

LADRILLO EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS. CARACTERIZACIÓN Y ALTERACIONES

MARTHA ELENA ORTÍZ SÁNCHEZ

ISBN: 978-607-484-648-5

INTRODUCCIÓN

El ladrillo es uno de los materiales mayormente utilizados en la construcción alrededor del mundo, desde tiempos antiguos, y cuya vigencia aún no ha caducado. Su versatilidad ha sido probada a lo largo de los años en distintos elementos arquitectónicos, mostrando su resistencia mecánica como material para mampostería, sus cualidades estéticas como material decorativo, y su nobleza como material térmico e impermeable.

La industria del ladrillo continua en evolución, probablemente por esta cotidiana y actual presencia en la construcción, el ladrillo no ha tomado protagonismo como fábrica histórica en nuestro país. Esto deriva también en que en el campo de la conservación y restauración, el tema no muestre una profusa y actualizada investigación y experimentación en cuanto a sus alteraciones y tratamientos.

Historiográficamente, encontramos distintos documentos de albañilería y construcción en México y España¹ que datan de los siglos XIX y principios del XX, que nos mues-

tran al ladrillo como un componente esencial en las construcciones de dichos periodos. Ahí también han quedado incluidos métodos y prevenciones que se debían tomar en cuenta al momento de construir con ladrillo para una mayor estabilidad y durabilidad del material, los cuales continúan siendo vigentes.

En las siguientes páginas se ha realizado una compilación de información que nos ayude a formar un discurso y una mayor conciencia sobre el ladrillo como material de construcción en inmuebles de carácter histórico-patrimonial y su permanencia hasta hoy. Es un discurso que en su brevedad procura ser una base para profundizar y actualizar la temática de tan familiar pero subvalorado y olvidado material: el ladrillo

ANTECEDENTES DE LA FÁBRICA

Desde tiempos muy tempranos, el hombre ha interactuado con el barro, dándole distintos usos al manipularlo según la experiencia empírica que había logrado por medio de la

observación de objetos de barro húmedo que se contraen y endurecen al secarse por la acción del calor.

La invención del ladrillo cocido data aproximadamente del año 3500 a.C., permitiendo la construcción de estructuras permanentes debido a que el proceso de cocción le dio al ladrillo la resistencia de la piedra, pero con la ventaja añadida de que se le podía dar forma con más facilidad y ofrecía la posibilidad de realizar infinitas reproducciones de diseños ornamentales (Campbell y Pryce, 2004: 13-14).

En cuanto a antecedentes en nuestro país, la arquitectura de la Nueva España no incluyó elementos cerámicos como ladrillos y tejas sino hasta ca. 1580, cuando se generalizó el uso de la arcilla. Esta tardía introducción de la industria de barro cocido se debió a que se tenía mayor conocimiento en la construcción con adobe, además de que era “más económica y tradicionalmente indígena” (Kubler, 1983: 171).

Existieron sistemas constructivos acostumbrados por los indígenas del Altiplano en tiempos tempranos que consistían en techar las construcciones con una capa gruesa de

¹ Los métodos constructivos españoles fueron introducidos en la Nueva España durante todo el siglo XVIII, por lo que se consideran relevantes los textos posteriores por su influencia como referente histórico en nuestro país.

barro. Dicha técnica probó su bondad y se utilizó durante toda la época colonial, aun en la capital.

Hacia mediados del siglo xvi, la idea preconcebida de los materiales de barro, según Cervantes de Salazar, era como fábricas “viles”, creyéndose que la piedra era el material adecuado para marcos de puertas y ventanas, mientras que los desagües de techos si eran fabricados de arcilla (Kubler, 1983: 171). Esta preconcepción cambió en los siglos posteriores, generalizándose el uso del ladrillo en pisos, dinteles, jambas y más tarde en muros y decoraciones.

A continuación, presentaremos los componentes del ladrillo, su fabricación y sus usos hasta llegar a conocer los deterioros que pueden presentar. El objetivo es que nuestra perspectiva sobre esta fábrica y su empleo en sistemas constructivos cambie hacia una revalorización del ladrillo que deje atrás lo “común” y reconozca la “versatilidad y eficiencia” del mismo.

COMPONENTES Y FABRICACIÓN DEL LADRILLO

La base para la fabricación de cualquier material cerámico es la preparación de la pasta, la cual tendrá distintos

componentes y en cantidades que diferirán según las propiedades de la tierra del sitio y la época en que se haya fabricado. En cualquier preparación de la pasta concurren tres ingredientes principales:

- a. Elementos plásticos. Constituidos por los materiales que aportarán la maleabilidad a la pasta, y son la arcilla y el caolín.
- b. Elementos magros. Son aquellos que evitan una plasticidad excesiva, aumentan la porosidad y facilitan el secado, y pueden ser la sílice, la arena o las arcillas silíceas.
- c. Elementos fundentes. Que son los que determinarán la temperatura de fusión al ser sometida la pasta a cocción en hornos, como se verá más adelante. Como ejemplos se encuentran los feldespatos, las micas, la cal y los vidrios pulverizados.

Las proporciones y calidades de estos componentes definen el producto cerámico final (Paredes Benítez, 2011: 406); en el caso del ladrillo, la base para su fabricación

son las arcillas, que son sedimentos minerales compuestos principalmente de silicatos de aluminio hidratados pero que también pueden incluir en una menor proporción óxido de hierro, óxido de calcio y magnesia².

Las arcillas tienen la propiedad de volverse plásticas al entrar en contacto con el agua; tienen un alto coeficiente de absorción, y bajo la acción del calor se deshidratan, aumentando su dureza. En su estado natural, las arcillas son un material granuloso que, al observarse bajo un microscopio electrónico a una amplificación de 15,000 aumentos, cada grano de arcilla tiene una apariencia de hojuela que se asemeja a una placa de barro en un suelo secado, contraído y agrietado por el sol. Al amplificarlo a 200,00 aumentos, los bordes de esta hojuela asemejan láminas apiladas (Domínguez y Schifter, 1992: 14-16), las cuales son la clave para las propiedades antes mencionadas.

Los silicatos, como componente principal de las arcillas, dan a su estructura molecular la capacidad de formar mayor cantidad de enlaces con las moléculas de agua que penetran entre sus láminas, gracias a la unidad básica de los silicatos compuestos por un átomo central de silicio (Si) y

cuatro átomos de oxígeno (O) en las esquinas formando un tetraedro. El átomo de silicio queda saturado en sus cuatro cargas, mientras que cada átomo de oxígeno permanece con una carga negativa libre que permite enlazarse a otro átomo con carga positiva (Domínguez y Schifter, 1992: 25-28). Esta característica dota a los silicatos y, por ende a las arcillas, de la capacidad de ser moldeable y plástica.

Los demás componentes minerales de las arcillas varían en tipo y proporción dependiendo de la localidad de donde provenga la tierra, lo que contribuye a ciertas características variables del material cerámico tales como:

- Plasticidad: se refiere a lo moldeable de la arcilla al adicionarle agua.
- Merma: es el encogimiento que sufre la pieza al secarse.
- Refratariedad: hace referencia al punto de fusión variable según cada arcilla.
- Porosidad: Dependerá del tipo de arcilla y de la consistencia que adopta el cuerpo cerámico tras la cocción.
- Color: De acuerdo con el óxido de hierro o carbonato cálcico presente en su composición (Paredes Benítez, 2011: 407).



Figura 1. Ladrillera tradicional en Ozumba, Edo. México. 2011. Fotografía: Martha E. Ortíz

La fabricación del ladrillo, por el método tradicional se realizaba a mano. Primero, la pasta de arcilla, bastante húmeda, se amasaba para expulsar el aire de su interior y se depositaba en unos moldes de madera que se llamaban gradillas o raseros, regados con arena o mojados para que la pasta no se adhiriera a ellos. El tipo más común es el molde abierto, que consiste en una simple caja sin tapa ni fondo (Figura 1).

Posteriormente, se rasaban con una regla y al retirarse los moldes quedaban los paralelepípedos de pasta húmeda al descubierto; a esta actividad se le conoce como *modulación*, actualmente se realiza con máquinas llamadas galleteras o con prensas. Después, el ladrillo se debía secar lo suficiente para evitar que se agrietara durante la cocción. Los tabiques secan al sol, apilándolos en filas con pasillos intermedios por donde circula el aire; así permanecían cerca de un mes, periodo durante el cual tienden a encoger. Después viene el proceso de cocción, que se realizaba en hornos fijos o intermitentes, contruidos con materiales incombustibles (generalmente con ladrillos cocidos) y diseñados para que se puedan cargar y descargar con facilidad, además de que se puedan utilizar cientos de veces.



Figura 2. Moldeado, modulación y secado de ladrillos hecho a mano. (Imágenes tomadas de: http://www.ladrillospuente.com/fabricacion/su_proceso.htm.)

Tradicionalmente –y aún en ladrilleras locales en nuestro país–, los ladrillos se cuecen en hornos llamados *hormigueros*, donde los ladrillos se colocan en hiladas y en filas paralelas separadas entre sí por un hueco igual al espesor de los ladrillos, alternados con el combustible (carbón vegetal, turba o hulla), formando un montón, o con frecuencia aprovechando algún talud natural, y se recubre la parte exterior de la pila con arcilla. A continuación se enciende por el fondo y se deja que el fuego avance a través del “hormiguero”, aspirado tras el aire encargado del enfriamiento. Una vez frío, se derriba el conjunto. Las temperaturas de cocción variaban entre los 850 y 1,100 °C en los hornos rudimentarios que se usaban desde

finales del siglo xvi, contra los 1,500 °C que permiten los hornos fijos que se utilizan en procesos industriales actuales.

Al cocerse el ladrillo se producen cambios en su estructura, siendo el primero y principal la liberación de agua y de CO_2 mientras se van formando silicatos y cuarzo (Prado Núñez, 2000: 95-97). En el momento que se enfría la arcilla fundida es cuando se forman fases vítreas, que es lo que le da su resistencia y su impermeabilidad. Por lo anterior, para saber si los ladrillos se encuentran correctamente cocidos y por lo tanto tienen buena resistencia para ser utilizado en la construcción, deben de ser ligeramente golpeados y deben de acusar un sonido metálico (Madrigal y Vázquez, 2010: s/n).

La colocación de los ladrillos dentro de cualquier método de cocción afecta el color del producto, ya que unos ladrillos se oxidarán más que otros, además que el color también lo determinarán los minerales que contenga la arcilla utilizada. Los que contienen una gran cantidad de hierro, por ejemplo, al oxidarse éste, presentan un color rojizo o rosado, mientras los que poseen un alto contenido en cal y carecen de hierro tienden a presentar un color amarillo o crema. Sin embargo, el color exacto lo determina la posición del ladrillo en el horno y la cantidad de oxígeno que entra durante el proceso de cocción.

Así, según la ubicación que tienen los ladrillos dentro del horno, tendremos:

- a. Recocidos: son los ladrillos que se hallan más cerca de las llamas y se emplean en mampostería de alta resistencia, tales como arcos, bóvedas y pilares.
- b. De Cal: aquellos ladrillos que se encuentran en el centro del horno.

- c. De media cal o bajos: estos ladrillos no deben emplearse en albañilería. Se conocen por no producir el sonido característico de los anteriores y a la vez quebrarse fácilmente y tener en partes manchas amarillentas.

Como podemos observar, el proceso de fabricación de los distintos materiales cerámicos coincide en la aplicación de calor a altas temperaturas, por lo que a continuación exploraremos algunos de los elementos o piezas que han constituido sistemas constructivos en inmuebles históricos.

PRODUCTOS CERÁMICOS COMO MATERIAL CONSTRUCTIVO

Hasta el momento nos hemos referido al ladrillo como la fábrica o material de construcciones de inmuebles más básico, sin embargo al entrar a ámbitos más técnicos es importante distinguir en México entre *ladrillo* y *tabique*.

El ladrillo es una pieza cerámica de forma ortoédrica³ que se obtiene por moldeo, secado y cocción a altas tempera-

³ Paralelepípedo con ángulos rectos.

turas de una pasta arcillosa y tiene medidas de 13 x 26 x 15 cm. El tabique será el término a utilizar para la pieza de arcilla cocida en forma de prisma, utilizada en albañilería, con medidas de 7 x 14 x 28 cm.

En otros países y en México incluso hasta bien entrado en siglo xx, cuando el ladrillo era la fábrica más utilizada en la construcción, se le denominaba ladrillo a la pieza de mamposteo, con medidas variables, mientras que tabique era el término para hacer referencia a un muro construido con estas piezas, ya que la palabra “tabique” proviene del

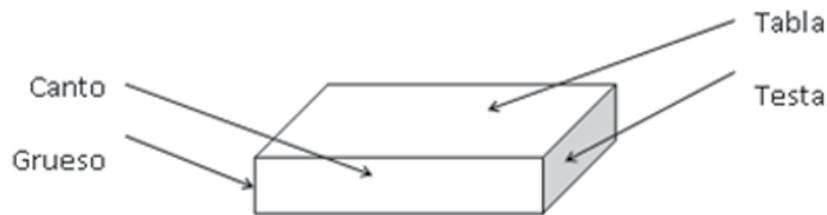


Figura 3. Esquema de elaboración propia. Michelle M. De Anda Rogel y Martha Elena Ortíz Sánchez. 2010.

árabe tax-bic, que significa “pared de ladrillos” (Bartuesto y Balarga, 1889). Una vez establecida esta importante diferencia, y para efectos de esta plática, seguiremos refiriéndonos al material como ladrillo.

El modo de disponer los ladrillos en el muro se denomina aparejo, y por la gran diversidad existente es importante conocer el nombre de sus caras (Figura 3):

Existe una gran diversidad de aparejos: inglés, a pandelete, palomero, a sogas o a tizones, y la elección de uno u otro se hace en función de las necesidades de cada construcción. Así también cabe mencionar que los ladrillos no se utilizan sólo para la construcción de muros, sino que los encontramos en dinteles, jambas, arcos, botaguas, cornisas, entre otros.

Pero la cerámica se ha utilizado también para crear otros productos constructivos como las baldosas, que se utilizan para revestir suelos y paredes y que normalmente tiene un fino acabado esmaltado, y como las tejas cerámicas, que son elementos de cobertura para los techos en pendiente y representan uno de los primeros usos de la cerámica cocida en la construcción (Paredes Benítez, 2011: 407). El proceso

de cocción de las arcillas es precisamente lo que aumenta su resistencia e impermeabilidad, con lo que se consigue un producto muy apropiado para canalizar el agua de la lluvia de los tejados y proteger las cubiertas.

Existen diversos tipos de tejas y destacan también por su durabilidad, capacidad de aislamiento térmico al aire y al vapor, por su bajo costo y por el escaso mantenimiento. Presentan gran resistencia a las heladas, diversos fenómenos atmosféricos y al fuego. La forma de las tejas es variable: pueden ser regulares o irregulares, planas, curvas, lisas o con acanaladuras y salientes.

ALTERACIONES DEL LADRILLO Y ELEMENTOS CERÁMICOS

Al tratar con problemas de mampostería de ladrillo, la aplicación de soluciones tipo “parche” a la evidencia más visible de un problema no es una cura segura. Es necesario antes que nada identificar su naturaleza y extensión, para posteriormente evaluar la causa subyacente de cada problema. Sólo después se podrá decidir el tratamiento a emplear para contrarrestar el proceso de deterioro y no solamente tratar los síntomas (London, 1988: 74-75). Un diagnóstico impreciso

puede llevar a realizar acciones inefectivas o incluso dañinas.

Es primordial conocer el comportamiento tanto del material histórico como el de reposición antes de la intervención, con el fin de propiciar una intervención que no ocasione esfuerzos diferenciales por cambio en el material, o bien que afecte los valores estéticos del inmueble.

Algunas de las pruebas que deben aplicarse a ambos materiales, es decir, tanto al material original como el de reposición son:

Mineralogía y composición química.

Físicas:

- Color. Por medio de las tablas de Munsell o de espectrocolorímetros.
- Densidad aparente y real. En tabiques de edificios históricos la aparente está entre 1,300 y 2,000 kg/m³, y la real entre 2,450 y 2850 kg/cm³.
- Porosidad. Tiene porosidad elevada entre 20 y 40% en edificios históricos, por su fabricación y sus constituyentes.

Hídricas:

- Absorción. Siendo el coeficiente promedio alrededor de 20%.
- Desorción. Es muy variable, ya que depende de la temperatura y otros factores que estimulen o inhiban la evaporación.

Higroscopicidad:

- Absorción capilar. Cuanto más baja sea la porosidad, también es más baja la absorción capilar y viceversa.

Mecánicas:

- Dureza. Se practican pruebas por la tabla de Mohs, por rayado, por abrasión o por penetración.
- Resistencia a la compresión. Esta cualidad la dan las propiedades de la arcilla, así como el método de fabricación y su cocción. En los edificios históricos la resistencia a la compresión generalmente es mayor a 20 kg/cm², llegando algunos hasta 90 kg/cm² (Prado Núñez, 2000: 97-98).

Ahora bien, existen muchas formas en que se pueden agrupar y clasificar las alteraciones que podemos encontrar en las construcciones de ladrillo, pero para fines de este documento se ha decidido agruparlas según los factores que las producen, de tal forma que tenemos cinco categorías principales:

1. Deterioros de fábrica: son aquellos donde en caso de haber utilizado materia prima con propiedades inadecuadas o defectuosas, se verá reflejado en el ladrillo. El ejemplo más común es la aparición de concentraciones de óxido de cal o conocido comúnmente como caliche y que se produce cuando el ladrillo tiene una deficiente preparación y moldeo (Prado Núñez, 2000: 98). Así, también encontramos los defectos por cocción que pueden originarse si el horno no alcanza la temperatura necesaria o por estar menos tiempo del requerido para su cocción; en estos casos no se forman las fases vítreas y no se alcanzan las resistencias mecánicas adecuadas (Torres Montes, 2013: s/n).
2. Deterioros por la calidad del mortero: es de gran importancia estar conscientes de su existencia, ya que los ladrillos



Figura 4. Disgregación progresiva del ladrillo y su mortero por acción del agua que asciende por capilaridad.

no constituyen un sistema constructivo por sí mismo, sino que con el mortero que une una pieza con otra es posible conformar muros, dinteles, columnas, etcétera.

Para que un elemento de mampostería de ladrillo funcione monolíticamente sería ideal que tanto el mortero como la fábrica cumplieren las mismas características mecánicas. Como no es así, cuando el mortero posee un alto contenido de cemento o cuando tiene un exceso de agua, el mortero se retrae durante el fraguado y surgen movimientos diferenciales entre los ladrillos y el mortero causados por una diferencia en la respuesta térmica, lo que origina fisuras en los ladrillos (Madrigal y Vázquez, 2010: s/n).

Este hecho es muy común en procesos de intervención donde por ejemplo, se repone el mortero disgregado por un mortero de cemento, o bien, de características diferentes al original.

3. Deterioros provocados por la acción del agua: por la porosidad y el alto coeficiente de absorción que tiene el ladrillo, los daños ocasionados por el agua son más severos que en otros materiales.

La lluvia ácida es un agente de deterioro sumamente



Figura 5. Aparición de microorganismos principalmente en las juntas del sistema constructivo. Se puede observar la pérdida de los bordes de las piezas de ladrillo. Fotografías: Martha Ortíz, Coyoacán, 2013.

agresivo para los elementos de tabique, ya que ataca principalmente la cal de los morteros que componen las juntas; al mismo tiempo, por su contenido de ácido sulfúrico, ataca a los silicatos alcalinos que forman parte de la composición del tabique (Prado Núñez, 2000: 99), manifestándose como disgregación del mismo material. El agua del subsuelo también puede convertirse en un agente de deterioro al ascender a través de pequeños poros y capilares muy finos dentro del ladrillo, siendo un fenómeno que se produce en cualquier dirección, y por la naturaleza porosa de los materiales. El agua puede subir por un muro, por capilaridad, entre 1.5 y 2 m, donde logra equilibrarse el ascenso del agua por la evaporación de la misma (Warren y Essex Country Council, 1999: 152-153). Por ello, el tratamiento a aplicar siempre se efectúa por debajo de esta cota (Figura 4 y 5). Hay que recordar que, a mayor espesor del muro, tendremos una mayor altura presentando humedad porque se requiere una mayor superficie para evaporar, originándose en estos casos las eflorescencias, que son depósitos de sales minerales solubles que aparecen sobre la



Figura 6. Viga corroída que ha causado un impacto en la mampostería produciendo grietas horizontales y perdiendo la junta. Fotografía tomada de: http://www.isotec.de/uploads/pics/korrodiertes_Stahltraeger_03.JPG.

superficie. Estas sales son transportadas por el agua a través de los poros del material, cristalizando en los mismos al evaporarse el agua. Las llamamos eflorescencias cuando son externas, y sub-eflorescencias cuando son internas (Madrigal y Vázquez, 2010: s/n). Dicha cristalización al interior del ladrillo puede producir microfisuras que debilitan la estructura y resistencia del mismo. El origen de las sales puede ser el barro mismo o el combustible usado durante la cocción, pero frecuentemente estas sales entran a los ladrillos desde el exterior: agua del suelo, contaminación atmosférica, incluso de las juntas de mortero.

4. Deterioros por acciones mecánicas: existen fuerzas ejercidas por distintos agentes sobre los elementos de ladrillo, lo que ocasionará deformaciones tanto en el elemento como en la pieza misma. Los más comunes y que siguen la lógica de la física son las grietas productos de cargas externas o de la misma estructura; sin embargo nos centraremos en aquellas acciones mecánicas que toman lugar en las construcciones de mampostería de ladrillo que contienen algún elemento metálico.

En ocasiones encontraremos fábricas intercaladas con armaduras de acero de refuerzo en el muro o bien se cuenta con una estructura metálica, incluso una pieza resultado de una intervención previa; y si éstas no tienen el recubrimiento mínimo de enfoscado (capa de mortero con que se reviste un muro) para garantizar su impermeabilidad, o bien el agua ha logrado penetrar en la fábrica, el contacto de los elementos metálicos con el agua, ácidos, sulfatos o cloruros origina su oxidación (Figura 6).

Esto puede manifestarse como manchas de óxido propias de la corrosión de estos elementos en la capa de recubrimiento exterior, pero al presentarse el fenómeno de corrosión existirá un aumento de volumen, ya que el óxido tiene un volumen ocho veces mayor que el metal que lo forma, lo que ocasiona tensiones internas y la rotura del material que se presenta con fisuras horizontales donde se encuentra oculta la estructura o el elemento metálico (Warren y Essex Country Council, 1999: 127-128). Este fenómeno es más acentuado en los metales férricos que se deben proteger siempre contra la corrosión.

5 Biodeterioros: como su nombre lo indica, se refiere al surgimiento de flora o fauna que resulta nociva a la fábrica en distintos aspectos. Cuando la humedad penetra en el material, se crea un ambiente propicio para el desarrollo de la vegetación parásita como algas, líquenes, musgos y hongos que se forman con mayor facilidad en las juntas por ser un sustrato más poroso (Warren y Essex Country Council 1999: 170-171), pero hay casos muy comunes en que se desarrollan en la superficie del ladrillo. La vegetación superior causa graves daños en las juntas, ya que al penetrar las raíces resquebrajan los aparejos, causando serias grietas y fisuras (Prado Núñez 2000: 99).

Es evidente que, como toda fábrica, el ladrillo cuenta con características muy particulares que lo hacen vulnerable a ciertos agentes de deterioros, y es de suma importancia comprender que se trata de un material impermeable por el proceso de cocción al que es sometido durante su fabricación, pero poroso en su estructura interna. Es por esto que la compaginación del ladrillo con su mortero es uno de los puntos más importantes

a observar, evaluar y conservar, ya que la unión entre uno y otro es su protección y al mismo tiempo su punto vulnerable. Si el agua –en cualquiera de las formas que ya se mencionaron– alcanza el interior de los ladrillos y alcanza a entrar en contacto con la estructura metálica que en ocasiones los acompaña, las alteraciones que presentará el sistema constructivo de mampostería serán mayores.

COMENTARIOS FINALES

Es de opinión general que no existe producto o método ideal de tratamiento, ya sea limpieza, protección o consolidación, que pueda dar en cada caso las garantías necesarias de eficacia (Laurenzi Tabasso, 1989: 9). Por tal motivo se hace necesaria la disposición de criterios objetivos para elegir los materiales y los métodos de aplicación más adecuados a cada caso específico.

Evidentemente, experiencias precedentes efectuadas en casos similares pueden ser de gran ayuda en tal elección y son tanto más preciosas cuanto más probadas por el tiempo. Para una valoración preventiva de los productos y méto-

dos a emplear no nos queda más que efectuar controles de laboratorio, de manera que midan las variaciones inducidas por el tratamiento sobre algunas propiedades del material pétreo, significativas para su resistencia a la alteración.

Para finalizar, considero debemos ser más conscientes en la documentación y actualización de las técnicas de conservación y restauración de este material tan vigente y cotidiano, pues en la medida que compartamos las experiencias en el campo, mayor beneficiado será nuestro patrimonio.

FUENTES CONSULTADAS

- Barbará, Zetina, Fernando. (1977). “Materiales y Procedimientos de Construcción”. Tomo 1. Editorial Herrero S.A. México, D.F.
- Laurenzi Tabasso, Marisa. (1989). La conservazione delle pietre naturali ed artificiali. Roma: Istituto Centrale del Restauro.
- Campbell, James W., & Pryce, Will. (2004). Ladrillo. Historia Universal. Londres: BLUME.
- London, Mark. (1988). Masonry. How to care for old and historic brick and stone. Washington, D.C.: National Trust for Historic Preservation.
- Warren, John, & Essex Country Council. (1999). Conservation of brick. Great Britain: Butterworth-Heinemann.
- Torres Montes, Luis Alejandrino. (2013). Apuntes de sesión. Patología de Materiales en Bienes Culturales Inmuebles. México, D.F.: ENCRYM - INAH.
- Bartuesto y Balarga, Fulgencio. (1889). Enciclopedia Popular. Nuevo Manual de Albañilería. México: Librería de Ch. Bouret.
- Bender, J., & Hellerstein, J. Vidrio, Cerámica y Materiales Afines. In Et.al., Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo (pp. 84.1 - 84.31). España: Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo.
- Domínguez, José Manuel, & Schifter, Issac. (1992). Las arcillas: el barro noble. México: SEP, Fondo de Cultura Económica.
- Gómez Serafín, Susana, & Fernández Dávila, Enrique. (2007). Catálogo de los objetos cerámicos de la Orden Dominicana del exconvento de Santo Domingo de Oaxaca. México, D.F.: Colección Científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Kuta, R.F. (1944). Tratado Moderno de Cerámica (Mecánica y Manual). Barcelona: Serrahima y Urpi, S.L.
- Kubler, George. (1983). Arquitectura Mexicana del siglo XVI. México: FCE.
- Madrigal, Carlos, & Vázquez, David. (2010). Apuntes de asignatura: Laboratorio de Materiales. Maestría en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Inmuebles. México, D.F.: ENCRYM - INAH.
- Paredes Benítez, Cristina. (2011). La Biblia de los Materiales de Arquitectura. Barcelona, España: Frechmann Kólon Gmbllt (FKG).
- Prado Nuñez, Ricardo. (2000). Procedimientos de Restauración y Materiales. Protección y Conservación de edificios artísticos e históricos. México, D.F.: Trillas.

MARTHA ELENA ORTÍZ SÁNCHEZ

Arquitecta egresada de la Universidad Iberoamericana, con Maestría en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Inmuebles por parte de la ENCRUM. Actualmente profesora en la Universidad Iberoamericana, se dedica al desarrollo de proyectos de diseño y construcción, así como levantamientos y diagnósticos de inmuebles. Ha colaborado con distintos despachos de arquitectura y urbanismo, tratando temas relacionados con la conservación del patrimonio y el crecimiento urbano sustentable.