

Diagnóstico de daños medioambientales y antropogénicos en fachadas de piedra “cantera” en inmuebles del Centro Histórico de la Ciudad de Oaxaca

Diagnosis of environmental and anthropogenic damages in stone facades "quarry" in buildings of the Historic Center of the City of Oaxaca

GÓMEZ-BARRANCO, Heidy, LÓPEZ-CALVO, Herwing Zeth, GALERA-ANDREU, Pedro Antonio, DÍAZ-PORRAS, Daniel Fernando y GARCÍA-VÁSQUEZ, C. Jaquelina

ID 1^{er} Autor: *Heidy, Gómez-Barranco*

ID 1^{er} Coautor: *Herwing Zeth, López-Calvo*

ID 2^{do} Coautor: *Pedro Antonio, Galera-Andreu*

ID 3^{er} Coautor: *Daniel Fernando, Díaz-Porras*

ID 4^{to} Coautor: *C. Jaquelina, García-Vásquez*

Resumen

Se describe una investigación desarrollada para diagnosticar las causas medioambientales y/o antropogénicas, de los daños existentes sobre la piedra “cantera” en las fachadas de diversos inmuebles ubicados en el centro histórico de la ciudad de Oaxaca. Los datos fueron recabados para su análisis mediante el empleo de una cédula diseñada de manera específica y determinar su prevalencia de acuerdo con sus fuentes de origen, medioambientales y/o antropogénicas. Dicho instrumento estuvo basado en el glosario ilustrado del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS). La muestra representativa son 64 edificios correspondientes al 15.23% de un total de 975 como lo considera el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Además, se tomaron en cuenta parámetros tales como su sistema constructivo, la orientación del inmueble y su ubicación dentro de un cuadrante particular del centro histórico de la Ciudad. Los resultados mostraron diversos grados de daño prevaleciendo el daño antropogénico.

Introducción

Los edificios que se localizan en el Centro Histórico de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, fue delimitado por decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de marzo de 1976, mismo que comprende una superficie de 252 hectáreas y un total de 458 cuadras declarado por la UNESCO “Patrimonio de la Humanidad” en 1987.

De acuerdo con datos de la dirección de protección civil municipal y gobierno municipal (Municipio de Oaxaca de Juárez, 2017), al menos 174 inmuebles catalogados permanecen en mal estado en el centro histórico de la ciudad de Oaxaca.

Estos edificios construidos en su gran mayoría de piedra cantera, están sometidos a procesos de degradación a lo largo del tiempo, debido a factores naturales y/o antropogénicos, pierden su valor estético e histórico y su integridad estructural; están expuesto a una serie de elementos que condicionan su conservación, debe seguirse investigaciones in situ, teniendo en cuenta criterios científicos, datos históricos y la recopilación de datos sobre el edificio estudiado. (Lourenco, 2006, pp. 239-51)

El Catálogo Nacional de Monumentos Históricos que se encuentra en la Sección de Monumentos Históricos del Centro del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en Oaxaca existe desde el 11 de agosto de 1986 (Jiménez, 2018), en mi punto de vista es un inventario de información; no fue solo una percepción, también lo ha indicado el Dr. José Manuel Chávez Gómez:

Contiene un registro y un directorio de diferentes construcciones, fotografías, una breve descripción del edificio, sus antecedentes históricos, información arquitectónica, planos, el estado de conservación en que está al momento del registro; integra un levantamiento arquitectónico, ubicación geográfica con base en los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y ubicación en el tiempo. (INAH, 2018, p. 2).

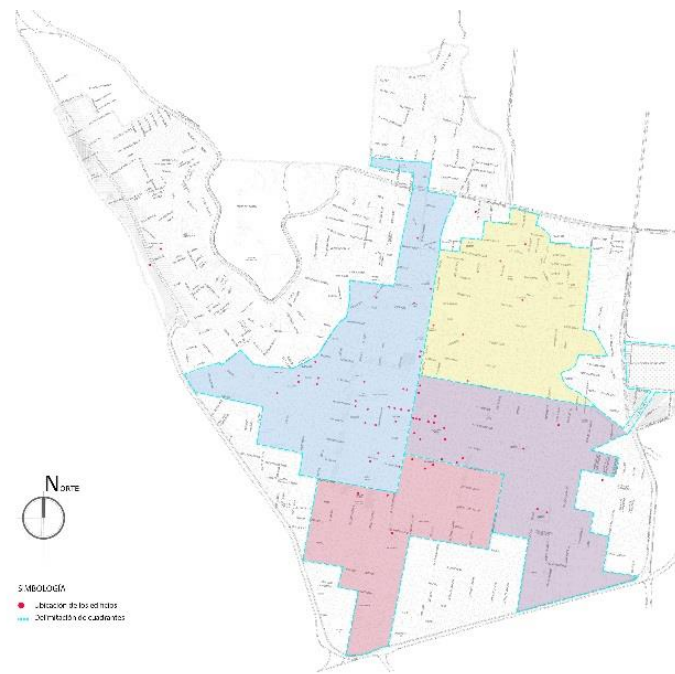
Uno de los catálogos más recientes de la ciudad de Puebla, en 2010, a raíz de los sismos de septiembre de 2017, los catálogos han cobrado importancia y tienen un impacto en la recuperación de las edificaciones (INAH, 2018, p. 2).

La aportación son los datos que fueron recabados para realizar el artículo de investigación, mediante el empleo de una ficha técnica diseñada de manera específica para realizar el levantamiento de los daños y la inspección física de las fachadas y de esta manera sistematizar su clasificación y determinar su prevalencia de acuerdo con sus fuentes de origen.

Descripción del área de estudio

La ciudad de Oaxaca tiene diversas funciones de tipo comercial, habitacional, religioso, cultural y administrativo para el presente estudio se retoma la Carta Urbana de la Dirección General del Centro Histórico del 2014. (Paulin, 2016), situando cuatro cuadrantes (figura 7.1), siendo el área de zona monumentos donde se conservan las edificaciones con mayor valor histórico y patrimonial, perímetro definido por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en 1976.

Figura 7.1 Plano de la ciudad de Oaxaca, de color azul 1er. Cuadrante, color amarillo 2do cuadrante, de color morado 3er. Cuadrante y de color cereza el 4to. Cuadrante. Los puntos de color rojo ubican las fachadas de los edificios



Fuente: Elaboración propia

Las tablas que se presentan a continuación pertenecen a los cuadrantes de los edificios y las calles donde se encuentra la arquitectura en fachada de piedra cantera. (Tabla 7.1, 7.2, 7.3, 7.4).

Tabla 7.1 Edificios y nombre de las calles del centro histórico de la ciudad de Oaxaca del primer cuadrante

Cuadrante I	
Palacio Federal de Oaxaca	Av. Independencia # 709
Banco Santander Serfín	Av. Independencia esq. García vigil # 705
Templo del Ex Marquesado	Francisco I. Madero # 600
Museo de los Pintores Oaxaqueños	Av. Independencia esq. García vigil s/n
Edificio Monte Albán	Gral. Antonio de león # 1
Casa Habitación	Bustamante # 110
Estacionamiento Público	Av. Morelos # 702
Casa Fuerte	Flores Magón esq. Las casas s/n
Templo de San Cosme y San Damián	Av. Independencia esq. J.p. garcía s/n
Templo de San Felipe Neri	Av. Independencia # 407
Escuela Gregorio Torres Qintero	Av. Independencia s/n
Museo de Arte Prehispánico Rufino Tamayo	Av. Morelos # 503
Museo del Ferrocarril	Francisco I. Madero # 511
Templo del Calvario	Martiniano aranda s/n
Instituto de Ciencias y Artes	Av. Independencia esq. Macedonio Alcalá s/n
Casa Habitación y Despacho de Abogado	Av. Morelos # 701
La Hostería de Alcalá Restaurante	Macedonio Alcalá esq. Manuel bravo # 307
Casa Habitación	Callejón de hidalgo # 607
Palacio de Gobierno y Museo	Plaza de la Constitución s/n
La Catedral	Av. Independencia # 700
Escuela Benito Juárez	Macedonio Alcalá # 33
Comercio	20 de noviembre esq. Independencia # 102 y 508
Templo de la Compañía de Jesús	Flores Magón esq. Valerio trujano s/n
Comercios	Hidalgo esq. 20 de noviembre s/n
Ex Convento De San José	M. Aranda s/n, entre av. Independencia y av. Morelos
Parroquia de La Sangre de Cristo	Macedonio Alcalá esq. Manuel Bravo s/n
Palacio Municipal	Plaza de la Danza, entre av. Independencia y av. Morelos s/n
Templo de San José	M. Aranda s/n, entre av. Independencia y av. Morelos
Templo y Ex Convento del Carmen Alto	García Vigil s/n, entre Cosijopi y Leona Vicario
Arcos De Xochimilco	Rufino Tamayo entre la clzda. Niños héroes y Cosijopi s/n
Santuario de Nuestra Señora de La Soledad	Jardín de la soledad, entre av. Independencia y av. Morelos s/n

Fuente: Catalogo de Arquitectura de piedra cantera en fachadas

Tabla 7.2 Edificios y nombre de las calles del centro histórico de la ciudad de Oaxaca del segundo cuadrante

Cuadrante II	
Jardín Etnobotánico	Constitución Esq. Reforma # 501
Templo y Ex Convento de Santo Domingo de Guzmán	Macedonio Alcalá S/N
Archivo Histórico Municipal	Privada De Reforma # 103
Casa Habitación	Murguía # 305
Templo de Nuestra Señora Del Patrocinio	José María Pino Suárez Esq. Calle Zárate S/N
Templo de Guadalupe	Jacobo Dalevuelta S/N
Poder Judicial de La Federación	Av. Juárez Esq. Valentín Gómez Farías # 709

Fuente: *Catálogo de Arquitectura de piedra cantera en fachadas*

Tabla 7.3 Edificios y nombre de las calles del centro histórico de la ciudad de Oaxaca del tercer cuadrante

Cuadrante III	
Facultad de Arquitectura 5 De Mayo	5 De Mayo Esq. Av. Independencia # 100
La Michoacana	Av. Independencia Esq. Armenta Y López # 100
Casa Habitación	Av. Independencia Esq. Dr. Aurelio Valdivieso # 100
Museo Textil	Manuel F. Fiallo Esq. Av. Hidalgo # 917
Restaurante	Av. Hidalgo # 820
Ópticas América	Av. Hidalgo # 817-1
Casa Habitación	Melchor Ocampo # 214
Escuela Basilio Rojas	Vicente Guerrero # 221
Biblioteca Pública Central	Av. Morelos Esq. Macedonio Alcalá # 200
Museo de Arte Contemporáneo	Macedonio Alcalá # 202
Templo y Ex Convento de Nuestra Señora De La Merced	Av. Independencia Esq. Manuel Doblado # 1300
Instituto de Estudios Superiores en Desarrollo Humano	Av. Morelos # 1406
Teatro Macedonio Alcalá	Av Independencia Esq. Armenta Y López # 900
Centro Cultural San Pablo	Av. Hidalgo Esq. M. Fiallo # 907
Casa Habitación	Av. Independencia # 802
Compartamos Banco	Vicente Guerrero # 104
Casa De Leones	Av. Independencia # 800
Casa De Piedra	Vicente Guerrero # 311
Archivo General Del Estado De Oaxaca	Rayón Esq. Santos Degollado # 400
Casa De La Cultura Oaxaqueña Y Casa Cural	González Ortega Esq. Colón # 403
Casa Habitación	Emiliano Zapata S/N

Fuente: *Catálogo de Arquitectura de piedra cantera en fachadas*

Tabla 7.4 Edificios y nombre de las calles del centro histórico de la ciudad de Oaxaca del cuarto cuadrante

Cuadrante IV	
Casa de Cuna	Armenta y López # 305
Templo de San Juan de Dios	20 de noviembre esq. Aldama s/n
Templo de San Francisco de Asís	Dr. Ramón Pardo s/n
Templo de San Agustín	Vicente Guerrero # 213
Fussion Acustic	Aldama # 105

Fuente: *Catálogo de Arquitectura de piedra cantera en fachadas*

Metodología

La investigación de campo se basó en un recorrido de identificación de inmuebles edificados a base de piedra “cantera” ubicados en el plano de la ciudad de Oaxaca de Juárez, se registraron 457 inmuebles en un *Catálogo de Daños en el Patrimonio Arquitectónico en Piedra Cantera*, los edificios constituidos por un porcentaje del 100% construidos por piedra cantera en la composición y estructura de sus fachadas, dándonos un total de 64 edificios; mayor del 50% al 70% de piedra “cantera” un total de 184 edificios y 209 edificios que en su composición contiene cantera en un grado mínimo del 30% o menos de cantera.

Una vez delimitada el área de estudio, se organizó por manzanas, independientemente de ser o no inmuebles catalogados, se registraron todos aquellos edificios visuales constituidos de piedra cantera en sus fachadas.

El objetivo de identificar los principales factores que han promovido el proceso de daños de la cantera a lo largo del período determinado.

Para este propósito se crearon cedulas de información para obtener datos específicos y llevar a cabo la catalogación in situ estableciendo los criterios para identificar los daños de la piedra basándonos en el glosario ilustrado publicado por Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), además de conocer los datos más importantes del inmueble como el de época de construcción, tipo de cantera, uso original y actual. (Véase figura 7.2 y 7.3)

Figura 7.2 y 7.3 Cédula de identificación de Arquitectura de piedra “cantera” en el centro Histórico de la ciudad de Oaxaca

Figura 7.2: Características y Conservación

Elementos	Color de la cantera			
	Verde	Rosa	Amarillo	Otros
Apachites				
Muros				
Rejones				
Columnas				
Pilastros				
Vigas				
Otros				
Baranda perimetral				

Estado de Conservación	Buena	Mala	Regular	Peligrosa
Fachada				
Rejones				
Columnas				
Pilastros				
Columnas				
Vigas				
Otros				

ENTORNO DEL EDIFICIO		Servicios		Vialidad existente	
Ubicación	Pendiente del terreno	Agua	Electricidad	Trotacruces	Pavimento
Distancia a la calle	0 a 10%				
Distancia del lote	11 a 20%				
Accesibilidad	21 a 30%				
Directo de calle	31 a 40%				
Otros	41 a 50%				

Figura 7.3: Localización y Detalles

LOCALIZACIÓN
 Estado: Oaxaca Municipio: Oaxaca de Juárez
 Localidad: Oaxaca de Juárez
 Calle:
 Colonia: Centro Histórico
 Número: C. P. 68 100

IDENTIFICACIÓN

Uso original:	Uso actual:		
Época de construcción:	Siglo:	Año:	Niveles:
Elementos adosados:	Lote:		
Regimen de propiedad:	PUBLICO ()	Privado ()	Federal () Estatal ()
Observaciones:			
Intervenciones:			

Fuente: Elaboración propia

Estas cédulas sirvieron para obtener información y así saber datos de cada daño antropogénico y medio ambiental, y para calibrar usamos un modelo estadístico para cuantificarlas.

Geografía

La ciudad de Oaxaca de Juárez se encuentra en medio de un conjunto de tres valles fluviales localizados entre el Nudo Mixteco, la Sierra Juárez y la Sierra Madre del Sur. La ciudad está rodeada por varias elevaciones, sobresaliendo al norte el cerro de San Felipe del Agua (a 3,500 msnm), la ciudad tiene una elevación de 1594 m sobre el nivel del mar.

El Clima

En la Ciudad de Oaxaca la normal térmica indica que el clima predominante es templado semiseco, con una temperatura media anual que oscila entre 19.5 y 21.27°C, siendo la media anual mínima de 13.23 °C. La humedad relativa máxima corresponde a los meses de noviembre y agosto con el 95%; la humedad mínima se presentó en el mes abril con un 35%, siendo la media anual de 68%La precipitación pluvial media anual varía entre 460 y 720 mm siendo los meses más lluviosos de junio a septiembre.

Eventos Naturales

La mayoría de los datos sobre daños y destrucciones se refieren a los relacionados con la actividad sísmica, ya que una parte considerable del territorio estatal y por consiguiente del municipal, se ubica en zonas de alta a muy alta sismicidad (Figura 7.4). (2017)

Figura 7.4 Regionalización sísmica de la República Mexicana. Zona A: No se tienen reportes de sismos históricos. Zona B: sismicidad intermedia baja. Zona C: sismicidad intermedia alta. Zona D: Sismicidad alta con reportes de grandes sismos históricos. Nótese que el estado de Oaxaca y su capital, se localizan en zonas de alta a muy alta sismicidad



Fuente: SSN (http://www.ssn.unam.mx/website/jsp/region_sismica_mx.jsp)

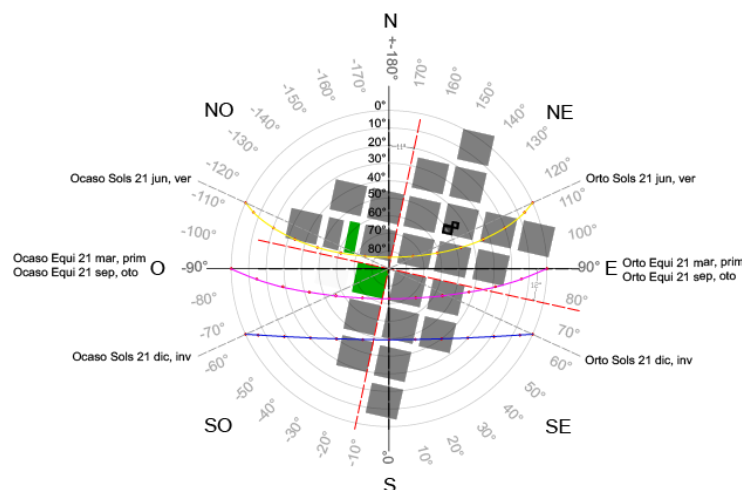
El municipio de Oaxaca de Juárez no solo está expuesto a la actividad sísmica cada año, mensual, diario pues al ser Oaxaca un estado costero, también sufre los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos asociados con la entrada de huracanes y tormentas tropicales, afectando a la ciudad las precipitaciones pluviales extremas.

La velocidad del viento que el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de Oaxaca, en la terminal CEDART tiene en promedio vientos de 5.4 m/s que cruzan a través de la Ciudad. De acuerdo con el monitoreo realizado en la vialidad de las unidades de análisis se tiene lo siguiente: las corrientes de viento obtenidas con anemómetro digital AMPROBE, marca TMA-21HW, modelo Hot Wire a una altura escala humana (1.80 m.sn.p.t.) sobre las unidades de análisis en calles con sentido norte-sur en promedio presentan 4.50 m/s, mientras que el promedio de las calles con sentido oriente-poniente en promedio es de 4.00 m/s.

Traza de la ciudad con respecto a la gráfica solar

La traza urbana de la ciudad de Oaxaca está orientada hacia la salida y la puesta del sol en ciertas fechas del calendario solar y orientación astronómica (Galindo Trejo, 2008) en el modelo de la trayectoria solar (ver figura 7.5) la ciudad de Oaxaca se encuentra a 11° al noreste y los vientos dominantes es influenciado por tres flujos eólicos predominantes: un viento de noreste a norte de octubre a febrero, un viento del este de marzo a mayo, y un viento alisio de junio a septiembre (Elliot, D. M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller y R. George., 2004).

Figura 7.5 Orientación de la ciudad con respecto a la rosa de los vientos



Fuente: Los autores

Desarrollo

La piedra expuesta en cualquier ambiente natural experimenta un rango de superposición ciclos de temperatura. Puede haber una relación secular con posibles cambios climáticos, estacionales debido a las variaciones de la declinación solar durante el año, o diurna.

Por otra parte, a corto plazo las fluctuaciones de temperatura debido al viento y la cubierta de nubes se superponen los diurnos ciclos (Jenkins, K.A. y Smith, B.J., 1990). (Hall, K. y André. M.F., 2003) (Halsey, D.P., Mitchell, D.J. y Dews, S.J., 1998). A largo plazo las fluctuaciones penetran más profundamente en la piedra y tienen tasas lentas de cambio, que permiten a la piedra alcanzar estados de equilibrio progresivo sin dinámica importante.

La identificación de daños de estos 64 inmuebles se presenta a nivel fachada, pues es difícil lograr una memoria del interior de los inmuebles por la dificultad que implica lograr el acceso a cada uno de ellos.

Una vez concentrados los datos obtenidos se procedió a la síntesis de la información, sin embargo, cada edificio tiene sus particularidades, el tipo de cantera con el que fue construido, así como su época de construcción influye directamente en sus procesos de deterioro.

Análisis y Discusión

El levantamiento in situ fue realizado en los meses de octubre de 2017 a marzo de 2018, encontrando los diferentes tipos de daño que se presentan en la catalogación, ejemplo de estos daños como lo demuestran las siguientes imágenes (ver figura 7.6).

Figura 7.6 Diferentes tipos de daños que se presentan en la Arquitectura de Piedra Cantera en la Ciudad de Oaxaca, ejemplo presentado el edificio del Instituto de Ciencias y Artes, ubicado en Av. Independencia esquina Macedonio Alcalá S/N



Fuente: Elaboración propia

El glosario ilustrado publicado por el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) describe las familias y los tipos de daños en las edificaciones a base de piedra.

Este tipo de familias en el glosario no se clasifican por daños medio ambiental como lo indica La Organización de las Naciones Unidas (ONU) destaca como culpables la contaminación y el efecto invernadero a las ciudades, ya que ocupan el 2 por ciento del territorio mundial y producen el 70 por ciento de los gases contaminantes que perjudican al bienestar y los seres vivos; y los daños antropogénicos producidos por los humanos, a nuestra humilde opinión con dicha información clasificamos los daños en medio ambiental y antropogénico. (Figuras 7.7 y 7.8).

Figura 7.7 Grupos de familias en el daño Medio Ambiental

Daño Medio Ambiental

ALTERACIONES CROMÁTICAS Y DEPOSITOS				
	OESTE	NORTE	ESTE	SUR
BRILLO SUPERFICIAL	0	1	0	0
COLORACIÓN	29	22	19	15
COSTRA NEGRA	27	36	35	54
DECOLORACIÓN	35	30	37	48
DEPÓSITO	3	2	3	2
EFLORESCENCIA	2	10	3	7
MANCHA DE HUMEDAD	31	39	37	45
PÁTINA	18	13	8	9
PÁTINA DE OXALATO	8	7	14	23
PÁTINAFERRUGINOSA	5	5	2	7
PELÍCULA PICTÓRICA	2	6	8	7
TINCIÓN	1	7	2	2
TOTALES	161	178	168	219

COLONIZACIÓN BIOLÓGICA				
	OESTE	NORTE	ESTE	SUR
ALGAS	0	1	1	0
BIOCOLONIZACIÓN	1	0	0	0
COLONIZACIÓN BIOLÓGICA	1	2	0	0
LIQUEN	11	8	6	8
MUSGO	0	0	1	0
PLANTAS	2	6	1	5
TOTALES	15	17	9	13

DESPRENDIMIENTOS				
	OESTE	NORTE	ESTE	SUR
ARENIZACIÓN	2	2	0	4
DESCAMACIÓN	0	3	3	2
DESCAMACIÓN PERIMETRAL	4	16	5	3
DESCONCHADURA	49	46	31	46
DESLAMINACIÓN	16	8	6	11
DESMENUZAMIENTO	0	1	0	2
DESPLACACIÓN	2	0	1	1
DISGREGACIÓN	1	2	5	0
DISGREGACIÓN SACAROIDEA	2	3	2	8
DISYUNCIÓN DE PELÍCULA	0	1	0	1
ESTALLIDO	0	0	0	2
EXFOLIACIÓN	0	0	1	0
FRAGMENTACIÓN	15	11	9	12
FRAGMENTACIÓN EN ESQUIRLAS	0	0	2	3
MICRODESCAMACIÓN	15	28	15	14
PULVERIZACIÓN	0	0	1	0
TOTALES	106	121	80	110

GRIETAS Y DEFORMACIONES				
	OESTE	NORTE	ESTE	SUR
3 CRAQUELADO	0	0	1	2
FISURA	25	24	15	29
FRACTURA	6	4	2	4
TOTALES	31	28	18	35

Fuente: Elaboración propia

Figura 7.8 Grupos de familias en el daño Antropogénico

Daño Antropogenico

FORMAS INDUCIDAS POR PÉRDIDA DE MATERIAL				
	OESTE	NORTE	ESTE	SUR
ABRASIÓN	0	3	3	4
ALVEOLIZACIÓN	46	51	33	66
CRATERIZACIÓN	1	0	0	0
DAÑO POR IMPACTO	0	1	0	0
EROSIÓN	1	0	0	1
EROSIÓN DIFERENCIAL	17	14	20	12
EXCORIACIÓN	3	9	4	11
FALTANTE	0	1	0	2
HUECO	1	0	4	1
MICROKARSTIFICACIÓN	0	1	0	1
PÉRDIDA DE MATRIZ	0	1	0	3
PERFORACIÓN	16	29	20	15
PITTING	8	3	4	6
REDONDEAMIENTO	0	0	0	1
ENMUGRECIMIENTO	70	80	54	58
GRAFITTI	8	9	11	13
REPICADO	0	4	1	0
TOTALES	171	206	154	194

Fuente: Elaboración propia

Los daños observados y esperados en las fachadas dependiendo de las orientaciones de las edificaciones encontramos 2034 de ellos, dependiendo de las familias del glosario ilustrado del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS).

Para realizar el análisis entre dos variables cualitativas con el test chi cuadrado, también conocido como ji cuadrada de asociación en R V. 3.3.1, de los daños encontrados en cada una de las fachadas. Se propone, a partir de la tabla de valores observados una tabla de valores esperados, mediante la multiplicación del total de frecuencias el daño multiplicado por el total de daños en una fachada y dividido entre el total de daños de todas las fachadas. Después se miden las discrepancias entre la frecuencia observada y la frecuencia esperada por cada una de las casillas a partir de la siguiente fórmula:

$$X^2_{\text{exp}} = \sum \frac{(f_{ij} - fe_{ij})^2}{fe_{ij}}$$

Se realizó la sumatoria de todos los resultados que se obtuvieron por casilla, y lo que se obtuvo al final “valor experimental”. Los daños que se presentan dependiendo de la orientación y los datos observados se tienen dos variables:

H0: “Los daños observados son independientes de la orientación”

H1: “Los daños observados dependen de la orientación”.

Por lo que se rechaza H0. (Ver tabla 7.5)

Tabla 7.5 Daños en las fachadas observados conforme a las 5 familias compuestas del glosario ilustrado del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS)

Daños observados en las fachadas					
	Oeste	Norte	Este	Sur	Total
Grietas y deformaciones	31	28	18	35	112
Desprendimientos	106	121	80	110	417
Formas inducidas por pérdida de material	93	117	89	123	422
Alteraciones cromáticas y depositos	239	267	233	290	1029
Colonización biológica	15	17	9	13	54
Total	484	550	429	571	2034

Esperados					
	Oeste	Norte	Este	Sur	Total
Grietas y deformaciones	26.651	30.2852	23.6224	31.4415	112
Desprendimientos	99.227	112.758	87.9513	117.063	417
Formas inducidas por pérdida de material	100.42	114.11	89.0059	118.467	422
Alteraciones cromáticas y depositos	244.86	278.245	.031	288.869	1029
Colonización biológica	12.85	14.6018	11.3894	15.1593	54
Total	484	550	429	571	2034

Con esos mismos datos y ahora con la diferencia de conocer los daños medio ambiental y antropogénicos encontramos los daños observados. (ver tabla 7.6).

Tabla 7.6 Daños en las fachadas observados medio ambiental y antropogénicos

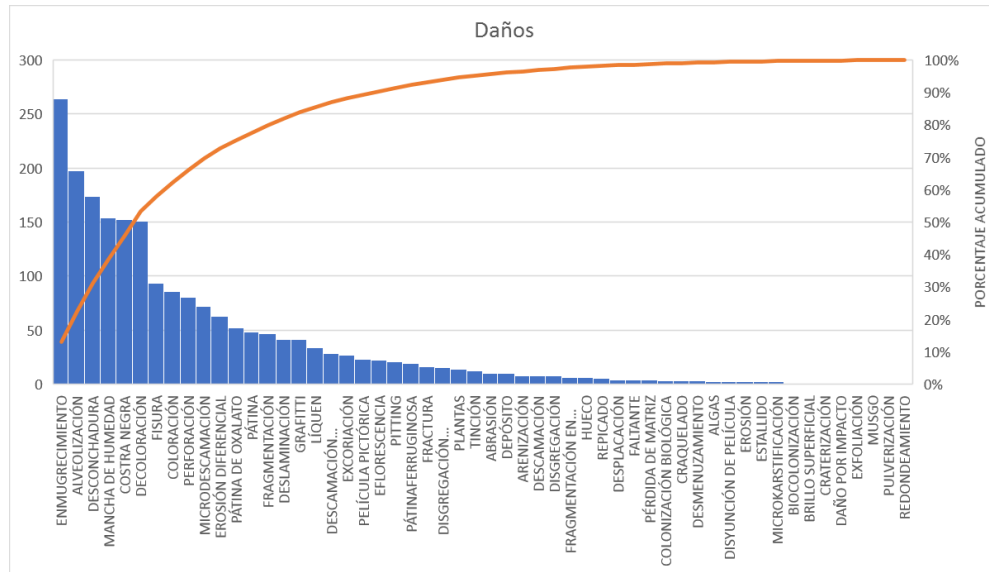
Observados					
Daño	Oeste	Norte	Este	Sur	Total
Medio ambiental	313	344	275	377	1309
Antropogénicos	171	206	154	194	725
Total	484	550	429	571	2034

Los tipos de daños que se presentó con mayor frecuencia es el enmugrecimiento, es el daño que más prevalece en las fachadas y depende estrechamente por las orientaciones de los edificios y se encuentra de piso al rodapié de la edificación o una altura de 50 cms, seguido de la desconchadura, costra negra, fisura; los líquenes se decoloran y se adhieren fuertemente a la superficie de las piedras de la pared, algunos fachadas y columnas.

Las colonizaciones biológicas ocurren principalmente en los lados del noroeste protegidos del sol. Las alveolizaciones es el segundo tipo de daño más común que aparece como un desgaste diferencial con la formación de cavidades centimetradas en algunas columnas y piedras de pared.

Además de la decoloración casi blanca debida a líquenes, la coloración roja afecta a algunas piedras angulares. La deslaminación y las pátinas se observaron principalmente en las superficies de la orientación de oriente, sometidas a vientos secos. Estos patrones de deterioro son más dañinos para las piedras que los anteriores afectando así las fachadas. (Figura 7.9)

Figura 7.9 Frecuencia de daños en la piedra general



Fuente: Elaboración propia

Las variables que se presentan son: (Ver tabla 7.6)

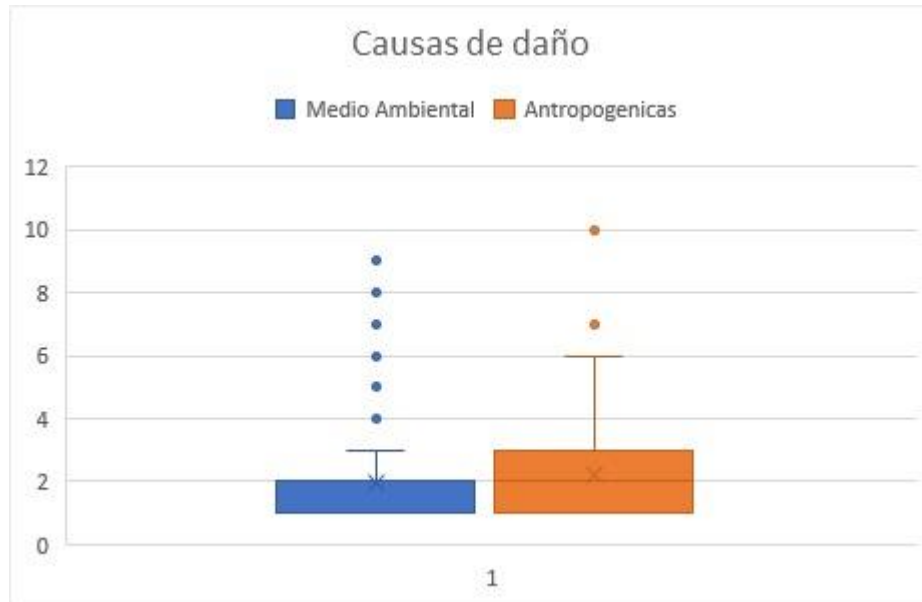
HO: No existen diferencias significativas entre número promedio de daños ambientales y antropogénicos.

HA: Existe una diferencia significativa entre el número promedio de daños ambientales y antropogénicos.

Tabla 7.7 Prueba t para dos muestras suponiendo valores desiguales

	Medio Ambiental <i>Variable 1</i>	Antropogénico <i>Variable 2</i>
Media	1.936764706	2.229357798
Varianza	1.823683185	2.373614003
Observaciones	680	327
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	574	
Estadístico t	-2.93	
P(T<=t) una cola	0.001736378	
Valor crítico de t (una cola)	1.647512593	
P(T<=t) dos colas	0.003472755	
Valor crítico de t (dos colas)	1.964105441	

Las causas de daños que se presentan con mayor frecuencia son los antropogénicos, siendo el hombre el que más daño hace a los edificios, se rechaza la hipótesis HA, siendo no menos importante los daños medios ambientales más frecuentes en las edificaciones. (ver figura 7.10).

Figura 7.10 Frecuencia de daños medio ambientales y antropogénicas

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La piedra puede considerarse como el material de construcción más importante a lo largo de la historia de la arquitectura. El trabajo in situ realizado generó una base de datos con la cual se analizaron los daños en las fachadas de piedra cantera en cuadrantes del Centro Histórico de la Ciudad de Oaxaca, es debido a la contaminación ambiental y principalmente al hombre (daños antropogénicos) una manera de expresión de diversas manifestaciones culturales, políticas y sociales, que consideran dicho espacio como público como vía de llegar a los demás, es el graffiti, las perforaciones a la piedra, llevando a un enmugrecimiento.

El material utilizado en los pavimentos es otro de los factores urbanos que puede influir para que se presente la acumulación de humedades en las fachadas principales de acuerdo con el porcentaje de absorción de humedad de la piedra.

Los fenómenos medio ambientales principalmente la quema de combustible que originan los medios de transporte, hacen que muchas fachadas presenten pátinas; y manchas de humedad ocasionadas por la escorrentía de la lluvia. La ciudad de Oaxaca siendo un lugar sísmico presenta daños como fisuras (Oeste) y fragmentaciones en fachadas (Norte, Este y Sur). En las fachadas Este y Norte presentan la erosión diferencial causada por la lluvia, el viento y salinidad, así como por la acción del hombre. En las fachadas Norte, se contemplan mayor concentración de humedad debido a que por la geometría de la fachada y la orientación se encuentra expuesta a la sombra la mayor parte del día, lo cual propicia el crecimiento biológico de plantas (biocolonizaciones). En las fachadas Este y Oeste, los daños que en mayor porcentaje reciben la mayor concentración de calor y tienen mayor decoloración en las fachadas. La altura de la humedad de acuerdo con el monitoreo realizado en las fachadas con sentido norte-sur en promedio es de 0.50 m y de 1.00 m, mientras que el promedio de las calles con sentido oriente-poniente en promedio es de 1.50 m.

La orientación de las fachadas principales en combinación con otros factores como el asoleamiento, la precipitación pluvial y los vientos dominantes son algunos de los elementos que intervienen para que se presenten procesos acelerados de deterioro y daño a la piedra. Las costras negras se encuentran en todas las fachadas de los edificios, se alojan principalmente en las zonas más resguardadas del sol y la lluvia ácida.

El flujo vehicular, la acumulación vehicular, así como la aceleración y desaceleración de los automotores sobre las arterias viales son un medio para la concentración de contaminantes dentro del tejido urbano de la ciudad.

Este catálogo de información debe ser actualizado cada 6 meses, por las diferentes manifestaciones culturales, sociales, fenómenos naturales extrínsecos (vista in situ), que suceden en la ciudad, debe ser recopilada dicha información para preservarla y cuidarla. Un edificio está expuesto a una serie de elementos que condicionan su conservación. El conocimiento de las alteraciones que afectan a los edificios, permitirá saber cuáles son las medidas que se deben tomar para remediar las afectaciones que han sufrido el material y poder prolongar el buen estado del inmueble. Para esto, los deterioro o daños en los inmuebles, proporciona información de mucho valor en el sentido de conocer cuáles son aquellos agentes que más afectan a los inmuebles y tomar medidas preventivas o correctivas acerca de su conservación.

Retomo una clara afirmación del Dr. Carlos Lira Vásquez en su libro “Arquitectura y sociedad” Oaxaca rumbo a la modernidad 1790-1910, menciona que los funcionarios de la ciudad reconstruyeron y embellecieron muchos de los edificios y espacios públicos de la ciudad que atraen a turistas. La construcción de la modernidad dependió, en gran medida, de su representación o “puesta en escena” de la realidad.

Referencias

Libro

- Burgoa, F. d.,
1989. Palestra Historial. 3 ed. México: Porrúa.
- Galindo Trejo, J.,
2008. Calendario y Orientación astronómica: una práctica ancestral en Oaxaca Prehispánica, en la pintura mural prehispánica en México.. Beatriz de la Fuente ed. Mexico: Instituto de Investigaciones Estéticas. UNAM.
- Gay, J. F.,
2000. Historia de Oaxaca. México: Porrúa.

Artículos de Revistas

- Elliot, D. M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller y R. George.,
2004. Atlas de recursos eólicos del Estado de Oaxaca.. USA: Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL). Trad. Winrock International..
- Hall, K. y André. M.F.,,
2003. Rock thermal data at the gran scale: applicability to granular disintegration in cold environments.. s.l.:Earth Surface Processes and Landforms.
- Halsey, D.P., Mitchell, D.J. y Dews, S.J.,
1998. Influence of climatically induced cycles in physical weathering.. s.l.:Quarterly Journal of Engineering Geology.
- Jenkins, K.A. y Smith, B.J.,,
1990. Daytime rock surface temperature variability and its implications for mechanical rock wathering: Tenerife, Canary Islands.. Catena: s.n.
- Lourenco, P.,
2006. Recommendations for restoration of ancient buildings and the survival of a masonry chimney. Constr. Build. Mater. 20, pp. 239-251.

Documentos electronicos

2018. INAH,. <http://www.inah.gob.mx>, Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
2017. Mexico, S. S. N. d.,. Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México. [En línea]
2018. Available at: (http://www.ssn.unam.mx/website/jsp/region_sismica_mx.jsp).
2017. Municipio de Oaxaca de Juárez,. www.municipiodeoaxaca.gob.mx. [En línea]
2017. Available at: <https://www.municipiodeoaxaca.gob.mx/municipio-de-oaxaca/prensa/evaluan-danos-por-sismo-de-6-1-grad0s-en-la-capital-oaxaquena>
[Último acceso: 24 SEPTIEMBRE 2017]
2011. Rodríguez Elizarrarás, S.,. Atlas de riesgos del municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, Oaxaca de Juarez: UNAM.
- 2017.UNAM,. www.ssn.unam.mx. [En línea]
- Available at: <http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/mapas-de-sismicidad-anual/>

Entrevistas

Jiménez, C. A.,

2018. Encargada del Catalogo Nacional en Oaxaca [Entrevista] (25 03 2018).

Paulin, V. A.,

2016. Directora del Centro Histórico y Patrimonio Edificado de la Ciudad de Oaxaca de Juárez [Entrevista] (11 10 2016).

Tesis de Maestría

Velázquez Sánchez, R. M.,

1995. Los árboles de las áreas verdes del centro de la ciudad de Oaxaca de Juárez.. Xoxocotlán, Oaxaca: (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca.