos: ocres, amarillos, rojos, minerales y piedras semipreciosas, y son más difíciles de conseguir los procedentes de metales pesados como el cinabrio, oropimento, rejalgar, azurita, malaquita, lapislázuli.

El uso de las tierras, se remontan al paleolítico inferior, tierras rojas, negros de óxido de manganeso o carbón vegetal. O el uso del ocre amarillo, por ejemplo, paleolítico medio, producida por arena ocre puesta en suspensión en agua, se separa el cuarzo que se precipita al fondo mientras que la arcilla y el óxido coloreado se mantiene en suspensión.

Revisando la historia de los colores, encontramos algunas descripciones que a modo de "pincelada" interesa recordar. Desde el 3000 a. C. en China se usaba cinabrio o bermellón, y se mencionan en los tratados de alquimia de los siglos XIII y IX en Europa. El comercio de minerales introdujo, por ejemplo, el ultramar en Europa durante el imperio bizantino, desde la zona de Afganistán.

Entre los artificiales se encuentran el azul egipcio (silicato de calcio y cobre), ya que se producía en el 2000 a. C., los óxidos rojos y amarillos de plomo, y los carbonatados eran conocidos en época clásica. Pinturas murales adornaban los templos de Pompeya y de Herculano, y estudios en el siglo XVIII hicieron renacer estos descubrimientos extraordinarios. Los barros verdes, el rojo de cinabrio, azul de Alejandría o el bermellón anteriormente utilizados, creaban célebres pinturas con diversas escenas. Las tierras verdes son rocas ricas en arcillas (glauconitas, celadonita o clorita) extraídas del mar o de yacimientos en Chipre, Verona. A principios del XVIII se inicia la aplicación de pigmentos sintéticos: en 1704 el azul de Prusia, a finales del XVIII el arseniato de cobre, verde Scheele, y en este mismo siglo se descubren nuevos elementos químicos como el cinc, el cobalto y el cromo.

En el siglo XIX surgen el amarillo de cadmio, el ultramar artificial, y el verde Viridiana, muy permanentes. En 1856 William Perkin ofrece el primer colorante sintético violeta. En 1870 el litopón. Y, en el siglo XX, el rojo de cadmio, empleado en sustitución del bermellón, y sus variedades. En 1920 aparecen los óxidos de titanio, ftalocianinos de cobre, anaranjado de molibdeno y azul de manganeso. Una de las características más importantes de los pigmentos es su estabilidad. Ciertos pigmentos como los pigmentos orgánicos, la azurita, el blanco de plomo y el minio, o el azul de Prusia no son estables a la intemperie o a las bases, y por lo tanto no se pueden emplear en la técnica de la pintura al fresco, donde la cal (hidróxido de calcio o cal apagada) es una base fuerte. Los pigmentos sufren alteraciones a causa de la luz, la humedad, la temperatura (incendios), y de productos contaminantes. Se debe conocer su sensibilidad a los productos empleados en las limpiezas.

Y continuando con la historia y desde la antigüedad, han sido muchos personajes que nombran los colores según su procedencia, dejando un legado importante para los estudios actuales sobre la recuperación cromática de nuestras ciudades y futuras restauraciones con técnicas de intervención. Así, algunos autores arquitectos, filósofos o naturalistas desde la antigüedad como Caio Plinio (el viejo) en su *Historia natural*, Vitruvio Polione en *De Architectura* o Teofrasto di Lesbo con *Sistema naturae*, pasando por el Medioevo con el excelente y metódico trabajo de Cennino Cennini *El Libro del Arte*, escrito en el s. XV y más tarde en los siglos XVI, XVII y XVIII con la obra de Andrea Pozzo, Leonardo Da Vinci; Palomino, Lomazzo o Pacheco, constituyen los mejores tratados históricos aportando experiencias en el mundo del conocimiento, la sensibilidad al descubierto de la observación directa con la naturaleza, la técnica, la ciencia y esencialmente en el arte. Gracias a estos escritos sobre la naturaleza del color y tratados sobre las diferentes especies naturales, materiales y técnicas constructivas y pictóricas, han aportado actualmente en los estudios científicos una información privilegiada

que ayuda al investigador a establecer pautas de trabajo y determinar las técnicas más apropiadas así como los posibles tratamientos para los soportes murarios en las arquitecturas históricas.

En el área mediterránea y concretamente en nuestra geografía del Levante español, encontramos vestigios de las construcciones más antiguas. A pesar de expolios realizados durante años y destrucción de estos albergues habitados por el hombre, conocemos el material natural en el que estaban contruidos, así como el color de los mismos según su territorio, geografía de Norte a Sur de este paisaje.

Las extraordinarias formaciones rocosas de los parajes valencianos, han estado formados siempre de piedras areniscas y arcillosas, sílice, calizas y yeso. Algunas de estas formaciones, todavía existentes, presentan su propia coloración natural. Las tierras y óxidos que se extraían del territorio circundante ligaban la imagen de las poblaciones al territorio que la sustentaba.

A pesar que, ya no hay cuevas habitadas en nuestro territorio valenciano, existen todavía algunas que en cierta forma contribuyen a la tesis sobre las características naturales propias y del lugar donde se ubican. Descubrimos ciertos tipos de materia natural que en estas cavidades cobijaron a los pobladores de estos lugares en la antigüedad. Nombraremos algunas de ellas como referencia e información del lugar donde se encuentran excavadas y las características cromáticas gracias tanto al color del territorio como a la intervención o la mano del hombre.

En el interior de la comunidad valenciana, lindando con la zona manchega, está La Cueva Horadada, recibe su nombre de la tipología de la roca, en realidad es un abrigo rocoso natural en el término de Ayora (límite de Valencia), cuya coloración blanquecina se debe gracias a la piedra caliza encontrada. Su vegetación aflora y es un paraíso singular.

En esta zona del valle de Ayora, se encuentra también la cueva de San Pascual, excavado en la montaña y de un color rojo propia de la arcilla presencia de suelos y clima húmedos.

El Valle de Ayora-Cofrentes, por ejemplo, está excavado sobre un sustrato de materiales de origen sedimentario, que se caracterizan por sus tonos abigarrados, correspondientes a una alternancia de capas de arcillas, margas, areniscas, limolitas, calizas, dolomías y yesos. No se han encontrado pinturas en su interior, sin embargo, constituyen un gran valor científico en el estudio de las tierras naturales de la zona levantina de la Península Ibérica pues pertenecen al periodo triásico superior.

Otra cueva denominada De les Dones, en el término de Millares. Una de las cavernas más importantes de la Comunidad Valenciana por su belleza e interés geológico y arqueológico. Su color rojizo de su piedra caliza arcillosa le da un aspecto característico de gran valor. En el término de Quesa, se encuentra el Cerro Negro cuya denominación es debido a una masa de roca de origen subvolcánico enclavada entre arcillas y yesos sedimentarios. Cerca se encuentra la cueva del Yeso. La entrada principal se encuentra protegida por un pequeño muro que deja una puerta y una ventana, lo que confiere al vestíbulo un aspecto de morada de ermitaños. (1969) J. Donat.

En los montes calizos, en el Alto Palancia, se encuentra la cueva de la Cuevasanta. Según la describe Cavanilles en su Historia Natural. El color de la cueva, producto del material natural formada de mármol negro y vetas blancas originadas por su condición geológica, sirvió de refugio y abrigo y donde actualmente recoge a peregrinos.

Las cuevas que existentes al Sur de la Comunidad Valenciana como las de Crevillente y Bocairente, están excavadas en las rocas cuya formación natural se observan tonos blanquecinos propios de sus calizas. Las primeras, Crevillente, están compuestas por conglomerados fuertemente cementados, margas y calizas arenáceas.

El terreno deja aparecer repetidas alternancias de arcillas o limos rojos y conglomerados de una cierta compacidad que se utilizan como techo de algunas cuevas.

Tomando como datos los aportados por Vicente Gozávez, podemos decir que el comienzo de la construcción de las viviendas trogloditas

fue aproximadamente en la tercera década del siglo XVIII, coincidiendo con la fecha del despegue del crecimiento de la población de Crevillente.¹

Las cuevas primitivas de Bocairente, excavadas así mismo en territorio rocoso, se forman 50 cuevas en cuyos orificios abiertos dejan penetrar la luz y observar desde su interior el paisaje de la Sierra de Mariola. Las interpretaciones de estas cavidades han sido muy diversas, a través del tiempo, (cámaras sepulcrales de épocas antiguas, graneros, cenobios visigóticos...) y difíciles de datar, por falta de materiales arqueológicos, inscripciones u otros datos.²

La investigación, de los restos de coloración en las cuevas de la comunidad valenciana, posiblemente esté abierta y podamos estudiar en profundidad las verdaderas características de estas formaciones naturales. Así mismo, ójala en un futuro no muy lejano, sea motivo para acercarse todavía más a encontrar las huellas de nuestros antepasados sin que el hombre las destruya definitivamente.

Los estudios de color, conllevan una metodología vinculada a la recuperación de nuestro patrimonio arquitectónico y cultural patrimonial. Hacemos referencia a tres grandes fases del trabajo del grupo de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia del Instituto de Recuperación del Patrimonio.

En primer lugar una investigación histórica de las arquitecturas que constituyen el paisaje de nuestras ciudades. En segundo lugar, un estudio científico técnico que en esta presentación incluimos: estudio físico de reconocimiento visual de medición con instrumentación tecnológica basado en conocer científicamente el color de los soportes. Y un estudio de laboratorio, donde se analizan los materiales y su coloración más original mediante el análisis de los elementos químicos de las muestras a estudiar. Finalmente se procede a elaborar una carta de color exclusiva, donde se recogen la totalidad de colores originales rescatados en cualquier lugar o arquitectura estudiada.

Existe una nueva continuidad, eso sí, pero desgajada esta vez de la lógica ciudad-territorio que subyace en el origen de nuestras ciudades históricas. Una lógica trasplantable a cualquier lugar y cualquier momento. Universal y aséptica. Pero se trata de una lógica que se muestra incapaz de garantizar la preservación de los valores culturales originales de las ciudades históricas.

A partir de la aplicación inteligente de estas nuevas técnicas de intervención y de la comprensión profunda de la lógica cromática y material de nuestras ciudades históricas y de su relación con la historia y el territorio que las rodea, es posible su recuperación y, en último término, su supervivencia.³

Los estudios de recuperación cromática. Investigación y tecnología

Conociendo el pigmento empleado, de fácil identificación hoy en día por técnicas de análisis, podemos establecer, en algunos casos, cierta cronología o autenticación, y determinar los posibles tratamientos, y los productos que les pueden afectar. Por medio de microscopia se estudia la morfología y las propiedades ópticas características de cada pigmento, empleando para ello aparatos de aumento, como el microscopio óptico, o bien el electrónico, asociado a un detector de Rayos X, para la identificación de los elementos químicos constituyentes.

Los pigmentos se presentan, en general, en forma sólida como gránulos, y se han de mezclar con un vehículo o aglutinante para su aplicación. La opacidad de un color se debe a su capacidad de absorción de la luz, a su índice de refracción, y al tamaño de sus partículas. En este sentido, tiene gran influencia en la aglutinante. Los pigmentos en agua tienen mayor índice de refracción que los mezclados con aceites (óleos) por su bajo índice de refracción.

Los análisis fisicoquímicos constituyen uno de los pilares básicos de la metodología desarrollada para la recuperación del color histórico. Aporta, junto a la historiografía, y características constructivas de la época, la necesaria información sobre los aspectos cromáticos necesarios.



Extracción de muestras

Tras la realización de ensayos ópticos, in situ, para determinar las características cromáticas de los revocos coloreados que caracterizan las arquitecturas históricas, se procede a complementar el estudio mediante análisis de micromuestras pigmentadas en laboratorio de Microscopía Electrónica.

Esta fase permite completar el estudio científico conociendo la composición concreta la composición de la pintura de revestimiento en las partes más ocultas llegando a determinar así mismo la composición del material de soporte.

La extracción de catas pigmentadas, realizado mediante instrumentación manual, (pequeño taladro de rosca de diamante o rosca lisa diseñado para no provocar excesivos desperfectos en fachada) son recogidas en las zonas más resguardadas con la profundidad necesaria hasta alcanzar la totalidad de estratos.

En las muestras extraídas con dicho procedimiento, es frecuente encontrarse diversas capas de color superpuestas, correspondientes a intervenciones sucesivas efectuadas en algunas edificaciones, lo que nos permite un conocimiento bastante aproximado a la historia constructiva del mismo, dado el carácter estratigráfico de superposición histórica. Las diversas actuaciones efectuadas a lo largo del tiempo o los materiales originales utilizados desde la realización del edificio. Algunas catas son de varios grosores, hasta llegar, en algunos casos hasta más de cuatro capas de pintura de varias tonalidades y de varias intensidades, así como de distinto tipo de coloración o tipo de pintura.

El proceso de análisis y catalogación de las muestras nos lleva a una última fase de estudio, cuyo proceso de extracción de las catas pigmentadas son preparadas para un análisis óptico-fotográfico con una lupa binocular y para el análisis físico-químico en microscopía electrónica, utilizando para ello la siguiente instrumentación:

- *Microscopia Óptica(MO) con Microscopia Estereoscópica*

Este instrumento que permite mediante un sistema de lentes, observar y distinguir la morfología magnificada de la muestra y sus capas de pintura. Empleándose generalmente una cámara fotográfica adaptada al mismo, mediante la cual podemos realizar fotografías en varios aumentos. Los resultados, son evidentemente fotográficos, y sirven especialmente para señalar y posteriormente analizar las capas que serán llevadas al Microscopio Electrónico.

Las muestras son preparadas por medio de la inclusión de la misma en resina transparente, que una vez endurecida son cortadas y pulidas, obteniéndose la base para su posterior análisis con el Microscopio electrónico de barrido - Microscopía Electrónica de Barrido combinada con el microanálisis por dispersión de energías de Rayos X (MEB/EDX), a partir de la cual se obtiene la composición inorgánica puntual de los distintos estratos de la muestra incluidas en resina. Nos permite la identificación de los elementos químicos de los compuestos presentes en cada estrato, así como la distribución de estos elementos en la zona de análisis.

Por medio de este sistema se analiza la morfología de la muestra extraída, sus elementos químicos. Permite ver la muestra a grandes aumentos, observándose en pantallas especiales en este tipo de instrumentación tecnológica. Así mismo se utiliza para registrar los análisis en un ordenador central donde aparecen los resultados definidos con gráficos.

- *Difractometría de Rayos X*

(tubo de Cu y Radiación K) el cual nos da los datos de la composición mineralógica del material analizado, como puede ser el yeso en mortero u otros componentes. - Difracción de Rayos X (DX), nos permite la identificación de las sustancias minerales presentes en la muestra (composición mineralógica-petrográfica), abarcando un análisis global de la muestra a analizar.

- *Ensayos Histoquímicos o Histológicos*. Ensayos de Tinción. Nos permiten identificar, a través de cambios de coloración, el tipo de aglutinante presente en la muestra. Se basan en la absorción selectiva de algunos compuestos orgánicos coloreados con determinadas

familias de compuestos orgánicos presentes en la muestra. La unión se establece entre el colorante orgánico y el sustrato.

El conjunto de estas técnicas de análisis permite un conocimiento completo de las características compositivas de los morteros de acabado y de los pigmentos utilizados en el tratamiento cromático correspondientes a cada etapa histórica concreta, así como su relación con cada tipología edilicia que componen el patrimonio edificado de la ciudad histórica.

Se han obtenido en su gran mayoría colores cuya composición viene definida por los óxidos de hierro con base de cal soluble al agua.

Se trata de pigmentos en su gran mayoría de uso corriente, pero con alto contenido en cal en la mezcla de éste. Las tierras naturales, ocre, almagras, cadmios y sílice, así como algún otro estrato donde se observan las pigmentaciones de tierras verdes y azules en cantidades pequeñas de hierro, manganeso y óxido de aluminio. También los colores utilizados para las fachadas son mayoritariamente, como hemos indicado, los de procedencia del propio mineral.

En algunas viviendas son fácilmente observable el ladrillo coloreado con una suave capa de color óxido sobre éste y en algunas edificaciones se distingue que el azul utilizado en la época histórica de construcción del edificio está mezclado con la propia cal, descubriéndose el típico "azulete" que se usaba para blanquear las fachadas.

Se desprende de la investigación que los colores utilizados son procedentes en su mayoría de minerales comunes en las ciudades mediterráneas.

Los Análisis nos indican que los ocre en su abanico de intensidades son los más utilizados, desde los ocre amarillos, hasta la gama de los rojos óxidos, aunque generalmente estos en menos variedad. La mezcla de sustancias como la cal, en el proceso de enlucido es muy frecuente, hasta integrarse plenamente en el muro. El estudio de las muestras extraídas por medio de los distintos materiales y técnicas empleadas para dicho proceso ha constituido la base de la elaboración de la carta de color, ofreciendo con máximo rigor las propuestas cromáticas en los edificios estudiados individualmente como del entorno donde se ubica.

La fiabilidad del estudio físico-químico nos hace comprender que la gama cromática existente.

Las muestras extraídas y sus resultados cromáticos, en las distintas partes de la fachada, nos hace comprender las intenciones estéticas de la época. El color, respecto al edificio construido y la técnica empleada, corresponde evidentemente al momento de realización del mismo, a pesar de los cambios cromáticos que se han podido efectuar.

Como conclusión, los pigmentos naturales de origen mineral, son los pigmentos más útiles en el proceso de elaboración de coloración en el soporte de las fachadas para su posterior restauración.

Notas:

- 1 Gozávez Pérez, V. 1º Congreso de historia del País Valenciano. pp. 191-197
- 2 Después de diversas prospecciones arqueológicas llevadas a cabo por el MAOVA (Museu Arqueològic d'Ontinyent - la Vall d'Albaida), -todavía no completadas-, se puede asegurar que se trataba de graneros-almacenes de seguridad, realizados en época andalusí (hispano-árabe), que servirían a determinadas comunidades campesinas de las proximidades, muy probablemente de ascendencia bereber. Al parecer, se trata de un modelo de granero trasladado del norte de Africa (los tazaghin del alto Atlas, por ejemplo). Hipotéticamente, su funcionamiento debería ser remotamente parecido al de un almacén colectivo bereber o agadir, al menos para el grupo mayor de las Covetes dels Moros. Corresponderían a un momento muy preciso -todavía por determinar con exactitud, probablemente entre los siglos X-XI.
- 3 Torres Barchino, A. - García Codoñer, A. - Llopis Verdú, J. - Villaplana Guillén, R. "Il colore della città del mediterráneo - Técnicas y análisis cromático de la arquitectura histórica de Valencia". 2002

Bibliography:

- TORRES BARCHINO A., GARCÍA CODOÑER A., LLOPIS VERDÚ J., VILLAPLANA GUILLÉN R., *Il colore della città del mediterráneo - Técnicas y análisis cromático de la arquitectura histórica de Valencia*. 1^{er} Salone mediterráneo del restauro della conservazione dei beni culturali e ambientali. Catania (Italia). 2002
- GARCÍA CODOÑER A., TORRES BARCHINO B., LLOPIS VERDÚ J., VILLAPLANA GUILLÉN R., *Recuperación de tratamientos superficiales sobre fábricas históricas del levante valenciano*. 3rd Internacional Conference on science and technology for the safeguard of cultural heritage in the mediterranean basin. Alcalá de Henares (España). 2001.
- GARCÍA CODOÑER A., TORRES BARCHINO A., LLOPIS VERDÚ J., VILLAPLANA GUILLÉN R., *Formal restoration process of the historic city*. 10th Congress of the International Colour Association (AIC). 2004 Granada (Spain)
- GARCÍA A., *La recuperación del espacio cromático urbano: barrio del Carmen de Valencia*. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales: Castellón, 1996
- LLOPIS VERDÚ J., TORRES BARCHINO A., VILLAPLANA GUILLÉN R., SAIZ MAULEÓN B., GARCÍA CODOÑER A., *El impacto cromático en el paisaje urbano y el color como factor emocional Miradas al patrimonio*, coord. por Olaia Fontal Merillas, Roser Calaf Masachs, 2006
- GARCÍA CODOÑER A., TORRES BARCHINO A., LLOPIS VERDÚ J., VILLAPLANA GUILLÉN R., SAIZ MAULEÓN B., *Recuperación del patrimonio arquitectónico entre el binomio de la investigación y creación*. EGA: revista de expresión gráfica arquitectónica, n. 10, 2005, pp. 136-139.
- GARCÍA CODOÑER A., *Estudio cromático para la restauración del real santuario Virgen de la Salud*, EGA: revista de expresión gráfica arquitectónica, n. 1, 1993, págs. 85-94
- TORRES BARCHINO A., VILLAPLANA GUILLÉN R., VICENTE MASIA L., LLOPIS VERDÚ J., GARCÍA CODOÑER A., *Color antiguo color moderno: Reflexión en torno a un problema crítico de la imagen urbana*. EGA: revista de expresión gráfica arquitectónica, n. 4, 1996, págs. 9-13
- JOSÉ CAVANILLES A., *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*, ed. Albatros, Valencia 1985, 8^o ed.
- BEVILACQUA N., BORGIOI L., ADROVER I., SAONARA G., *Pigmenti nell'arte dalla preistoria alla rivoluzione industriale*, Il prato 2010

