

# INVENTARIO DE ADOBES EN LAS EXHACIENDAS DE BENEFICIO DE LA CIUDAD DE GUANAJUATO.

Villanueva Tapia Leydi Arlett (1), Puy Y Alquiza María Jesús (2)

1 [Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] | [Arlett\_VT@hotmail.com]

2 [Departamento de Ingenierías en Minas, Metalurgia Y Geología, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [yosune.puy155@gmail.com]

## Resumen

El proyecto de inventario de adobes consiste en un análisis de las características físicas y químicas de las muestras de adobes obtenidas de siete ex haciendas de beneficio en la ciudad de Guanajuato ubicadas en los corredores Marfil y San Javier. Es importante este estudio para entender la evolución de las construcciones, salvaguardar espacios históricos, pronosticar el comportamiento de esos sistemas, así como proponer soluciones. Durante el desarrollo del proyecto se realizaron estudios de granulometría, peso, humedad, contenido de materia orgánica, comprensión simple, composición química, etc. Se utilizó Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) y Difracción de Rayos X. En los resultados se pudo obtener la presencia de metales pesados en la composición química de los adobes lo que denota la actividad minera de la zona. Es importante conservar las haciendas como patrimonio histórico y mantener en buen estado su estructura. No obstante, la recuperación de estas técnicas de construcción y su aplicación en los proyectos de restauración es muy limitada por razones económicas y por la escasez de conocimiento sobre este material, ocasionando la aparición de nuevos problemas y procesos patológicos. Con base en ello el inventario resulta una herramienta de gran ayuda.

## Abstract

The project of inventory of Adobe bricks consists in an analysis of the physical and chemical characteristics of the Adobe bricks samples obtained of seven ex haciendas of profit in the Guanajuato city situated in the runners Marfil and San Javier. This study is important to understand the evolution of the constructions, safeguard historical spaces, predict the behavior of these systems as well as propose solutions. During the development of the project realized studies of granulometry, weight, moisture, organic material content, simple compressive, chemical composition, etc. We used mass spectrometry with Plasma coupled inductively (ICP-MS) and X-ray diffraction. In the results could obtain the presence of heavy metals in the chemical composition of the adobes them what denotes to some extent of the mining activity of the zone. It is important to conserve the haciendas like historical heritage and keep in good condition his structure. Nevertheless, the recovery of these construction technicians and their application in the projects of restoration is very limited by economic reasons and by the shortage of knowledge in this material causing the apparition of new problems and pathological processes. Like this the inventory results a tool of big help.

## Palabras Clave

Arquitectura; Patrimonio; Tipología; Adobe; Restauración

## INTRODUCCIÓN

El inventario de adobes es útil para conocer el tipo de material con el que se puede trabajar en las reparaciones o restauraciones de las haciendas para conservarlas como patrimonio histórico, además da a conocer el contenido químico de esos adobes tal como la carga de metales pesados que contienen y debido a esto es una fuente de información valiosa.

En Guanajuato no se ha realizado ninguna investigación relacionada con dicho tema, por lo que este proyecto aportará datos sobre el comportamiento de los materiales utilizados en “construcciones de tierra” (ex haciendas mineras) con la finalidad de proponer soluciones y técnicas de intervención que permitan, a través de la rehabilitación y/o refuerzo, prolongar la vida útil de estas estructuras.

### Adobe.

El adobe es un material muy conocido y común durante la primera mitad del siglo XVII y tiene sus raíces en un ladrillo que denota un jeroglífico egipcio. (IMAGEN 1) Está elaborado principalmente con arena, arcilla, agua y a veces con material orgánico como ramas, paja o estiércol. [1]



**IMAGEN 1. Cubos de las muestras de adobes obtenidas de las 6 Ex haciendas estudiadas**

### Revestimientos en paredes de adobe.

Es necesario que los muros de adobe contengan revestimientos adecuados. Para el revestimiento

exterior se recomienda un mezclado muy diferente, en la primera etapa se procede a mezclar arcilla, arena y pasta, en la segunda etapa solo se mezcla la cal y la arena. [2]

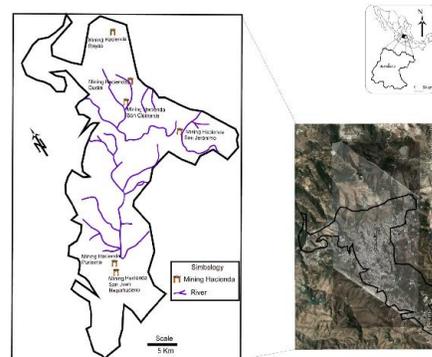
### Haciendas de beneficio.

Estas eran lugares dedicados a la producción minera. La historia de estas haciendas se integra a la historia urbana de la ciudad de Guanajuato, pues en la actualidad todavía es posible descubrir los barrios, callejones, calles, plazas y capillas que, durante el siglo XVII y XVIII formaron parte de las haciendas de beneficio. [3]

Las muestras de adobe estudiadas forman parte de las haciendas San Jerónimo, Durán, Purísima, San Clemente, Rayas y Nepomuceno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron salidas al campo con la finalidad de ubicar los edificios a estudiar, se localizaron estos lugares mediante GPS, con las coordenadas y los datos obtenidos se elaboró un mapa donde se puede observar su localización dentro de los principales corredores en la ciudad de Guanajuato. IMAGEN 2.



**IMAGEN 2. Mapa de las haciendas estudiadas ubicadas en los corredores Marfil y San Javier.**

Se tomaron muestras de los adobes para analizar su composición química y sus propiedades físicas y mecánicas.

Posteriormente se analizó la diversidad tipológica de adobes existentes en los edificios estudiados, en términos de composición y dimensiones.

En la caracterización granulométrica el ensayo consistió en la separación de una muestra de material (400g) por medio de una serie de tamices, en diversas clases granulométricas (de granulometría decreciente).

Se obtuvieron datos como color en seco, color en húmedo, densidad aparente, densidad real, contenido de materia orgánica y porosidad total.

Por su parte en la caracterización mecánica de los adobes se obtuvieron valores representativos del esfuerzo permisible a la compresión y flexión para este material de construcción. Las pruebas se llevaron a cabo utilizando una prensa universal de 100 toneladas.

Finalmente, En el Análisis químico, se determinaron las concentraciones de metales pesados y elementos mayores de las muestras de adobe, obtenidas de los edificios estudiados. Para ello se aplicó el método de Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) y Difracción de Rayos X.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que todas las muestras de adobes tienen diferencias en sus características físicas y químicas. (Tabla 1)

En la granulometría de las muestras de adobe el elemento que se encuentra en mayores porcentajes son los sedimentos (70%-80%), después arena en porcentajes de entre 10%-20% y los de menor proporción es la grava. Se asimilan en que todas contienen limos de baja comprensibilidad.

Su contenido orgánico va desde 5%-9%.

Su resistencia a la compresión (características mecánicas) es distinta en cada muestra, la de mayor resistencia es la muestra de la hacienda Rayas y la de menor pertenece a la hacienda Nepomuceno. Sus resistencias a la compresión

de todas las muestras van desde 5 a 13 kg/cm<sup>2</sup>. El adobe utilizado mostró comportamientos promedio semejantes a los de otros trabajos. [4]

En los resultados de la humedad y el contenido de materia orgánica (%) de muestras de ladrillos de adobe la muestra que obtuvo mayores porcentajes fue la de la hacienda San Jerónimo y la de menores la hacienda Nepomuceno. El adobe es higrófilo, tiende a absorber la humedad atmosférica cuando el aire está saturado de manera que por ello pierde su resistencia a los esfuerzos. [5]

En las muestras el peso del volumen natural mayor lo tiene el adobe de la hacienda San Clemente y el de menor la muestra de la Hacienda San Jerónimo.

En el caso de su composición química por medio de (ICP-MS) se obtuvo presencia de metales como Th, V, Sr, Pb, Zn, Sb, Sn, Co, Cu, Ni y Be. Destacando Pb, Cu y Zn. IMAGEN 3 Este hecho puede denotar algunas consecuencias patológicas en las personas que están en constante contacto con este material. [6]

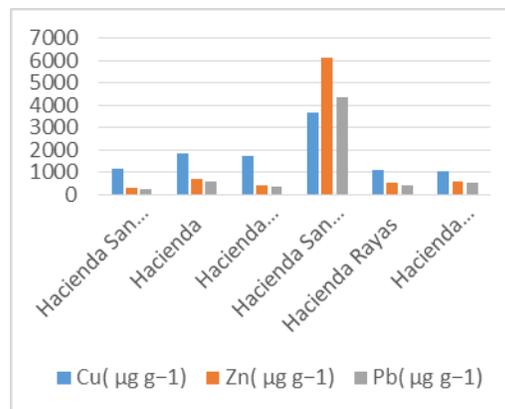
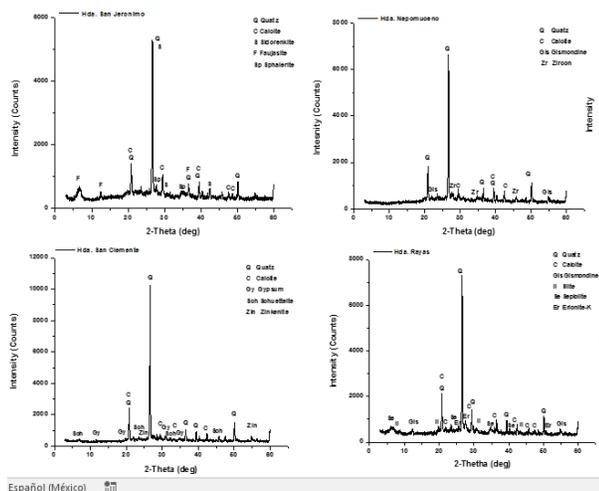


IMAGEN 3. Presencia de Pb, Cu y Zn en las muestras de adobe

Por medio de (DRX) se adquirió en el área de tectosilicatos como principal el cuarzo y en carbonatos el de mayor presencia fue la calcita. IMAGEN 4



**IMAGEN 4. Difractogramas de 4 de las muestras de adobe.**

## CONCLUSIONES

El hecho de que en la composición química de los adobes se encuentren presentes metales pesados es debido a que Guanajuato es una ciudad minera y es por ello que anteriormente se utilizaban residuos de la minería en vez de tierra para la elaboración de los adobes y esto genera la presencia de estos metales.

Las construcciones hechas de adobe necesitan de revestimientos para así poder aumentar su resistencia y su vida útil.

La mayoría de las construcciones de adobe carecían de estos revestimientos por lo que es necesario recubrir estos “muros de tierra” para evitar el contacto directo con la población. Y así evitar problemas de salud.

Es necesario conocer las características del adobe para en las restauraciones de construcciones que lo contengan se pueda sustituir o suplir por materiales de características similares o elaborar un adobe con las mismas propiedades y así no alterar la estructura de la construcción.

Las Haciendas en Guanajuato son una muestra de la gran historia y cultura que contiene esta ciudad y debido a ello es necesario consérvalas en buen estado para así sigan formando parte de patrimonio del estado y la nación.

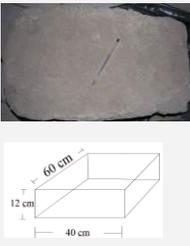
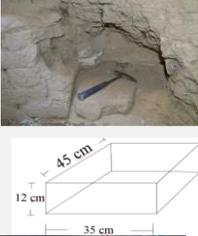
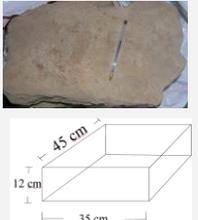
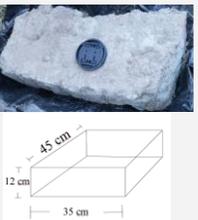
## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Dr. María Jesús Puy Y Alquiza por asesorarme y haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico en el desarrollo del proyecto, por motivarme a seguir en el camino del amor a la ciencia. A Jesús Rene Báez Espinoza por el apoyo que me brindó durante la estancia. A la Universidad de Guanajuato por permitirme tener esta gran experiencia científica de la que me llevo grandes conocimientos y recibirme en sus instalaciones. Y principalmente a mis Padres que gracias a ellos pude llevar a cabo el proyecto, por su manera de motivarme a vivir el sueño de superarme y cumplir mis expectativas, forjar en mí las bases de responsabilidad y por nunca negarme apoyo en cualquier área. A Dios por permitirme tener grandes experiencias y dotarme de fortaleza.

## REFERENCIAS

- [1] Jorge E Gama-Castro<sup>1</sup>, Tamara Cruz y Cruz<sup>2</sup> (ago. 2012) Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Volumen 64, núm. 2, 2012, p. 177-188. Recuperado de: [http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6402/\(3\)Gama.pdf](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6402/(3)Gama.pdf)
- [2] Revista ARQHYS. 2012, 12. Adobe. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Obtenido 07, 2017, de <http://www.arqhys.com/arquitectura/adobe.html>.
- [3] Martín Torres Eugenio. (2001) El Beneficio de la Plata en Guanajuato 1686-1740. (1st ed.) México. Edición: Presidencia Municipal de Gto. Pag. XVIII.
- [4] Ruiz Sibaja Alejandro. (Febrero 2015) Caracterización Mecánica de Piezas de Adobe. Revista digital de la Universidad Autónoma de Chiapas, Vol. IV, (Núm. 7) pag.143-144. Recuperado de: [http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/hum7/Caracterizacion\\_mecanica\\_de\\_piezas\\_de\\_adobe\\_fabricado\\_en\\_la\\_region\\_de\\_Tuxtla\\_Gutierrez.php](http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/hum7/Caracterizacion_mecanica_de_piezas_de_adobe_fabricado_en_la_region_de_Tuxtla_Gutierrez.php)
- [5] Características generales del adobe como material de construcción. Eco Sur-La red para el hábitat económico y ecológico. Obtenido de: <http://www.ecosur.org/index.php/ecomateriales/adobe/43-caracteristicas-generales-del-adobe-como-material-de-construccion>
- [6] Línea y Salud > Salud > Medio ambiente > Metales pesados peligrosos. Recuperado de: <http://www.lineaysalud.com/salud/medio-ambiente/metales-pesa>

**Tabla 1: Características físicas, químicas y mecánicas de las muestras de adobes estudiadas.**

Monumento	Características estructurales	Forma de ladrillos de adobe
<p><b>Hacienda San Juan Nepomuceno. Siglo XVIII.</b></p>  <p>Coordinate: 14O 0262431 - 2323975</p>	<p><b>Características físicas.</b> Granulometría: limo de baja comprensibilidad. Grava: 0.41%... Arena: 20.10%... Arcilla silvestre 79.49%... Peso: 870 gr... Densidad: 2.10 gr/cm<sup>3</sup>... Porosidad: 50.74% Contenido orgánico: 8.96% Contenido de humedad: 1.85%</p>	<p><b>Características mecánicas.</b> Resistencia a la compresión simple: 4.32 Kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Características químicas.</b> ICP-MS: No presenta altos valores de ningún metal comparado con otras muestras de adobe estudiadas. XRF: No presenta altos valores de ningún elemento comparado con otras muestras de adobe estudiadas.</p> 
<p><b>Hacienda Purísima. Siglo XVIII</b></p>  <p>Coordinate: 14O 0262949-2324305</p>	<p><b>Características físicas</b> Granulometría: limo de baja comprensibilidad. Grava: 0.83% _ Arena: 14.68% _ Arcilla silvestre: 84.49% _ Peso: 674.50gr _ Densidad: 2.21gr/cm<sup>3</sup> _ Porosidad: 52.35% _ Contenido orgánico: 9.15% _ Contenido de humedad: 2.60%</p>	<p><b>Características mecánicas.</b> Resistencia a la compresión simple: 9.61 Kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Características químicas</b> ICP-MS: presenta altos valores en Th XRF: presenta altos valores en Ca, y Cu.</p> 
<p><b>Hacienda San Clemente. Siglo XVII.</b></p> 	<p><b>Características físicas.</b> Granulometría: limo de baja comprensibilidad. _ Grava: 2.05% _ Arena: 10.01% _ Arcilla silvestre: 87.94% _ Peso: 799 gr _ Densidad: 2.37gr/cm<sup>3</sup> _ Porosidad: 53.76 % _ Contenido orgánico: 7.18% Contenido de humedad: 2.18%</p>	<p><b>Características mecánicas.</b> Resistencia a la compresión simple: 7.11Kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Características químicas.</b> ICP-MS: presenta altos valores en Cu, Zn, and Pb. XRF: presenta altos valores en Al, Ti, Fe, and Sr.</p> 
<p><b>Hacienda Nuestra Señora de Guadalupe (de Durán). Siglo XVII.</b></p> 	<p><b>Características físicas.</b> Granulometría: limo de baja comprensibilidad. _ Grava: 0.25% _ Arena: 17.87% Arcilla silvestre: 81.87% _ Peso: 697.05gr _ Densidad: 2.05gr/cm<sup>3</sup> _ Porosidad: 49.47% _ Contenido orgánico: 5.21% _ Contenido de humedad: 1.90%</p>	<p><b>Características mecánicas.</b> Resistencia a la compresión simple: 5.48 Kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Características químicas</b> ICP-MS: Presenta altos valores en Be _ XRF: Presenta altos valores en Mn</p> 
<p><b>Hacienda San Jerónimo o Gutiérrez (Capetillo). Siglo XVIII.</b></p> 	<p><b>Características físicas.</b> Granulometría: limo de baja comprensibilidad. _ Grava: 3.43% _ Arena: 23.12% _ Arcilla silvestre: 73.45% _ Peso: 455gr _ Densidad: 2.02gr/cm<sup>3</sup> _ Porosidad: 51.64% _ Contenido orgánico: 19.20% _ Contenido de humedad: 3.90%</p>	<p><b>Características mecánicas.</b> Resistencia a la compresión simple: 5.44 Kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Características químicas.</b> ICP-MS: presenta altos valores en Ni, Co, Sb, and Cr. XRF: presenta altos valores en P, Cr, As, Se, Br, Ag, Sb, and Hg.</p> 
<p><b>Hacienda Rayas. Siglo XVII</b></p> 	<p><b>Características físicas.</b> Granulometría: limo de baja comprensibilidad. Grava: 3.95% Arena: 22.69% _ Arcilla silvestre: 73.36% Peso: 749.50gr Densidad: 15gr/cm<sup>3</sup> Porosidad: 50.64% Contenido orgánico: 15.60% _ Contenido de humedad: 2.29%</p>	<p><b>Características mecánicas.</b> Resistencia a la compresión simple: 13.67 Kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Características químicas.</b> ICP-MS: no presenta altos valores de ningún metal comparado con otras muestras de adobes. XRF: presenta altos valores en Si, y K.</p> 