

Elaboración de pintura a base de tierra para la protección de las paredes de adobe con tierras de la zona occidental de El Salvador

Ana Aracely Quiteño

Ingeniera Civil

Docente investigadora, Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Universidad Católica de El Salvador, El Salvador

aracely.qui@catolica.edu.sv

Fecha de recepción: 21-11-2017 / Fecha de aceptación: 16-02-2018

Resumen

La investigación se realizó con el fin de experimentar con tierras de colores –que mezcladas con cal y con acetato de polivinilo– logran varias tonalidades de pinturas amigables con el medio ambiente y de bajo costo. Los suelos utilizados en la investigación fueron arcillosos, siendo este tipo de suelo muy abundante en el país, de fácil y gratuita extracción para las personas de las comunidades pobres. Las pinturas tienen como objetivo proporcionar, mediante la variedad de colores, una imagen armónica, agradable y saludable para todas las viviendas; y en especial para las viviendas de adobe.

En la Universidad Católica de El Salvador existe un compromiso medioambiental con nuestro planeta. Es preciso concientizar a todos los estudiantes en cuanto a la necesidad de utilizar pinturas naturales, las cuales pueden implementarse en todo tipo de paredes. Por lo tanto, es necesario estimular la auto-producción de pinturas más baratas y menos nocivas.

Palabras clave: Tierras de colores, adobe, cal, acetato de polivinilo, pinturas, suelos arcillosos, paredes, medio ambiente.

Abstract

This research was carried out with the purpose of experimenting with color soils –that mixed with lime and with polyvinyl acetate– achieve several shades of environmentally friendly and low cost paints. The soil used in this research was clay. This type is very common in the country, it is easy and free to get for people from poor communities. The paints aim at providing, through the variety of colors, a harmonious, pleasant and healthy image for all houses, especially adobe houses.

Universidad Católica de El Salvador has an environmental commitment with our planet. It is essential to raise awareness in all its students about the need of using natural paints, which can be applied in all types of walls. Therefore, it is necessary to promote the self-production of cheaper and less harmful paints.

Key words: Color soils, adobe, lime, polyvinyl acetate, paints, clay soils, walls, environment.

1. Introducción

El uso de la tierra como material constructivo ha tenido una amplia difusión en todo el mundo, desde épocas antiguas. Sin embargo, a pesar de las cualidades ecológicas y culturales de la arquitectura térrea, la sociedad actual la rechaza por considerarla obsoleta o insegura. A pesar de ello, en el país aún existen muchas viviendas de adobe, así como edificios de patrimonio cultural que se deben proteger, volviendo necesario el hablar de la protección superficial de los inmuebles que, al igual que sucede con la piel de muchos seres vivos, además de darles protección ante los efectos del medio ambiente, les sirve para mantener su equilibrio higrotérmico.

Los recubrimientos de muros que mejores resultados han presentado debido a su compatibilidad y adherencia, son aquellos que se realizaron con mezclas similares a las que constituyen los núcleos y morteros de pega. La coincidencia en los coeficientes de dilatación de los enjarres de barro disminuye la presencia de microfisuras a consecuencia de retracciones volumétricas.

Incluso, en el interior de las construcciones —por razones de higiene o para evitar el desprendimiento de partículas del muro— se debe realizar algún tipo de protección superficial, especialmente en zonas de escasos recursos; por lo que es importante informar sobre las pinturas que pueden estar formadas por una lechada de tierra, mezclada con otros productos, verificando los diferentes colores que se

den dependiendo del tipo de tierra y de las proporciones utilizadas.

En las comunidades más pobres del país es donde más casas de adobe se observan; por lo tanto, se puede deducir que estas comunidades no cuentan con el dinero para comprar un galón de pintura comercial. Además de ellos, muchos de los estudiantes no conocen que se pueden hacer pinturas con tierra, la cual es el elemento que más existe en nuestro medio.

Tomando en cuenta estos parámetros y viendo la necesidad de fomentar en las comunidades y en los alumnos el principio de proteger las paredes, surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los ingredientes básicos para la elaboración de pintura hecha de tierra? ¿Qué tipo de tierra se puede utilizar?

El principal contenido de la investigación fue elaborar pinturas a base de tierra para ser utilizadas en las paredes de las viviendas, las cuales serían elaboradas con tierras de la zona occidental de El Salvador. Para alcanzar dicha meta, se formularon los siguientes objetivos: Identificar los tipos de suelos que se pueden utilizar para la elaboración de la pintura a base de suelo; comprobar las proporciones adecuadas de materiales a utilizar en la elaboración de la pintura y establecer los diferentes colores que se pueden hacer dependiendo de los tipos de suelos.

El suelo

En el ámbito de la Ingeniería, suelo es el término aplicado a todo material de la corteza terrestre, procedente de la descomposición de rocas, constituido por elementos minerales y/o orgánicos; que dependen de la composición química y mineralógica de la roca de origen, características del relieve, de los diferentes climas y del tiempo de exposición a la intemperie. La clasificación de los suelos –a través de sus propiedades físicas, químicas y mineralógicas– es tratada de acuerdo con los fundamentos de la ciencia de los materiales, tanto en el campo de la Geología, de la Mecánica de los suelos, de la Agronomía como de la construcción de carreteras.

Dada la complejidad y prácticamente la infinita variedad con que los suelos se presentan en la naturaleza es necesario una clasificación de ellos. Una adecuada y rigurosa clasificación permite tener una idea acerca del comportamiento que cabe esperar de un suelo, a partir de propiedades de sencilla determinación; nor-

malmente suele ser suficiente conocer la granulometría y la plasticidad de un suelo para predecir su comportamiento mecánico.

Uno de los sistemas más utilizados es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Este sistema está basado en el de Aeropuerto, hasta el grado que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones. El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado, a través de la malla 200. Las partículas gruesas son mayores que dicha malla, y las finas, menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas (Juárez B, 2001).

Dicha clasificación se vale de unos símbolos de grupo, consistentes de un prefijo que designa la composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades. En función de los símbolos que aparecen en la figura 1, pueden establecerse diferentes combinaciones que difieren de uno a otro tipo de suelo:

Tipo de suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo	H

Figura 1. Cuadro de símbolos de grupo del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

La clasificación de los diferentes tipos de suelos también se puede realizar de una forma manual y visual: con el tacto al frotar entre los dedos una porción del suelo seco, se pueden identificar los tipos de partículas presentes por su textura de la siguiente manera. Por ejemplo: la arena araña; el limo cubre los dedos con partículas suaves como si fuera un talco. Para verificar la presencia de arcilla, se puede humedecer una porción de la tierra y moldear una bola, cuanto más arcilla presente, más fácil será formar la bola (Martins Neves, 2005). (Ver figura 2).

Las denominaciones arena limosa-arcillosa, arcilla limosa-arenosa, limo areno-arcillosa, etc., se asignan de acuerdo a la cantidad de cada componente en la tierra, cuya primera designación corresponde siempre al componente de mayor contenido.

Pinturas naturales

El hombre primitivo ya utilizaba materiales conocidos que podrían ser utilizados para dibujar en las paredes de su cueva, como gibbsita y limonita (Uemoto, 1993), en la actualidad, los pigmentos y los minerales son todavía un componente importante, utilizado por la industria de la pintura en general como materiales de carga minerales (Luz; Lins, 2005).

El rendimiento de cada tipo de pigmento está relacionado con sus características físicas y químicas, y su interacción con los otros componentes básicos: diluyentes y aglutinantes que tienen, respectivamente; la función de comprobar el tinte y las condiciones ideales para la pintura, con el objetivo de facilitar el trabajo de aplicación y difusión.

Clasificación	Textura y apariencia del suelo
Arena	Textura granular. Se puede visualizar el tamaño de los granos. Fluye libremente si está seca.
Suelo arenoso	Textura granular, pero con suficiente limo y arcilla para observar su cohesión. Predominan las características de la arena.
Suelo limoso	Textura fina. Contiene una cantidad moderada de arena fina y una pequeña cantidad de arcilla. Sujeta los dedos como talco. En el estado seco, tiene una apariencia compacta. Pulveriza con facilidad.
Suelo arcilloso	Textura fina. Cuando está seca se fractura en terrones resistentes; en el estado húmedo es plástico y se aferra a los dedos. Es difícil de pulverizar.
Suelo orgánico	Textura esponjosa. Olor característico de materia orgánica que es más acentuado al humedecer o calentar.

Figura 2. Cuadro de Identificación de la tierra por inspección táctil-visual.

Las pinturas pueden estar formadas por una lechada de la propia tierra, mezclada con otros productos o por materiales completamente distintos a la tierra. La pintura o lechada de cal es otra de las soluciones que ha caracterizado la imagen de la arquitectura popular en numerosas partes de la geografía. Las bondades de los encalados y su compatibilidad con los muros de tierra han sido sobradamente tratadas por la bibliografía sobre arquitectura popular. Aplicados sobre cualquier soporte, a veces como acabado de una primera capa de repello con mortero de otro material y, otras, sobre la superficie irregular del propio muro, proporcionan un ligero velo que enfatiza las propias irregularidades y rugosidades del mismo, creando un juego de luces y sombras donde no caben las superficies planas ni lisas.

En su forma más básica, la pintura consiste de color (pigmento) y el ligante en el que el pigmento está suspendido. Muchas pinturas contienen también ingredientes que añaden textura y granulación, un diluyente (disolvente) y otros aditivos, tales como biocidas y catalizadores del secado. Las pinturas a base de suelos están constituidas por:

- El vehículo tiene la función de formar una película sólida, homogénea y continua al secar; mantiene unidas las partículas del pigmento. El vehículo en una pintura es la parte líquida de ella.
- El aglomerante tiene las mismas funciones que el vehículo; tiene muy buenas

propiedades de fijación y adherencia entre superficies.

- El suelo de color es la materia prima más importante para la producción de una pintura natural.

2. Metodología

El estudio realizado fue de tipo descriptivo experimental, ya que se realizó una investigación documental en la que se daba la definición y origen de la pintura a base de tierra y las características de los suelos que pueden ser utilizados. Para realizar la investigación de campo se ejecutó un estudio experimental, según los siguientes ámbitos:

Primero se procedió a la recolección de suelos tomando como base la zona occidental de El Salvador. Se tomaron muestras en los municipios de Texistepeque, Metapán y Chalchuapa del departamento de Santa Ana; en los municipios de Ahuachapán y San Lorenzo del departamento de Ahuachapán; y el municipio de Izalco, departamento de Sonsonate. Se realizó la recolección puntual de las diferentes tonalidades que presentaban los estratos de suelos. La clasificación de los suelos se hizo de la forma manual y visual. (Ver figuras 3 y 4).



Figura 3. Fotografía del banco de materiales.



Figura 4. Fotografía de donde se extrajo suelo de color celeste.

Todas las muestras de tierra que se recolectaron presentaron bastante humedad; por tal motivo se procedió al secado de los suelos recolectados. Se sometieron al proceso de secado natural en un lugar ventilado y con la ayuda de rayos solares; también se les redujo el volumen manualmente, aprovechando su estado de humedad. Este proceso tardó varias semanas hasta tener un secado completo.

Cuando los suelos habían perdido la humedad, se inició el proceso de reducción de tamaño en sus partículas. El proceso de reducción en su

granulometría se realizó con la ayuda de una piedra sin aristas, moliendo constantemente hasta lograrlo, para posteriormente tamizarla en un cedazo de madera. Este fue un proceso repetitivo para cada uno de los suelos de colores recolectados.

Como resultado de este proceso de pulverización, se obtuvo el polvo de cada una de las tierras recolectadas, el cual ya podía ser utilizado para la elaboración de la pintura. (Ver figura 5).



Figura 5. Fotografía del proceso de pulverizado y tamizado.

Al tener tamizadas todas las tierras se procedió a producir las distintas pinturas naturales compuestas de: vehículo + aglomerante + suelo de color = pintura natural.

Para el caso:

- El vehículo utilizado en la investigación fue: agua y cal.
- El aglomerante fue: cola blanca.
- El suelo de color: Fueron 25 los suelos de colores que se utilizaron para la elaboración de pinturas.

Proceso

El proceso de producción de las pinturas naturales consistió en combinar y homogenizar adecuadamente los cuatro elementos que conformaban la pintura, hasta obtener una sustancia homogénea. Esto se hizo con la ayuda de un taladro y una herramienta para batir.

Primero se mezcló el suelo con la cal en seco hasta combinarlo bien; posteriormente, se le agregó el agua y, por último, se le agregó la cola blanca, batiéndolo adecuadamente hasta tener la consistencia deseada (ver figura 6).



Figura 6. Fotografía del mezclado y homogenización de los componentes para la pintura.

Este proceso fue común y repetitivo en todos los suelos de los diferentes colores para lograr las pinturas naturales.

Las pinturas fueron aplicadas en ladrillos de concreto, en ladrillos de barro y en paredes de adobe para ver las tonalidades que presentan con diferentes paredes. (Ver figura 7).

3. Resultados

Clasificación de suelos

En la recolección de suelos que se realizó se buscaron bancos de materiales donde se encontraban suelos finos. La clasificación se realizó en forma visual y manual, obteniendo los resultados mostrados en la figura 8.

Los suelos recolectados tuvieron diferentes tonalidades y diferentes granulometrías, buscando que no se repitieran los colores de las tierras.

Tipo de suelo	Símbolo
Arena arcillosa	SC
Limo arenoso	MH
Arcilla arenosa	CL
Arcilla orgánica	CH

Figura 8. Clasificación de los suelos utilizados para hacer las pinturas.

Elaboración de pinturas

La materia final retenida por el proceso de tamización fue el polvo de tierra que se obtuvo para la elaboración de las pinturas. Las proporciones utilizadas se muestran en la Tabla 1.

En la elaboración de pinturas se utilizaron proporciones en volumen, debido a la facilidad de utilización, ya que se puede utilizar cualquier recipiente graduado o no, manteniendo siempre las cantidades. En las proporciones utilizadas



Figura 7. Fotografía de la aplicación de las pinturas elaboradas.

Tabla 1. Proporciones de materiales

Proporciones para la elaboración de pintura		
Tierra de color	Cal	Cola blanca
1	1	½ medidas
2	1	½
4	1	½

se mantuvo el volumen de cal y de acetato de polivinilo, modificando únicamente la cantidad de tierra, logrando así una adecuada pintura con la proporción 2:1: ½ para suelos arcillosos. Si los suelos tienen una buena cantidad de arena se puede utilizar la proporción 4:1: ½. El agua utilizada en la mezcla dependerá de la consistencia que se requiere de la pintura, mientras más arcilloso es el suelo más agua necesitará.

Al mezclar los diferentes componentes se obtiene, como resultado del proceso de producción de pinturas, una gran variedad de colores (25), de buena calidad y, sobre todo, con tecnología artesanal de bajo impacto ambiental.

Las pinturas se aplicaron sobre superficies de paredes de adobe, de bloque y en ladrillos de obra; para tener una aproximación más apegada a la realidad, obteniendo buenos resultados.

Algunos suelos extraídos de los bancos de materiales luego del proceso de secado variaron de color; pero la mayoría se mantuvo. Los colores obtenidos del proceso de elaboración de pintura fueron: blanco y diversas tonalidades de grises, de amarillo, violeta, café y rosa. (Ver figura 9).

Se realizó un muestrario de colores en el tapial que circunda el Colegio Madre de la Iglesia de la Universidad Católica de El Salvador. La aplicación de la pintura se realizó con brocha, dando dos manos de pintura; observando en ellas una buena adherencia y durabilidad. (Ver figura 10).

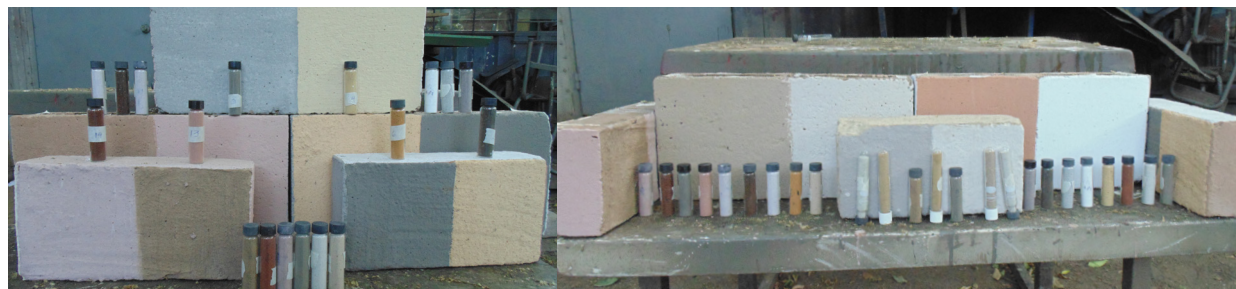


Figura 9. Fotografía de aplicación de pinturas a base de suelos en bloques y ladrillos de obra.



Figura 10. Fotografía de muestrario de las diferentes tonalidades de las pinturas de tierra.

4. Discusión

Luego de haber elaborado pinturas cuyo elemento principal fueron suelos arcillosos, y tras verificar las proporciones adecuadas, se puede concluir que, la recolección de muestras para este tipo de actividad debe realizarse en época seca, ya que se visualiza mejor el color que presenta el suelo y el proceso de secado es más rápido.

La proporción que se considera adecuada para suelos arcillosos es dos volúmenes de tierra más un volumen de cal, más medio volumen de cola blanca. Para los suelos que contengan un porcentaje apreciable de arena se recomienda mezclar la pintura con cuatro volúmenes de tierra y que los otros componentes se mantengan igual. El agua a agregar dependerá de la consistencia que se desee de la pintura.

En todos los elementos mezclados para la obtención de pinturas naturales se obtuvo resultados positivos, tanto en la tonalidad de los colores como en la adherencia y duración.

Se planteó la alternativa de utilizar las pinturas a base de tierra en las paredes de adobe, debi-

do a su bajo costo y a la existencia de muchas viviendas de adobe en las comunidades rurales. Para su elaboración, la materia prima se encuentra en la naturaleza y al alcance de este sector de la población. Los materiales que se interrelacionan con ella son productos de bajo costo y asequibles, a fin que el precio del producto final sea mucho más bajo que las pinturas que se venden en el mercado. Además, se debe fomentar la utilización de materiales que pueden recolectar de su entorno, como tierra para elaboración de repellos y de pinturas naturales.

Muchas veces pintar una pared suele tomarse como elemento decorativo de la vivienda, pero en realidad este tipo de acabado la vuelve más saludable, especialmente en las paredes de adobe. La pintura hecha de tierra y con las proporciones mencionadas puede utilizarse en paredes de bloque, en paredes de ladrillo de barro y en paredes de adobe; ya que en todas ellas hay una buena adherencia con dos manos de pintura. Los diferentes tonos de colores que se obtuvieron con los suelos recolectados fueron colores agradables a la vista. La mayoría son tonos suaves, siendo apropiados para ser utilizados en las paredes internas de una vivienda.

Al analizar el contenido de minerales que tenían los suelos recolectados –ya que el color de estos dependía grandemente del mineral que contenían– surge la iniciativa de seguir investigando sobre pigmentos naturales.

Se sugiere, además, que estas mismas técnicas de producción de pinturas a base de tierra y la importancia sean dadas a conocer a los estudiantes de Arquitectura e Ingeniería civil, ya que estas pinturas no contaminan el planeta y son tecnologías amigables con el medio ambiente.

En general, se aconseja utilizar las técnicas de producción de pinturas naturales elaboradas en el pasado, adaptándolas a nuestro presente. Es necesario estimular la autoproducción de pinturas más baratas y menos nocivas, por medio de estudios que integren los conocimientos populares y los técnico-científico, promoviendo el desarrollo de tecnologías sociales.

5. Referencias

- Caivano, J. L. y López, M. A. (2004). *Color: ciencia, artes, proyecto y enseñanza*. Recuperado de <https://books.google.com.sv/books?isbn=9509949892>
- Castilla, F. (2005). Estabilización de morteros de barro para la protección de muros de tierra (mejora de la durabilidad). *Actas de las I Jornadas de Investigación en Construcción*. Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, Madrid
- Castilla, F.J. (2011). Revestimientos y acabados superficiales en construcciones con tierra Contemporáneas. *Informes de la Construcción*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 63(523) 143-152. Recuperado de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1260>
- Cardoso, F. P.; De Cássia, R.; De Carvalho, A. F. y Fontes, M. P. F. (2014). Resistência à abrasão de tintas produzidas com pigmentos obtidos por dispersão mecânica e química de solo caulínico. *Arquitetura de Terra: Patrimônio y sustentabilidad en regiones sísmicas*, 173-177. Recuperado de http://www.academia.edu/36083442/Resist%C3%Aancia_%C3%A0_abras%C3%A3o_de_tintas_produzidas_com_pigmentos_obtidos_por_dispers%C3%A3o_mec%C3%A2nica_e_qu%C3%ADmica_de_solo_caulin%C3%ADtico
- Guerrero, L. F. (2007). Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Apuntes*. 20(2), 182-201. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v20n2/v20n2a02.pdf>

- Hradil, D; G, T; (2003). Clay and iron oxide pigments in the history of painting. *Applied Clay Science*, 22(5), 223-236 Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169131703000760>
- Juárez, B. E. y Rico, A. (2001). *Mecánica de los suelos*. Fundamentos de mecánica de suelos, Tomo I. México D. F.: Editorial Limusa
- Da Luz, A. B. y Freitas Lins, F. A. (2008). Rochas e minerais industriais: Usos e especificações. Centro de Tecnología Mineral. Ministério da Ciência e Tecnologia. Recuperado de <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/522>
- Mongrovejo, F. y Luzuriaga Delgado, J. S. (2012). Experimentación con pigmentos alternativos aplicables al diseño interior. Recuperado <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/144>
- Martins Neves, C. M.; Borges Faria, O; Rotondaro, R.; Cevallos Salas, P. y Hoffman, M. (2005). Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra. Salvador de Bahía: cyted. Recuperado de http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/c/c4/2_apostila_constru%C3%A7%C3%A3o_com_terra.pdf
- Nicaragua, Ministerio de Salud – Agencia de Cooperación Internacional del Japón y Monroy, C. (colaboradora) (2013). *Manual de mejoramiento de viviendas*. Recuperado de: https://www.jica.go.jp/project/.../001/.../manual_de_mejoramientos_de_viviendas.pdf
- San Bartolomé, A. (1994). Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP
- Torres, P. y Álvarez Cedillo, L. (2003). La goma de nopal: una aportación para la conservación de arquitectura de tierra seca protegida por la techumbre. Recuperado de http://www.conservacionyrestauracion.inah.gob.mx/html/correo_restaurador/html/CORE0411.htm
- Rojas, D. (2002). Control de la enfermedad de Chagas a través del mejoramiento de la vivienda en la provincia Sud Yungas, La Paz, Bolivia. *Proyecto Vivienda Saludable*. Recuperado de: http://www.bvsde.paho.org/bvsasv/e/proynac/vitrina1/JRojas_Loayza.pdf