

INVENTARIO DE CANTERAS EN EL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO

Aguirre Manzano, Lizeth (1), Puy Y Alquiza, María Jesús (2)

1 [Nivel Medio Superior, Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato] | [lizgarp91@gmail.com]

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

Resumen

Durante varios años la roca de cantera en la ciudad de Guanajuato ha sido considerada como uno de los mejores materiales en lo que a construcción se refiere y por ello se han construido grandes edificios que con el tiempo se han desgastado, por lo que es inminente una restauración, pero para ello es necesario conocer este material, su estructura (física y química) y sus propiedades. Lo que propone este proyecto es la elaboración de un inventario de canteras, cuya función es realizar un registro adecuado de la roca, para ello es necesario pasar por varias etapas, desde la obtención y registro de muestras; elaboración de láminas delgadas para analizarlas en el microscopio y observar su estructura; análisis mediante DRX y obtener sus fases mineralógicas; obtención y revisión de resultados de los análisis realizados; la investigación de un caso de estudio, que plantea el uso de alguna de las muestras en un edificio de la ciudad; análisis del caso, para ello se la realizaron los análisis y pruebas anteriores; revisión y comparación de los resultados, eso fue para demostrar la compatibilidad entre las muestras, encontrando algunas similitudes entre ellas. Con todo ello podemos lograr una restauración eficiente y generar una base de datos con la caracterización específica de cada muestra de este material.

Abstract

For several years the rock quarry in the city of Guanajuato has been considered as one of the best materials in terms of construction and therefore have built large buildings that over time have worn, so is imminent Restoration, it is necessary to know this material, its structure (physical and chemical) and its properties. What this project proposes is the development of an inventory of quarries, whose function is to make an adequate record of the rock, for it is necessary to go through several stages, from the collection and registration of samples; Elaboration of thin sheets to analyze them in the microscope and to observe their structure; Analysis using XRD and obtaining its mineralogical phases; Obtaining and reviewing the results of the analyzes carried out; The investigation of a case study, which proposes the use of some of the samples in a building of the city; The analysis of the case, for which the previous analyzes and tests were carried out; Revision and comparison of the results, that was to demonstrate the compatibility between the samples, finding some similarities between them. With all this we can achieve an efficient restoration and generate a database with the specific characterization of each sample of this material.

Palabras Clave

Canteras; Guanajuato; Construcción y restauración; Mampostería

INTRODUCCIÓN

LA ROCA CANTERA

El término cantera se utiliza para señalar una explotación minera que se hace para obtener diferentes tipos de rocas como mármoles, granitos y piedras calizas, o bien, a una variedad de rocas volcánicas que se utiliza principalmente con fines decorativos. La cantera es un producto natural que ha sido formado a largo de millones de años, cada proyecto que la incluye está garantizado por la naturaleza de ser único, duradero y ecológico. Las canteras son explotaciones de la minería que se llevan a cabo a cielo abierto; *sin* embargo, la composición mineralógica de estas rocas todavía no está bien estudiada.

Los productos obtenidos en las canteras, a diferencia del resto de las explotaciones mineras, no son sometidos a concentración. Toda cantera tiene una vida útil y aunque este tipo de rocas es bastante resistente, requieren de algunos cuidados especiales para que se mantengan en buenas condiciones y que con el tiempo no se desgaste ni dañe rápidamente debido a la humedad y a la erosión producida por el viento.

En la actualidad, la cantera continúa siendo uno de los materiales favoritos en construcción, esto por las propiedades físicas que presenta y que la hacen resistente a los impactos, a la abrasión y al fuego. Además es un tipo de roca es de alto valor estético por las tonalidades que adquiere gracias a los minerales que intervienen en su lenta formación debajo de la superficie terrestre. [1]

Guanajuato una ciudad construida en canteras

La arquitectura en la ciudad de Guanajuato durante el siglo XVIII fue de gran importancia para el desarrollo de la ciudad. Sus principales edificios construidos mediante el uso mayoritariamente en cantera rosa producida a los alrededores de la ciudad, así como sus grandes construcciones han hecho que esta ciudad mágica sea considerada como patrimonio de la humanidad.

Las canteras, al ser materiales completamente naturales y por sus propiedades físicas resultan

una mejor inversión que usar en el ámbito de la construcción, por esta razón se ha utilizado a través de los siglos para recubrir edificaciones importantes e imponentes, como iglesias y capillas, en edificios gubernamentales y en plazas, como lo es en el caso de la ciudad de Guanajuato, la mayor parte de este patrimonio está construido en cantera, sus iglesias como el templo de San Roque y la Compañía; sus “centros de comercio” como el Mercado Hidalgo y no dejemos atrás la Universidad de Guanajuato construida en cantera verde y hasta la fecha muy bien conservada. Pero ya sea en cantera rosa o verde estas edificaciones le brindan un toque único a la ciudad.

- *Principales funciones de nuestro inventario de canteras de Guanajuato*

La restauración y la conservación de los monumentos es una disciplina que requiere la colaboración de todas las ciencias y de todas las técnicas que puedan contribuir al estudio y a la salvaguardia del patrimonio monumental. [2]

Con el paso de años las construcciones se van deteriorando sean o no de materiales naturales, es por ello que es necesario hacer una restauración para compensar todos esos años de maravillarnos la vista, pero como saber cuáles serán los materiales adecuados para estos, que propiedades contienen y lo más importante que correspondan con las características de la roca original. Para ello es sumamente necesario el análisis del material de la parte a restaurar y saber de qué material estamos hablando (en este caso la roca de cantera) sin esto es inútil intentar resolver el problema.

La conservación de monumentos y otros bienes del patrimonio cultural no sólo se realiza en cuanto a la protección integral de sus valores culturales (históricos, estéticos, estilísticos, simbólicos, antropológicos, arquitectónicos o artísticos), sino también, y de manera necesaria, en la conservación de los *materiales* físicos que los conforman.

Las rocas de los edificios y monumentos históricos se ven sometidas a la acción de agentes físicos, químicos y biológicos durante largos periodos de tiempo. El deterioro físico implica la fractura de la roca en pedazos pequeños, sin que existan cambios apreciables dentro las propiedades químicas y mineralógicas. [3]

En nuestros días es innegable el lugar primordial que tiene la investigación científica en el campo de la conservación arquitectónica. Debido a la importancia que en este campo tiene el conservar los materiales originales hasta donde sea posible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de esta investigación fueron utilizadas muestras de las diferentes canteras a los alrededores del municipio de Guanajuato algunas de estas activas y otras inactivas, como La Bufa, Calderones, Campuzano. Además de estas también fueron utilizadas muestras de formación de locoero ubicadas cerca de la Presa de la Olla.

El desarrollo de la investigación se dio de la siguiente manera:

REALIZACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS.

Se elaboraron alrededor de 23 láminas correspondientes a las canteras de Campuzano, La Bufa y Formación de locoero. (IMAGEN 1) Para ello fue necesario utilizar parte de las muestras recolectadas con anterioridad. Las rocas fueron cortadas del tamaño de un porta objetos (IMAGEN 2); pulidas con abrasivos a base de carbón hasta que quedaron sin ninguna imperfección (IMAGEN 3), al igual que los porta objetos (donde serían colocadas); colocadas con un pegamento especial al porta objetos previamente marcado con el nombre de las muestras correspondientes; y finalmente fueron pulidas nuevamente para darles un terminado casi transparente, esto para poder observar la formación de cristales claramente en el microscopio. (IMAGEN 4)



IMAGEN 1: Parte de las muestras para la realización de las láminas



IMAGEN 2: Proceso de cortado de las muestras.



IMAGEN 3: Proceso de pulido de las muestras ya cortadas y los porta objetos.

IMAGEN 4: Parte de las láminas terminadas, listas para llevar al microscopio

PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA DRX (Difracción de Rayos X)

El estudio de difracción de rayos x es importante de elaborar ya que con este podemos ver las fases mineralógicas que contienen nuestras muestras. Se prepararon las muestras, es decir, se tomó un poco de estas para pulverizarlas en un mortero de ágata (IMAGEN 5), para llevarla al laboratorio LICAMM para que aprobara nuestra muestra y realizara el análisis. (IMAGEN 6)



IMAGEN 5: Preparación de una de las muestras antes de ser llevada al difractor de rayos x



IMAGEN 6: Revisión y aprobación de una de las muestras para ser sometidas al difractor de rayos x

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL DRX.

Para finalizar con nuestra investigación sobre las canteras ubicadas en el distrito minero de Guanajuato, se revisaron los resultados, es decir, los difractogramas que salieron del análisis del DRX, para poder conocer los minerales que conforman nuestras rocas. (IMAGEN 7)

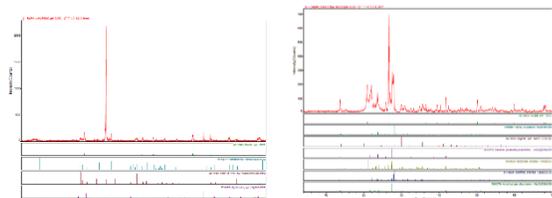


IMAGEN 7: Difractogramas de dos de las muestras analizadas.

ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO

En la recta final de la investigación optamos por realizar un caso de estudio para comprobar nuestros objetivos. En este se eligió la Iglesia de Belén (toda la parte frontal), con el propósito de analizar el tipo de cantera con la que se realizó su fachada, para ello se realizó cada uno de los procedimientos mencionados anteriormente y se compararon los resultados del DRX con los obtenidos de las 23 muestras analizadas; con ello se comprobó la compatibilidad de estas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación, básicamente fueron los análisis de DRX de las muestras y del

caso de estudio en donde se observaron todos los componentes y fases mineralógicas de estas, además de la elaboración de un catálogo de las muestras.

La prueba de compatibilidad del caso de estudio fue la revisión de los resultados arrojados por los análisis realizados durante la investigación, para esto se compararon los difractogramas de todas las muestras y se concluyó que la muestra más compatible es “Calderones-3” con respecto a la muestra de la “Entrada de Belén Iglesia” (IMAGEN 8); mientras que para la muestra “Puerta Belén Antes” no hay muestra compatible, ya que ninguna cantera analizada contiene calcita ni goethita. Por ello solo se realizó una tabla en la cual se registró la información de la única muestra del caso de estudio que tiene elementos compatibles, en ella se muestran los resultados de la revisión de los difractogramas y el porcentaje de compatibilidad. (Tabla 1)

El catalogo al que se hace mención consiste básicamente en la clasificación de las muestras obtenidas y se divide en dos secciones, una de estas mediante su localización; un código de muestra que contiene el nombre de la muestra y el nombre del DRX; su color; fases mineralogías y su uso este es para saber si la roca se utiliza en el interior o exterior de alguna construcción y de esta forma tenga el uso que se le debe de dar. (Tabla 2)

En la segunda sección también es una clasificación de las muestras y esta las clasifica por su localización; su código de muestra, es decir, su nombre; coordenadas (longitud, latitud y altura); su estado, es decir, si esta cativa o inactiva; unidad geológica; tipo de roca; composición mineralógica; clasificación; su método de análisis, que en la mayoría fue DRX; realización de lámina delgada y cobo de la muestra y finalmente por su color. (Tabla 3)

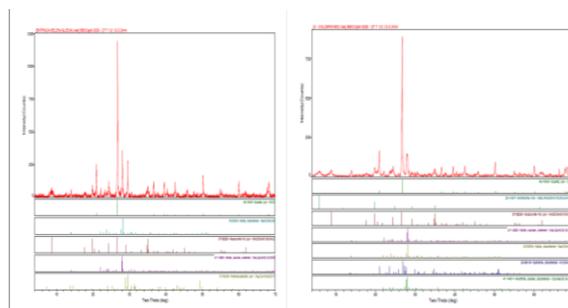


IMAGEN 8: Comparación de los difractogramas de la muestra de la Entrada de Belén Iglesia con la muestra de Calderones-3.

	A	B	C	D
1	CASO DE ESTUDIO 1- Entrada de Belén (iglesia)			
2				
3	Minerales que contiene C-1	Muestras	Minerales compatibles con C-1	Porcentaje de compatibilidad
4	Cuarzo	Campuzano-8	Cuarzo/Albita, disordered	40%
5	Albita, disordered	Conglomerado	Cuarzo/Albita, calcian, ordered	40%
6	Muscovita-M syn	Calderones-1	Cuarzo/Albita, disordered	40%
7	Albita, calcian, ordered	Bufo-1	Cuarzo	20%
8	Arsenoplybasite, syn	Campuzano-1	Cuarzo/Albita, disordered	40%
9		Bufo-1L	Cuarzo/Albita, disordered	40%
10		Bufo-2	Cuarzo/Albita, disordered/Albita, calcian, ordered	60%
11		Calderones-2	Cuarzo/Albita, disordered/Albita, calcian, ordered	60%
12		Calderones-3	Cuarzo/Albita, disordered/Albita, calcian, ordered/Muscovita-M syn	80%
13		Calderones-6	Cuarzo/Muscovita-M syn	40%
14		Campuzano-6	Cuarzo/Albita, calcian, ordered	40%
15		Calderones-7	Cuarzo/Albita, disordered	40%
16		Campuzano-7		0%
17		Bufo-3	Cuarzo/Muscovita-M syn	40%

Tabal 1: Registro de los minerales compatibles entre la muestra de la Entrada de Belén Iglesia con la muestra de Calderones-3

INVENTARIO DE CANTERAS EN EL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO-2A					
LOCALIDAD	CODIGO DE MUESTRA		COLOR	FASES MINERALOGICAS	USO
	CAMPO	DRX			
LA CANTERA	M-1	1-ROJA	ROSA	CUARZO, CRISTOBALITA, SANIDINA, ANORTITA, SANIDINA-K, OPAL-A, TRIDYMITA-O, OMPHACITA, AEGIRINA, ERIONITA-Ca, ANORTITA-Na	INTERIOR

Tabal 2: Parte de la primera sección del catálogo del inventario de canteras.

LOCALIDAD	CODIGO DE MUESTRA	COORDENADAS			ESTADO ACTUAL	UNIDAD GEOLOGICA	TIPO DE ROCA	COMPOSICION MINERALOGICA	CLASIFICACION	METODO DE ANALISIS	LAMINA DESEADA	SERIE DE CURIO	COLOR
		LATITUD	LONGITUD	ALTURA									
LA CANTERA	M-1	19°02'30.00"	101°02'00.00"	2000 m	Activa	Fm. La Bufa(?)	Ignesvolcanica		Rojo	DRX			
C A N T E R A S	CM-1	19°02'30.00"	101°04'00.00"	2000 m	Activa	Fm. La Bufa(?)	Ignesvolcanica	Ca, PARGOLASA, <u>MARTEL</u>	Rojo	DRX	SI	SI	ROSA
	CM-6	19°02'30.00"	101°07'00.00"	2000 m	Activa	Fm. La Bufa(?)	Ignesvolcanica	Ca, UTILES VOLCANICOS, CALCISONA, UTILES CUARZITA, PARGOLASA	Ignisbrinta	DRX	SI	SI	ROSA
	CM-7	19°02'30.00"	101°05'00.00"	2000 m	Activa	Fm. La Bufa(?)	Ignesvolcanica	UTILES CUARZITA, Ca, CON PAJOS DE ALTAIBACION, Ca, CON REESTABILACION DE CALCISONA(?)	Ignisbrinta	DRX	SI	SI	ROSA
	CM-8	19°02'30.00"	101°02'00.00"	2000 m	Activa	Fm. La Bufa(?)	Ignesvolcanica	PARGOLASA, Ca, NORRAL, Ca, VOLCANICOS, UTILES VOLCANICOS, <u>MARTEL</u>	Rojo	DRX	SI	SI	ROSA

Tabal 3: Parte de la segunda sección del catálogo del inventario de canteras.

CONCLUSIONES

La importancia de la realización de inventarios como forma de “base de datos” para la realización de una investigación es una referencia de gran ayuda, sin este punto de partida no sabremos qué es lo que tenemos a nuestro alcance.

Un inventario de canteras es fundamental en la labor de restauración de edificios; con este podemos saber las características específicas de las rocas que queremos sustituir, para de esta forma no ocasionar daños innecesarios a las construcciones históricas que tenemos a nuestro alrededor y así salvaguardar nuestro patrimonio.

Más allá de las soluciones ofrecidas como “mágicas” o genéricas para conservar cualquier

tipo de piedra, es ineludible conocer la naturaleza y características propias del material y la respuesta que dicha naturaleza puede ofrecer al tratamiento que se ha seleccionado. Por tal motivo, es necesario respaldar los tratamientos con investigaciones y estudios serios y exhaustivos y así se, tendrá una mayor seguridad de que las acciones realizadas sean exitosas en la importante tarea de conservar el Patrimonio Cultural Edificado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco por hacer posible la realización de este Investigación a la Dra. María Jesús Puy y Alquiza por su dedicación y la oportunidad que me brindo de adquirir una nueva experiencia en mi vida; también agradezco a Jesús Rene Báez Espinosa y de Cristina Daniela Moncada Aguilar por el apoyo brindado durante la realización de nuestra investigación sin ellos no hubiera sido posible la obtención de nuestros resultados.

REFERENCIAS

[1] Mármoles maga. (2016) ¿Qué es la Cantera? Consultado julio de 2017
Recuperado de <http://www.marmolesmaga.com.mx/que-es-la-cantera/>

[2] Conseil International des Monuments et des Sites, ICOMOS. (1964).
Carta internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y sitios (Carta de Venecia 1964).

[3] Zárraga Nuñez Ramón, Armando Cervantes Jáuregui Jorge, Álvarez
Gasca Dolores Elena, Reyes Zamudio Viridiana y Ma. del Carmen Salazar Hernández (2006). La Investigación Científica en la Conservación de Monumentos de Cantera. Facultad de Química, Arquitectura y Centro de Investigaciones en Química Inorgánica. de la Universidad de Guanajuato.
(Vol. 16 no. 2)