

# Elaboración de la ficha técnica de una ladrillera de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla, que cumpla con la Norma Mexicana (NMX-C-404)

Gafenha, Emiliano

2022-12-02

---

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/5593>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# Elaboración de la ficha técnica de una ladrillera de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla, que cumpla con la Norma Mexicana (NMX-C-404)

Espinosa Herrera Nicole Rachell (tercer semestre en Ingeniería Civil)<sup>1</sup>, Gafenha José Emiliano (tercer semestre en Ingeniería Civil)<sup>1</sup>, Vázquez Avilés José Francisco (tercer semestre en Ingeniería Civil)<sup>1, \*</sup>, Zárate García Kennett (tercer semestre en Ingeniería Civil)<sup>1</sup>, Cantú Hernández Francisco Antonio (profesor responsable)<sup>1</sup>, Figueras Corte Miguel Ángel. (profesor asesor)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México

## Resumen

El objetivo de esta investigación es elaborar una ficha técnica de una ladrillera de la comunidad de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla, que cumpla con la norma NMX-C-404, ya que los fabricantes no cuentan con un documento que especifique las características principales de su producto. Necesitan un grupo de personas para elaborar este documento con el fin de que cuando se acerquen los ingenieros o arquitectos a comprar sus ladrillos, ellos les enseñen el papel que acredita la calidad de sus ladrillos. Para elaborar la ficha técnica, se investigó su contenido y se realizaron tres pruebas, las cuales son, resistencia a compresión simple, porcentaje de absorción total y verificar sus dimensiones. Para cada una de las pruebas se utilizaron 3 muestras y cada muestra estuvo compuesta por 3 ladrillos. Se organizaron los resultados obtenidos en tablas y se compararon con lo que pide la norma.

Los resultados de las pruebas muestran que los ladrillos artesanales de San Matías Cocoyotla cumplen con la norma NMX-C-404, ya que los ladrillos tienen una resistencia mínima de 92 kg/cm<sup>2</sup>, tienen un porcentaje de absorción menor al 23% que es lo que establece la norma, y por último cumplen con las dimensiones que establece la misma las cuales son 5 cm de alto, 10 cm de ancho y 19 cm de largo. En conclusión, los ladrillos de esta comunidad pueden utilizarse en cualquier proyecto de construcción, ya que son de excelente calidad.

**Palabras clave:** ladrillos, pruebas, ficha, norma.

**\*Autor Corresponsal:** josefrancisco.vazquez@iberopuebla.mx

## Introducción

San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla, es una zona que tiene un gran privilegio en la obtención de arcilla, barro y arena, porque cumplen como materia prima en la elaboración de ladrillos, y es por ello que desde 1908, la comunidad se ha dedicado a realizarlo de manera artesanal. La producción de ladrillos en San Pedro Cholula, Puebla, tiene raíces prehispánicas, específicamente en el antiguo barrio, ahora el pueblo de San Matías Cocoyotla en donde antiguamente se producía cerámica y adobes. Desde sus principios la industria ladrillera moderna empezó a expandirse de manera exponencial, sin embargo, no centraron sus esfuerzos en industrializar el proceso, por lo que su elaboración se mantuvo artesanal [1].

Los ladrillos a lo largo de la historia han sido utilizados para construir diferentes edificaciones gracias a las propiedades que tienen. Hace más de 9000 años en Palestina se comenzaron a elaborar los primeros ladrillos de adobe. Con el tiempo el ladrillo ha ido evolucionando, sus dimensiones y sus métodos de elaboración han cambiado. Actualmente, el ladrillo sigue siendo muy utilizado, debido a que este es un material económico y fácil de usar. Se puede definir a un ladrillo como una piedra artificial de forma geométrica, producida a partir de la propiedad plástica de la materia prima empleada, la arcilla, que, al modelarse con agua, una vez seca y tras su posterior cocción, adquiere una gran dureza y resistencia [2].

Existen varios materiales para producir ladrillos. Los tabiques de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula,

Puebla, se producen principalmente con arcilla, arena y barro [1].

La arcilla es una partícula sólida con diámetro menor de 0.005 mm que al ser mezclada con agua tiene la propiedad de volverse plástica, dúctil y maleable. Está compuesta por un grupo de minerales de aluminio-silicatos que están formados por la descomposición de minerales de las rocas feldespáticas, por ejemplo, el granito [3].

La arena es un conjunto de fragmentos de rocas disgregados. Es considerada como un agregado fino, ya que se utiliza para fabricar mortero, concreto y hormigón [3].

El barro es una mezcla de arena y agua, siendo uno de los materiales de construcción más antiguos de la humanidad [3].

Para elaborar ladrillos de arcilla, arena y barro, es el mismo proceso, lo único que cambia es la materia prima con la que se fabrica el tabique. Este proceso tiene seis etapas, que son las siguientes [3].

La primera etapa es la extracción de la materia prima, después de ser extraída, esta es mezclada con agua, porque cuando el componente principal está hidratado brinda a la mezcla la plasticidad necesaria para moldear el ladrillo [3].

La segunda etapa es el moldeo, se utiliza un molde de madera, el cual tiene una forma rectangular y 8 espacios huecos. La persona realiza a mano este proceso colocando la mezcla en el molde, cada molde es polveado con arena en la parte interior para impedir que la mezcla se adhiera al molde [3].

La tercera etapa es el secado, una vez que la mezcla ya tenga la forma de un ladrillo, esta es expuesta al sol

aproximadamente un día o dos, el proceso de secado concluye apilando los tabiques, verticalmente y en forma cruzada, para asegurar un secado uniforme [3].

La cuarta etapa es el horneado de ladrillos, implica cocer los tabiques utilizando una variedad de combustibles para brindar la temperatura correcta y estos puedan alcanzar la dureza y su color característico que es el rojo [3].

La quinta etapa es el armado del horno, para armar el horno se acomodan los ladrillos en forma de pirámide, para que el fuego se pueda distribuir adecuadamente y las altas temperaturas lleguen homogéneamente a todos y cada uno de los ladrillos blanqueados para su quema o cocimiento [3]. La última etapa es la descarga del horno. Una vez que el horno se enfrió, se quitan los ladrillos, se colocan en camiones de carga, para ser transportados al lugar donde los vayan a utilizar para construir una edificación [3].

Las características físicas de los ladrillos son sus dimensiones, pesos volumétricos, porcentaje de absorción, etc. La característica mecánica de los ladrillos es su resistencia. En este proyecto se realizará la prueba de resistencia a compresión simple, la prueba de absorción y se verifican las dimensiones de los tabiques elaborados en San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla [4].

En la comunidad de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla, la venta de ladrillos ha sido su mayor actividad económica, sin embargo, todas las ladrilleras presentan el mismo problema; la elaboración es artesanal, por lo tanto, no hay una garantía de que cada ladrillo cumpla con un estándar de calidad. Y es por ello por lo que sus ventas se han visto afectadas, ya que las constructoras prefieren comprar ladrillos fabricados industrialmente. Los productores artesanos no cuentan con un documento en donde se especifiquen las características principales de su producto y cuando los ingenieros o arquitectos se dirigen a esta comunidad en busca de un distribuidor de ladrillos, desafortunadamente no los consideran porque los fabricantes no tienen forma de avalar la calidad de su producto.

El objetivo de este proyecto es elaborar una ficha técnica de los tabiques de San Matías Cocoyotla, con el propósito de que los fabricantes cuenten con un documento que brinde información real y precisa sobre su producto a quienes busquen adquirirlo. Con base en dicho reporte, los fabricantes podrán contar con una clasificación física y mecánica de sus productos, logrando atender una necesidad del gremio local y cumplir con la vinculación entre Universidad y Comunidad.

## Metodología

### *Diseño Experimental*

Una ficha técnica es un documento en el que se consolidan especificaciones técnicas de un bien o servicio, busca detallar de manera clara y específica las características o funciones de un producto. Se consideran como una herramienta de gran utilidad, especialmente a la hora de comercializar o dar a conocer un producto, durante el proceso de planeación y ejecución. Las fichas técnicas buscan cumplir con las especificaciones de calidad y satisfacer las necesidades de los clientes finales, brindando información fidedigna que aporte datos claros y precisos [5].

Para elaborar la ficha técnica de los ladrillos de San Matías Cocoyotla se determinó su contenido. Estos tabiques son artesanales, por este motivo en el documento no se incluirán datos relacionados con lo comercial, ya que no es el propósito del proyecto. Se colocarán datos específicos como el tipo de ladrillo, sus dimensiones, su composición, sus características físicas (pruebas de absorción) y mecánicas (resistencia a compresión simple) [5].

Las Normas Mexicanas (NMX), son una base para determinar la calidad de los productos y servicios que se requieran, particularmente para la protección y orientación de los consumidores [6-8].

La tabla 1 muestra las 3 normas mexicanas que se utilizaron para realizar las pruebas de resistencia a compresión simple, absorción y verificar sus dimensiones [6-8].

Tabla 1: Normas Mexicanas para realizar pruebas.

Norma Mexicana	Método de ensayo
NMX-C-036-ONNCCE-2013	Resistencia a compresión simple
NMX-C-037-ONNCCE-2013	Absorción Total
NMX-C-038-ONNCCE-2013	Verificar dimensiones

En tabla 2 se presenta la norma que se utilizará para comparar y determinar si los resultados de las pruebas de estos ladrillos cumplen con la norma mexicana [9].

Tabla 2: Norma Mexicana 404.

Norma Mexicana	Método de ensayo
NMX-C-404-ONNCCE-2012	Propiedades de los ladrillos

Para este proyecto se realizó una visita a la comunidad de San Matías Cocoyotla. Se tuvo la oportunidad de conversar con los productores de una ladrillera y también se consiguieron los ladrillos necesarios para realizar las pruebas correspondientes.

En esta investigación se realizaron 3 muestras, cada una conformada por 3 ladrillos, de cada uno de los tres tipos de prueba anteriormente mencionados. Cada una de estas pruebas se realizó en el IDIT (Instituto de Desarrollo e Innovación Tecnológica).

### *Prueba de resistencia a compresión simple*

Para realizar esta prueba se necesita una máquina a compresión o universal, la cual debe tener mínimo dos placas de acero para la aplicación de la carga, en este proyecto se utilizará una prensa hidráulica. El procedimiento para realizar esta prueba se complementa con lo que determina la norma NMX-036-ONNCCE-2013 [6].

La muestra debe ser de mínimo 3 ladrillos. Para hacer la prueba el ladrillo debe estar completo, sin fallas ni fisuras. Se coloca el ladrillo con el centroide de la superficie que va a recibir la carga, alineando verticalmente con el centro de la placa de carga de la prensa hidráulica, como se muestra en la Fig. 1. Se debe aplicar la carga con una velocidad constante y por último se registra el esfuerzo a compresión que registra la prensa [6].

La prensa hidráulica arroja el resultado en  $\text{kg/mm}^2$ , la norma establece que debe ser  $\text{kg/cm}^2$ , una vez hecha la conversión

se registra el dato obtenido en una tabla y se compara con lo que determina la norma mexicana.



Fig. 1: Posición del ladrillo en la prensa hidráulica.

#### Prueba de absorción total

Para realizar la prueba de absorción total de los ladrillos, se debe utilizar un recipiente de 36 cm de largo de preferencia de metal inoxidable y una báscula granulométrica. El procedimiento para realizar esta prueba se complementa con lo que determina la norma NMX-037-ONNCCE-2013 [7].

La muestra debe ser de mínimo 3 ladrillos. El ladrillo no debe tener ningún residuo o cualquier material extraño. Primero se pesa cada uno de los ladrillos con la báscula granulométrica y se registra la masa obtenida en gramos. Posteriormente, se llena el recipiente con agua potable, y, a continuación, se sumergen los tres ladrillos a una temperatura entre 17°C y 23°C por un periodo de 24 horas (1 día), una vez que el periodo de tiempo concluye, se sacan los ladrillos del recipiente, y se utiliza un paño para eliminar el agua de su superficie, después de esto, se vuelve a pesar el ladrillo en gramos, como se muestra en la Fig. 2. Para obtener la absorción total de agua en porcentaje se utiliza la siguiente fórmula:

$$A = \frac{M_{ss} - M_s}{M_s} \times 100 \quad (7)$$

A = es la absorción en % (en masa)

Ms = es la masa seca del ladrillo en g

Mss = es la masa saturada y superficialmente seca en g

Se registra el dato obtenido en una tabla y se compara con lo que determina la norma mexicana.



Fig. 2: Absorción total de los ladrillos.

#### Verificar Dimensiones

Para verificar sus dimensiones, se necesita un vernier graduado en mm, también se pueden utilizar reglas o flexómetros que tengan las características de medición del vernier. El procedimiento para realizar esta prueba se complementa con lo que determina la norma NMX-038-ONNCCE-2013 [8].

Se deben tomar de manera aleatoria 3 ladrillos de un lote de 5,000. El ladrillo se coloca en una superficie horizontal plana, descansando la cara vertical u horizontal del tabique, posteriormente se utiliza el vernier, regla o flexómetro en posición horizontal como lo muestra la Fig. 3. De cada una de las dimensiones, largo, alto y ancho, se toman tres veces las medidas, de la misma dimensión, para evitar un margen de error. En cuanto a la medición del ancho y el alto de un ladrillo, de igual forma se utiliza un vernier. Posteriormente, para medir el largo se utiliza un flexómetro o regla. Todas las medidas deben realizarse de manera horizontal [8].

Se registran los datos obtenidos en una tabla y se calcula el promedio de las tres mediciones realizadas en cada dimensión (largo, alto y ancho) y se compara con lo que determina la norma mexicana.

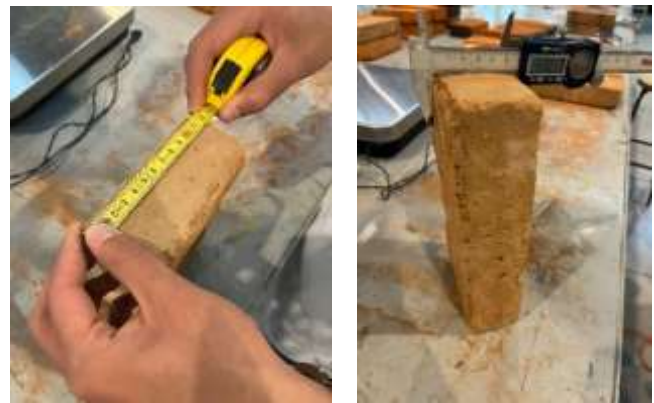


Fig. 3: Medición de los ladrillos.

Para crear la ficha técnica de los ladrillos artesanales de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla. Se utilizarán las tablas, que contienen los resultados de cada una de las pruebas realizadas, posteriormente se elaborará una plantilla para ficha técnica, la cual estará conformada por 5 secciones que a continuación se muestran.

#### Resultados y Discusión

Para revisar los resultados de las pruebas se utilizó la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012, esta indica los resultados mínimos que los ladrillos deben tener para cumplir con lo que establece la norma creada por la ONNCCE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación) [9].

En la tabla 3 se pueden observar las dimensiones que establece la norma NMX-C-404 para ladrillos artesanales:

Tabla 3: Requisitos para las dimensiones de los ladrillos.

Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)
5	10	19

En la tabla 4 se muestra una tabla con el tipo de pieza, en este caso, tabique, su configuración, maciza, significa que no tiene perforaciones o aberturas, y por último el valor de resistencia mínima que establece la norma NMX-C-404 para ladrillos artesanales [9].

Tabla 4: Requisitos para la Resistencia a compresión simple.

Tipo de pieza	Configuración	Resistencia individual mínima fp (kg/cm <sup>2</sup> )
Tabique	macizo	70

En la tabla 5 se presenta una tabla que indica el tipo de material de ladrillo, en este caso, arcilla y el valor máximo de absorción que establece la norma NMX-C-404 para ladrillos artesanales [9].

Tabla 5: Absorción total de los ladrillos.

Tipo de material	Valor máximo absorción total
Arcilla	23%

En la tabla 6 se obtuvieron los resultados de la prueba de resistencia a compresión simple de los ladrillos de San Matías Cocoyotla. Para realizar esta prueba se utilizaron tres muestras, cada una compuesta por tres ladrillos. Los tabiques fabricados en esta comunidad pasaron la prueba, porque de acuerdo con lo establecido en la Norma NMX-C-036 deben tener una resistencia individual mínima de 70 kg/cm<sup>2</sup> y todos superan este valor. En la tabla, se puede observar que hay tabiques que tienen una resistencia de 174, 250, 314 y 454 kg/cm<sup>2</sup>, esto no representa ningún inconveniente porque cumple con los requerimientos establecidos.

Tabla 6: Resistencia a compresión simple de los ladrillos de San Matías Cocoyotla.

# Muestra	#	Peso (g)	kg/mm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	1	2440	1.74	174.00
	2	2375	0.92	92.00
	3	2320	1.5	150.00
2	1	2315	2.64	264.00
	2	2325	2.74	274.00
	3	2240	2.7	270.00
3	1	2130	4.04	404.00
	2	2085	3.14	314.00
	3	2110	4.54	454.00

En la tabla 7 se obtuvieron los resultados de la prueba de absorción de los ladrillos de San Matías Cocoyotla, para realizar esta prueba se utilizaron tres muestras, cada una compuesta por tres ladrillos. Los tabiques de esta comunidad pasaron la prueba de absorción porque de acuerdo con lo establecido en la Norma NMX-C-037 deben tener un porcentaje máximo de absorción de 23%, esto quiere decir que, si es mayor a esa cantidad, no cumple con lo establecido en la norma. En la tabla 9 se puede observar que el porcentaje mínimo es de 15% y el máximo es de 18%. Lo cual es bueno porque significa que en el momento en que el ladrillo se utilice en una construcción, tendrá una mejor adherencia a la mezcla.

Tabla 7: Absorción de los ladrillos artesanales de San Matías Cocoyotla.

# Muestra	#	Peso (g)	Peso húmedo (g)	Absorción de agua (%)
1	1	2440	2855	17%
	2	2375	2775	17%
	3	2320	2715	17%
2	1	2315	2715	17%
	2	2325	2735	18%
	3	2240	2640	18%
3	1	2130	2440	15%
	2	2085	2415	16%
	3	2110	2455	16%

Para verificar las dimensiones de los ladrillos de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla, se utilizaron tres muestras, cada una compuesta por tres tabiques. La verificación de las dimensiones de los ladrillos artesanales de San Matías Cocoyotla ha sido exitosa, porque de acuerdo con lo establecido en la norma NMX-C-038, deben cumplir con las siguientes dimensiones mínimas: 5 cm de alto, 10 cm de ancho y 19 cm de largo. En la tabla 8 se muestra que todos los ladrillos cumplen con 5 cm de alto, lo cual no representa ningún problema, porque sigue cumpliendo con lo establecido en la norma.

Tabla 8: Dimensión (alto) de los ladrillos de San Matías Cocoyotla.

# Muestra	#	Alto (cm)			
		Alto	Medio	Bajo	Promedio
1	1	6.34	6.32	6.20	6.28
	2	6.12	6.12	6.05	6.09
	3	5.33	5.49	5.55	5.46
2	1	5.85	5.51	5.57	5.64
	2	5.36	5.43	5.62	5.47
	3	5.57	5.56	5.58	5.57
3	1	5.18	5.29	5.16	5.21
	2	4.96	4.94	4.96	4.95
	3	4.91	4.93	4.97	4.94

En las tablas 9 y 10 se puede observar que también cumplen con las dimensiones mínimas en el ancho y largo, ya que en las tablas se observa que los tabiques de las tres muestras superan los 10 cm de ancho y los 19 cm de largo.

Tabla 9: Dimensión (ancho) de los ladrillos de San Matías Cocoyotla.

# Muestra	#	Ancho (cm)			
		Alto	Medio	Bajo	Promedio
1	1	12.56	12.48	12.46	12.50
	2	12.52	12.55	12.51	12.53
	3	11.99	11.98	11.94	11.97
2	1	11.21	11.17	11.15	11.18
	2	11.49	11.49	11.39	11.46
	3	11.58	11.55	11.52	11.55
3	1	11.65	11.69	11.66	11.67
	2	11.38	11.44	11.47	11.43
	3	11.56	11.60	11.60	11.59

Tabla 10: Dimensión (largo) de los ladrillos de San Matías Cocoyotla.

# Muestra	#	Largo (cm)			
		Alto	Medio	Bajo	Promedio
1	1	23.60	23.80	23.60	23.67
	2	23.60	23.70	23.50	23.60
	3	23.50	23.60	23.50	23.53
2	1	23.30	23.20	23.10	23.20
	2	23.40	23.40	23.30	23.37
	3	23.10	23.40	23.40	23.30
3	1	22.70	23.00	23.00	22.90
	2	23.00	23.10	22.40	22.83
	3	22.60	22.80	22.80	22.73

La prueba de hipótesis se utiliza directamente para evaluar el alcance de una inconsistencia.

En la prueba de resistencia a compresión simple se realizó una prueba de hipótesis para comprobar que lo que dice la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012 es verdadero.

Para realizar este análisis estadístico se utilizaron los resultados de la prueba de resistencia a compresión simple de los ladrillos de San Matías Cocoyotla.

Se utilizó una muestra de 9 resultados, se empleó una hipótesis nula igual a 70 kg/cm<sup>2</sup>, la norma establece como mínimo este valor, por esta razón se planteó una hipótesis alternativa, en la cual se indica que el valor de la resistencia debe ser mayor 70 kg/cm<sup>2</sup>. Se utilizó un intervalo de confianza del 95%. En la tabla 11 se muestran datos generales del análisis, como el número de la muestra, media, desviación estándar, error estándar de la media y el límite inferior de 95% para  $\mu$ , que es la media de los resultados de Resistencia.

## Estadísticas descriptivas

		<b>Error estándar</b>	<b>Límite inferior de la media para <math>\mu</math></b>	<b>Límite superior de la media para <math>\mu</math></b>
<b>N</b>	9			
<b>Media</b>	266.2			
<b>Desv.Est.</b>	116.7			
		38.9	193.9	

Tabla 11: Estadísticas descriptivas.

En la tabla 12 se puede observar el resultado del análisis. La interpretación en esta prueba es, si  $\alpha$  es mayor a Valor P, se rechaza la Hipótesis Nula, por lo tanto, se valida la Hipótesis Alternativa. Se trabajó con un nivel de Confianza del 95%, esto quiere decir que el valor del nivel de significancia, que también se le conoce como ALFA, es del 5%. Como 5% es mayor a 0%, se rechaza la Hipótesis Nula y se toma la Hipótesis Alternativa como válida.

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu = 70$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu > 70$

<b>Valor T</b>	<b>Valor p</b>
5.04	0.000

Tabla 12: Resultados de prueba de hipótesis.

En la Fig. 4 se puede observar el histograma del análisis estadístico. Si se cuentan las barras de izquierda a derecha se puede observar que la barra número 3 es la más alta, por lo tanto, esta indica que en esta se concentra la mayor cantidad de información.

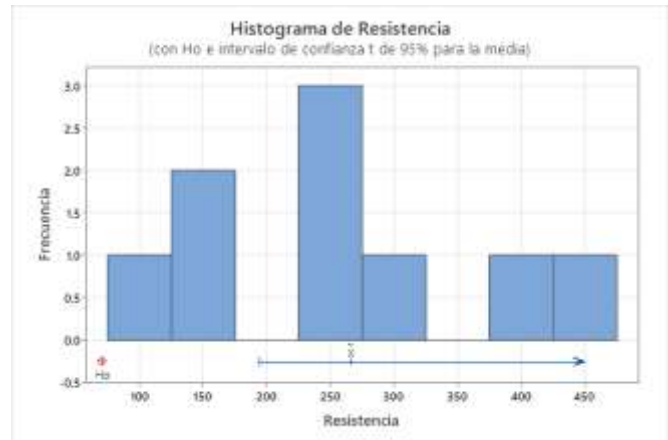


Fig. 4: Histograma.

En la Fig. 5 se muestra la ficha técnica de los ladrillos artesanales de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla. Este documento está compuesto por 5 secciones como se mencionó anteriormente.

La primera sección son las características generales, el tipo de ladrillo, sus dimensiones, su peso y una descripción breve de la fabricación del tabique.

La segunda sección son las características técnicas. En esta sección se coloca la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012, la cual acredita a los ladrillos para ser usados en proyectos de construcción.

La tercera sección es la característica mecánica, se coloca una tabla comparativa, se pone el valor que establece la norma y el valor promedio obtenido de los resultados de la prueba de resistencia a compresión simple.

La cuarta sección son las características físicas. En esta sección se coloca el valor que establece la norma 404 y el valor promedio de los resultados de la verificación de dimensiones y de la prueba de porcentaje de absorción total. En la quinta sección se colocan las especificaciones del producto, en este caso, su proceso y lugar de fabricación. Y por último se pone la fecha y los nombres de las personas que elaboraron este documento.

**IBERO**  
PUEBLA

**FICHA TÉCNICA**

Manual de apoyo Ladrillos Artesanales

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Tipo de ladrillo	Macizo		
	Alto	Ancho	Largo
Dimensiones (cm)	6	12	23
Peso	2260 kg		



Descripción general: Es un ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

De acuerdo con la norma NMX-C-404-ONNCE-2012 este ladrillo cumple con los requerimientos para ser empleado en proyectos de construcción.

**CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

Prueba realizada	Según NMX	Según muestra
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	Valor mínimo 70 kg/cm <sup>2</sup>	266 kg/cm <sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Prueba realizada	Según NMX	Según muestra
VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (mm)	Valor mínimo de 5x10x19 cm	6x12x23 cm
ABSORCIÓN (%)	Valor máxima 23%	17%

**OTRAS ESPECIFICACIONES**

- ⇒ Proceso de fabricación artesanal.
- ⇒ Fabricado en San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla.
- ⇒ Secado tradicional.

Documento elaborado en 2022 por: Espinosa Herrera Nicole Rachell, Gafenhá José Emiliano, Vázquez Avilés José Francisco, Zárate García Kenneth. Estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Iberoamericana Puebla. Asesores por Miguel Ángel Figueroa Cortez, coordinador de la carrera de Ingeniería Civil.

Fig. 5: Ficha técnica de los ladrillos de San Matías Cocoyotla.

## Conclusiones, perspectivas y recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos, los ladrillos de la comunidad de San Matías Cocoyotla, San Pedro Cholula, Puebla, cumplen con la norma mexicana NMX-C-404-ONNCE-2012.

Los ladrillos tienen una resistencia a compresión simple de 266 kg/cm<sup>2</sup>, tienen una gran resistencia y esto significa que el ladrillo puede soportar las cargas estructurales de una casa y también es capaz de resistir movimientos sísmicos. La prueba de hipótesis confirma que los resultados obtenidos en la prueba de resistencia son correctos porque todos los valores deben ser mayor a 70 kg/cm<sup>2</sup> y todos cumplen con esa condición.

Los tabiques tienen un porcentaje de absorción del 17%, esto significa que no afectará la durabilidad del tabique ni de la mampostería, porque si el porcentaje es más alto, puede presentar grandes cambios volumétricos y puede causar decoloraciones.

Las dimensiones de estos ladrillos son 6 cm de alto, 12 cm de ancho y 23 cm de largo, las medidas son adecuadas porque los ladrillos pueden ser utilizados para construir los muros portantes de una casa o para muros de contención. También porque pueden competir con los ladrillos industrializados.

Los ladrillos de esta comunidad pueden utilizarse en cualquier proyecto de construcción, ya que son de excelente calidad.

San Matías Cocoyotla, es una zona que actualmente pasa por momentos complicados desde la obtención de materia prima, el proceso de elaboración y distribución, algunos productores han parado sus hornos por completo y salen de la zona para encontrar oportunidades de trabajo, la zona tiene potencial, y por ello se recomienda investigar más al respecto para futuros proyectos que podrían desarrollarse dentro del mismo entorno, teniendo un gran impacto en la comunidad.

## Referencias

- Bühler, D. **Ladrillares en la región de Puebla (México): persistencia de una tradición artesanal.** (2011). [Archivo pdf] [http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNHC\\_7%20\(18\).pdf](http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNHC_7%20(18).pdf) (Activo octubre de 2022)
- Arce, L. P. **Caracterización de ladrillos históricos.** (2012). [Archivo pdf] [https://digital.csic.es/bitstream/10261/46792/1/Curso\\_Geomateriales\\_75\\_84.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/46792/1/Curso_Geomateriales_75_84.pdf) (Activo octubre de 2022)
- Biannuci, A. M. **El ladrillo – Orígenes y Desarrollo.** (2009). [Archivo pdf] <https://arquitectologicofau.files.wordpress.com/2012/02/el-ladrillo-2009.pdf> (Activo octubre de 2022)
- Quiroz, J. A., Cantú, C., & García, R. **Entre humo y arcilla: contaminación ambiental y sobrevivencia humana en la producción artesanal de ladrillos.** (2021). [Archivo pdf] <https://www.atmosfera.unam.mx/wp-content/uploads/2021/12/LadrillerasLibro.pdf> (Activo octubre 2022)
- Novaceramic. **Industrias Novaceramic.** (2022). [En línea] <http://www.novaceramic.com.mx/index.html> (Activo octubre 2022)
- ONNCE. **Industria de la construcción – mampostería - resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones y adoquines – método de ensayo.** (2013). [En línea] <https://onnce.org.mx/es/venta-normas/fichas-tecnicas?view=category&id=97> (Activo octubre 2022)
- ONNCE. **Industria de la construcción – mampostería – determinación de la absorción total y la absorción inicial de agua en bloques, tabiques o ladrillos y tabicones – método de ensayo.** (2013). [En línea] <https://onnce.org.mx/es/venta-normas/fichas-tecnicas?view=category&id=97> (Activo octubre 2022)

8. ONNCCE. **Industria de la construcción – mampostería – determinación de las dimensiones de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones – método de ensayo.** (2013). [En línea] <https://onncce.org.mx/es/venta-normas/fichas-tecnicas?view=category&id=97> (Activo octubre 2022)
9. ONNCCE. **Industria de la construcción – mampostería – bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso no estructural – especificaciones y métodos de ensayo.** (2013). [En línea] <https://onncce.org.mx/es/venta-normas/fichas-tecnicas?view=category&id=97> (Activo octubre 2022)