

**DETERMINANTES SOCIOECONÓMICOS Y VULNERABILIDAD EN  
TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA LADRILLERA /  
SOCIOECONOMIC DETERMINANTS AND VULNERABILITY  
AMONG WORKERS IN THE BRICKMAKING INDUSTRY**

**Autores:**

<sup>1</sup>Virgen Espinoza Flor Jael, [flor.virgen6382@alumnos.udg.mx](mailto:flor.virgen6382@alumnos.udg.mx), 3337048903, Estudiante de la licenciatura de Medicina en el Centro Universitario de Tlajomulco (CUTLAJO) por la Universidad de Guadalajara (UdeG), México. <sup>2</sup>Toussaint Padilla María Pilar, [maria.toussaint@edu.uag.mx](mailto:maria.toussaint@edu.uag.mx), 3330598854, Licenciada en Medicina por la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG). <sup>3</sup>Estrada Meza Roberto Ulises, 3317410631, [roberto.estrada@academicos.udg.mx](mailto:roberto.estrada@academicos.udg.mx), Profesor del Centro Universitario de Tonalá (CUT), Universidad de Guadalajara y Consejero Asesor Permanente del Colegio de Profesionistas de la Movilidad Urbana del Estado de Jalisco (COMUJ). Integrante del Cuerpo Académico UDG-CA-1225 Estudios de Sostenibilidad y Grupos Vulnerables. <sup>4</sup>Berger García Marco Antonio, [marco.berger@cutlajomulco.udg.mx](mailto:marco.berger@cutlajomulco.udg.mx), 3313351799, Profesor y Jefe del Departamento de Sistemas, Datos y Sociedad del Centro Universitario de Tlajomulco de Zúñiga (CUTLAJO), Universidad de Guadalajara. Integrante del Cuerpo Académico UDG-CA-1225 Estudios de Sostenibilidad y Grupos Vulnerables. <sup>5</sup>Solano Vázquez Alan Omar, [alan.solano8167@alumnos.udg.mx](mailto:alan.solano8167@alumnos.udg.mx), 3318500767, Estudiante de la licenciatura de Medicina en el Centro Universitario de Tlajomulco (CUTLAJO) por la Universidad de Guadalajara (UdeG), México. <sup>6</sup>López Estrada Emilio, [emilio.estrada@edu.uag.mx](mailto:emilio.estrada@edu.uag.mx), 3313954784, Estudiante de la licenciatura en Medicina, Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG), México.

## **Resumen**

Tlajomulco de Zúñiga es uno de los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara con mayor número de ladrilleras. El ladrillo artesanal se produce a partir de materias orgánicas, principalmente arcilla, que posterior a su manipulación y secado al sol es introducida en hornos artesanales alimentados principalmente con leña. La salud pulmonar de los empleados se ve afectada por la exposición continua a gases, humo y polvo generados por la combustión. Asimismo, en esta población, que se distingue por tener ingresos inestables que dependen de la producción, los determinantes socioeconómicos constituyen un elemento importante. El artículo examina las circunstancias económicas y sociales de los ladrilleros de Tlajomulco de Zúñiga, tomando en cuenta el tiempo trabajado y su relación con la presencia de síntomas respiratorios y cambios en la función pulmonar. Para determinar la escolaridad, las condiciones de trabajo, el acceso a servicios y a la vivienda, se realizaron encuestas estructuradas a 43 empleados. Se utilizó como referencia el Índice de Rezago Social (IRS) y los criterios del CONEVAL (2020) para calcular un IRS. Además, se emplearon pruebas no paramétricas y estadística descriptiva para asociar síntomas respiratorios reportados con las espirometrías. La regresión logística mostró que la posibilidad de informar síntomas respiratorios se incrementa en un 4.8% por cada año extra trabajado. Este resultado demuestra que el tiempo trabajado debe considerarse como un factor de riesgo para la percepción subjetiva de la enfermedad; por otro lado, el rezago social debe ser contemplado como un determinante social que extiende la exposición al riesgo.

**Palabras clave:** ladrilleras, síntomas respiratorios, espirometría, tiempo laborado, rezago social.

## **Abstract**

Tlajomulco de Zúñiga is one of the municipalities in the Guadalajara Metropolitan Area with the highest number of brick kilns. Artisanal brick is produced from organic materials, mainly clay, which, after being molded and sun-dried, is placed in artisanal kilns fueled primarily by firewood. Workers' pulmonary health is affected by continuous exposure to gases, smoke, and dust generated by combustion. Likewise, in this population—characterized by unstable incomes that depend on production—socioeconomic determinants constitute an important element. This article examines the economic and social circumstances of brick workers in Tlajomulco de Zúñiga, considering length of employment and its relationship with the presence

of respiratory symptoms and changes in lung function. To determine educational level, working conditions, and access to services and housing, structured surveys were administered to 43 workers. The Social Lag Index (SLI) and the CONEVAL (2020) criteria were used as references to calculate an SLI. In addition, nonparametric tests and descriptive statistics were employed to associate reported respiratory symptoms with spirometry results. Logistic regression showed that the likelihood of reporting respiratory symptoms increases by 4.8% for each additional year worked. This finding demonstrates that length of employment should be considered a risk factor for the subjective perception of disease; meanwhile, social lag should be regarded as a social determinant that prolongs exposure to risk.

**Keywords:** brick kilns, respiratory symptoms, spirometry, length of employment, social deprivation.

## **Introducción**

El ladrillo es uno de los materiales más imprescindibles y comúnmente usados en las construcciones, esto se debe a que la arcilla (que es su principal base) gracias a sus propiedades bioquímicas son más moldeables (Ortiz, 2015). Este material ha sufrido diferentes cambios en cuanto a su fabricación desde sus orígenes, pasando del adobe, el cual fue modificado por su tendencia a sufrir daños por el agua, al desarrollo de técnicas de cocción que proveían una estabilidad conveniente para la construcción (Bianucci, 2009).

El arquitecto Avelardo Bianucci (2009) ofrece una explicación de la elaboración a partir de la materia prima del ladrillo artesanal:

- 1) Comienza con la extracción de la arcilla a través de excavaciones (Bianucci, 2009).;
- 2) posteriormente se realiza la preparación a través de amasado en pisaderos de barro con agua y un agregado de materia orgánica (como estiércol, aserrín, entre otros) que sirven como “liga” para evitar que se genera alguna rotura en el proceso de secado o cocción (Bianucci, 2009);
- 3) una vez que está realizada la preparación es preciso secar el barro y trasladarlo hasta la zona de moldeo, en donde se introduce la arcilla en un molde doble para dos adobes como se muestra en la **figura 1** (Bianucci, 2009);
- 4) una vez moldeado, es necesario que el adobe atraviese por un periodo de secado al sol en un periodo de uno o dos días (**figura 1**).



**Figura 1.** Fotografía tomada en una de las ladrilleras que participaron en este trabajo de investigación. Se observa la elaboración artesanal de ladrillo en el proceso de moldeado y secado al sol.

Una vez que se ha terminado el periodo de secado, es indispensable ingresar el material a los hornos.

- a) Los hornos se arman apilando los adobes en forma de pirámide, dejando en el interior un espacio para las boquillas las cuales son expuestas al fuego para la cocción del ladrillo. Estos hornos están cubiertos de manera lateral para evitar el escape de gases de combustión como se muestra en la **figura 2** (Bianucci, 2009).
- b) De acuerdo a lo comentado por los patrones y trabajadores de ladrilleras en Tlajomulco de Zúñiga, los hornos usan como método de combustión más común la leña y suelen estar encendidos alrededor de 3 días, tiempo en el que se garantiza una correcta cocción del material.



**Figura 2.** Fotografía tomada en una de las ladrilleras que participaron en este trabajo de investigación. Se observa un horno artesanal utilizado para la fabricación tradicional de ladrillo.

Entendiendo de forma breve el proceso de fabricación de ladrillos artesanales se pueden visualizar aquellos factores de riesgo para la salud que derivan de este oficio, entre los cuales destacan la afectación a la función pulmonar, derivado de la exposición laboral a materia particulada (PM), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y humedad relativa

Ante la inhalación de PM a nivel pulmonar, en respuesta al estrés oxidativo se genera una respuesta inflamatoria que deriva en una alteración de las células pulmonares produciendo cambios incluso a nivel epigenético, derivando en el desarrollo de síntomas respiratorios como tos o disnea, o generando la exacerbación de enfermedades pulmonares previas como Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) o asma (Hamanaka & Mutlu, 2025). Por lo tanto, la exposición laboral constante es un factor clave que debe ser analizado en este sector.

Sin embargo, tomando en cuenta que la salud debe ser abordada desde la mayor cantidad de esferas posibles, es de suma relevancia tomar en consideración el factor socioeconómico al que se enfrenta esta población.

La producción de ladrillo artesanal es un trabajo que no cuenta con un salario fijo, puesto que se paga a los trabajadores según la cantidad de ladrillos que produzcan (a destajo).

En una investigación realizada en productoras de ladrillo artesanal de Oaxaca (Ramos et al, 2019) se analizó el contexto de pobreza de los trabajadores por medio de una revisión bibliográfica y trabajo de campo. Ramos y sus colaboradores correlacionaron los factores asociados a la pobreza y su actividad económica tomando como referencia los antecedentes en la literatura, para realizar un trabajo de campo a través de cuestionarios socioeconómicos, logrando identificar a los trabajadores con bajos ingresos que a la par tienen familias numerosas (mayores de 4 personas), perjudicando diferentes estratos de la vida como la alimentación o el acceso a servicios básicos.

De acuerdo a Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social (CONEVAL, 2020) el Rezago Social es una medida que evalúa el acceso a derechos sociales como la educación, acceso a servicios de salud, calidad de vivienda y acceso a servicios básicos, siendo evaluado en distintos niveles territoriales. Es importante distinguir entre los conceptos de rezago social y pobreza. Una persona se encuentra en pobreza cuando tiene al menos una carencia social y no cuenta con las posibilidades ni los medios para cubrir dicha necesidad (CONEVAL,2020), mientras que el rezago social se centra en la carencia de acceso a los derechos sociales (CONEVAL,2020).

La irregularidad en cuanto a los pagos dependientes de la afluencia de trabajo en la industria ladrillera puede ser perjudicial en diferentes etapas del año para los trabajadores, ya sea en temporadas de lluvia donde la producción tiene que parar porque necesita existir un periodo de secado al sol, o durante la temporada invernal donde los gases de efecto invernadero suelen aumentar. Ante las regularidades de este oficio es importante considerar a la par de la afectación en la salud pulmonar, el rezago social de los trabajadores.

## **Metodología**

Se realizó un estudio de tipo observacional, transversal y descriptivo en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, orientado a caracterizar las condiciones socioeconómicas de trabajadores de la industria ladrillera artesanal y su relación con síntomas respiratorios y función pulmonar. Se aplicaron encuestas estructuradas a trabajadores para evaluar escolaridad, vivienda, acceso a servicios básicos como electricidad, agua, salud y condiciones laborales para lograr establecer el grado de vulnerabilidad social. De manera complementaria, se consideró un componente ambiental mediante medición directa de PM y VOC, utilizando

sensores portátiles. Se relacionaron estas variables y los años laborando en la industria ladrillera con los resultados de espirometrías y síntomas respiratorios reportados.

La recolección de datos se realizó a través de encuestas físicas en las ladrilleras artesanales localizadas en Tlajomulco de Zúñiga y sus alrededores, en un periodo de campo comprendido entre junio y julio del 2025.

La población objetivo fueron trabajadores activos en ladrilleras artesanales. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, invitando la participación de trabajadores disponibles durante las visitas de campo; el tamaño final de muestra fue de 43 trabajadores, reduciéndose a 38 debido a que no todas las espirometrías fueron de la calidad adecuada para ser consideradas como válidas. El tamaño de la muestra se justifica por un enfoque de factibilidad en una población de difícil acceso, donde el reclutamiento depende del trabajador durante la jornada, la autorización a puntos de trabajo y la logística de aplicar instrumentos en campo, asimismo, el objetivo del estudio fue descriptivo, con el fin de describir tendencias y estimar magnitudes iniciales.

Se incluyeron participantes que fueran trabajadores activos en una ladrillera artesanal del municipio, con una residencia mínima de 2 años en la zona y que aceptaron participar de manera voluntaria mediante consentimiento informado. Se excluyeron personas con condiciones que impidieron realizar maniobras espirométricas aceptables o con contraindicaciones clínicas para la prueba, considerándose éstas como: problemas cardíacos recientes, infecciones respiratorias activas, neumotórax reciente, hemoptisis, aneurismas (García-Río et al., 2013), así como aquellos que presentaran una exacerbación respiratoria al momento de evaluación, finalmente se excluyó a personas que se negaron a completar la encuesta o pruebas especificadas.

Se aplicó una encuesta estructurada para obtener variables socioeconómicas, condiciones de vivienda, acceso a servicios, seguridad social y condiciones laborales, entre otras. Para estimar el nivel de vulnerabilidad social de cada trabajador, se creó un IRS utilizando variables clave de rezago social obtenidas de la CONEVAL (CONEVAL, 2020). Cada variable fue codificada de forma binaria asignando un punto a cada condición que representara una desventaja social. Los puntajes individuales se sumaron para obtener una puntuación total de vulnerabilidad y posteriormente se clasificó en tres niveles: Baja vulnerabilidad (0-5), Media vulnerabilidad (6-9) y Alta vulnerabilidad (10-14).

Adicionalmente se realizaron espirometrías con equipo portátil validado. Se registraron FVC, FEV1 y FEV1/FVC para su posterior correlación con las variables previamente mencionadas.

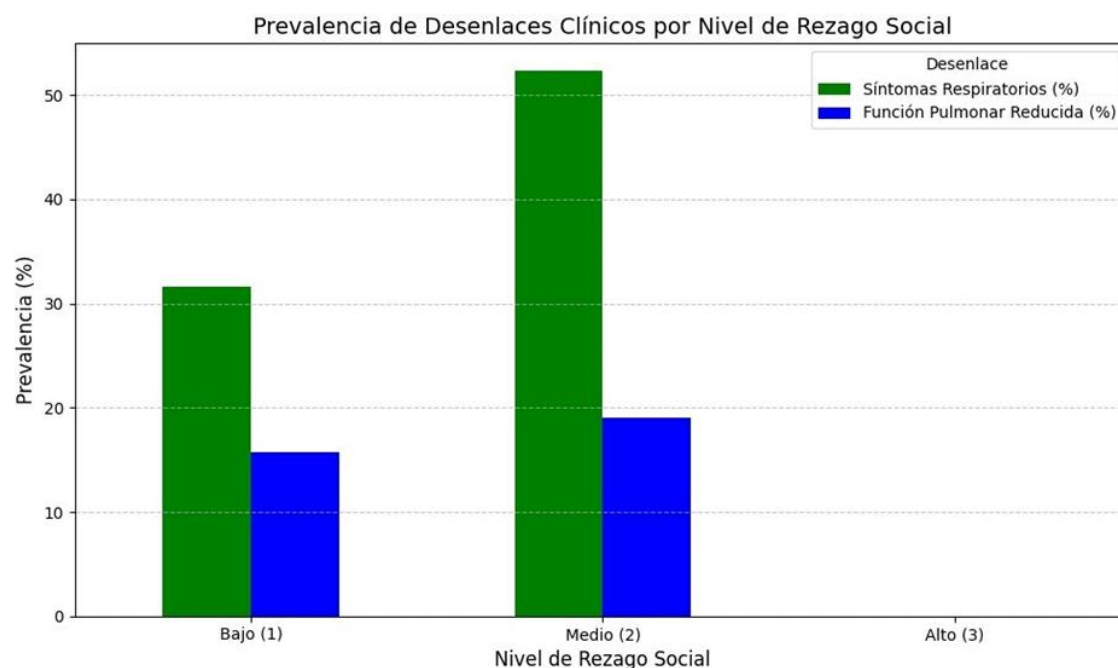
Para interpretar los resultados de las espirometrías se utilizó el sistema GLI (Global Lung Function Initiative), considerando el Z-score se obtuvo el patrón de cada espirometría como obstructivo, restrictivo, mixto o normal (Francis, 2020).

Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos se utilizó el software IBM SPSS Statistics y el lenguaje de programación Python, mediante bibliotecas especializadas como: pandas, scipy.stats y matplotlib. Se utilizó estadística descriptiva para caracterizar las condiciones generales socioeconómicas y clínicas, utilizando frecuencias absolutas, porcentajes y medidas de tendencia central según el tipo de variable. Se aplicaron pruebas de relación no paramétrica entre nivel de vulnerabilidad social, años laborados y presencia de alteraciones pulmonares ya sea clínicas o reveladas a través de la espirometría. Para el análisis inferencial bivariado se aplicaron las pruebas Chi-Cuadrada y Test U de Mann-Whitney debido a que las variables principales no presentaron distribución normal. La asociación significativa se cuantificó mediante Regresión logística para obtener la Razón de Momios (OR) y el IC. El nivel de significancia fue de  $< 0.05$ .

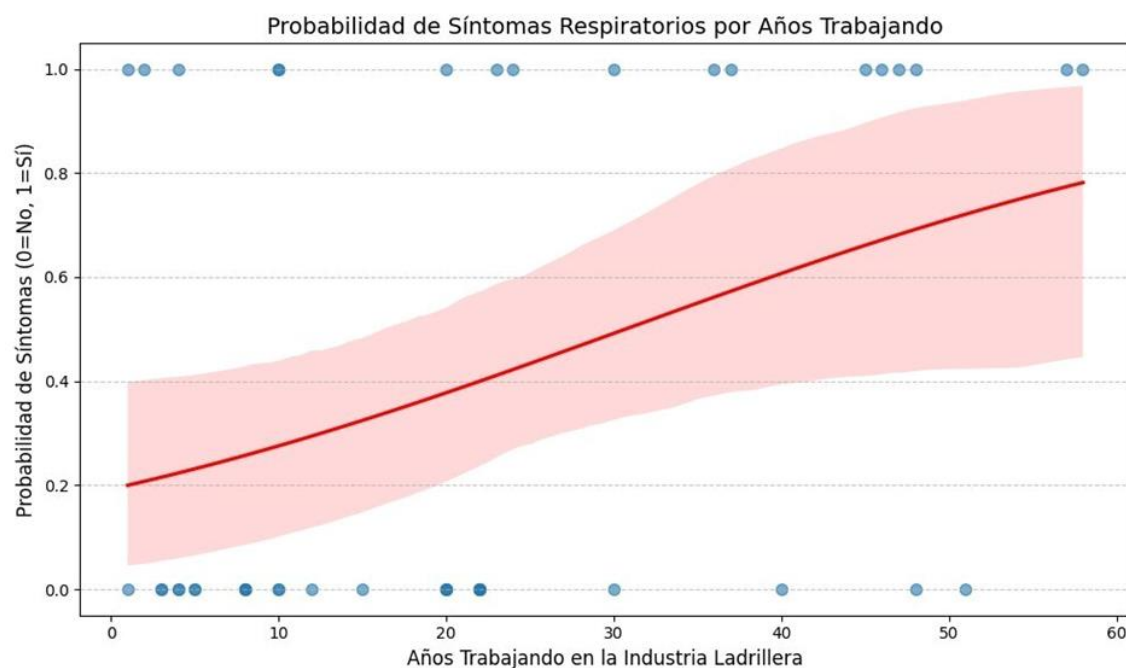
## **Resultados**

Se observó que los trabajadores en condiciones de mayor vulnerabilidad social reportaron baja escolaridad y menor acceso a servicios de salud. Asimismo, los trabajadores con nivel de rezago social alto, presentaron una mediana de años de exposición significativamente mayor (31 años), en contraste con el grupo bajo (10 años). De los 38 trabajadores encuestados, el 4.6% se encuentran con una tasa de rezago social alta, el 32% presentaron síntomas respiratorios y el 16% tuvieron una alteración en la espirometría (patrón obstructivo). Se observó una alta prevalencia de síntomas respiratorios (44.7%), así como disfunción pulmonar (18.6%), sin embargo, como se observa en la **figura 3**, no se encontró asociación significativa entre el nivel de IRS y los desenlaces clínicos ( $p=0.172$ ), ni entre la función pulmonar y las variables de exposición ( $p=0.371$ ). El hallazgo estadísticamente significativo se encontró en la exposición acumulada del trabajador ( $p=0.039$ ). La regresión logística reveló que por cada año adicional laborado, la probabilidad de reportar síntomas respiratorios aumenta en 4.8% ( $OR=1.048$ ;  $IC=95\%[1.006,1.091]$ ) como se observa en la **figura 4**.





**Figura 3.** El gráfico compara el porcentaje de trabajadores con Síntomas y Alteración Pulmonar en los tres niveles de vulnerabilidad social. En el nivel de IRS alto no se observan trabajadores con síntomas respiratorios ni alteraciones espirométricas. Por lo que el análisis bivariado no encontró una asociación estadísticamente significativa con el nivel de vulnerabilidad social.



**Figura 4.** La línea curva representa la probabilidad estimada de reportar síntomas respiratorios, ajustada por la exposición acumulada (Años Trabajando). La curva ascendente demuestra una asociación estadísticamente significativa, revelando que el riesgo de padecer síntomas aumenta en 4.8%, por cada año adicional en la industria ladrillera.

## **Discusión**

La prevalencia de síntomas respiratorios en la población ladrillera posiciona a este sector como un grupo de estudio para la salud pública, cuya exposición crónica a humo de biomasa representa una amenaza para su salud respiratoria. Aunque el rezago social no mostró una relación directa con las alteraciones en la función pulmonar de los trabajadores, sí se observó una asociación estadísticamente significativa entre la exposición acumulada en trabajadores con mayor antigüedad y la morbilidad: evidenciando que, por cada año adicional trabajado, la probabilidad de reportar síntomas respiratorios aumenta en 4.8%.

Este hallazgo coincide con la literatura, que reporta que la inhalación prolongada de material particulado (PM2.5 y PM10) y compuestos orgánicos volátiles, producto de la quema de biomasa, puede inducir inflamación crónica en las vías respiratorias y, con el tiempo, contribuir al desarrollo de enfermedades como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Es importante considerar que las enfermedades respiratorias por exposición a biomasa pueden tardar años en manifestarse clínicamente, así como lograr observar alteraciones en la espirometría (Galvis-Vizcaino et al., 2021). Esto podría explicar la baja proporción de patrones espirométricos alterados en nuestra muestra a pesar de la alta prevalencia de síntomas. Asimismo, la espirometría tiene limitaciones como prueba diagnóstica en etapas iniciales de la enfermedad. (García-Río et al., 2013). Por lo tanto, debería considerarse realizar estudios longitudinales.

Finalmente, el resultado evidencia que la dosis de exposición (tiempo laborado) debe ser considerado como factor de riesgo en la percepción subjetiva de la enfermedad, mientras que el rezago social debe considerarse como un determinante social clave que prolonga la exposición de riesgo, limita el acceso a servicios de salud y dificulta el abandono de fuentes energéticas contaminantes.

## **Conclusiones**

Los determinantes socioeconómicos en la población ladrillera son críticos. Si bien no se encontró una relación significativa con la Función Pulmonar, la exposición acumulada (años trabajados) es un factor de riesgo probado y significativo en el desarrollo de la sintomatología

respiratoria. El tamaño de la muestra (N=43) que se redujo aún más debido a los factores antes mencionados (N=38), es una limitación clave que dificulta la detección de asociaciones entre la vulnerabilidad social y los desenlaces clínicos. Se requiere una necesidad urgente de intervención y vigilancia ocupacional, así como la realización de estudios longitudinales con mayor poder estadístico que incorporen factores protectores externos (como la actividad física y la nutrición) para comprender completamente la compleja dinámica de la salud en esta población vulnerable.

### **Agradecimientos**

Extendemos nuestro agradecimiento al Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, que fue parte crucial para poder establecer una relación directa con los patrones y trabajadores en las ladrilleras.

Asimismo, agradecemos el gran trabajo de la Doctora e Investigadora Laura Karina Salas Salazar por sus conocimientos y crucial apoyo en la gestión del equipo y aplicación de las espirometrías; también agradecemos al Doctor Neumólogo Gustavo Adolfo Rosales Chávez por su capacitación y asesoramiento para la aplicación de espirometrías.

Por último, este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y conocimiento de la Doctora María Azucena Arellano Avelar y la Doctora Paloma Gallegos Tejeda a quienes les debemos parte de la gestión con el Ayuntamiento y su disposición en el traslado hacia las diferentes ladrilleras.

### **Referencias**

1. Berumen-Rodríguez A.A., Pérez-Vázquez F.J., Díaz-Barriga F., Márquez-Mireles L.E., Flores-Ramírez R. (2021). Revisión del impacto del sector ladrillero sobre el ambiente y la salud humana en México. *Salud Pública de México*, 63(1), 100–108.
2. Bianucci, M. A. (2009). El ladrillo: Orígenes y desarrollo (Cátedra Introducción a la Tecnología, Área de la Tecnología y la Producción). Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.
3. Consuelo V.Á., Del Pilar E.P.M., & Eugenia P.M.M. (2013). Determinantes sociales de la salud y el trabajo informal. *Revista Costarricense de Salud Pública*.
4. Francis, R. (2020). GLI Lung Function Calculator. Ersnet.org. <https://gli-calculator.ersnet.org/>
5. Galvis-Vizcaíno, S. A., Rosana, L.-B. I., Katherine, Pombo-Navas, María Yolanda, Rada-Carrillo, M. B., Vera-Brand, J., Rebolledo-Cobos, R. C., Galvis-Vizcaíno, S. A., Rosana,

- L.-B. I., Katherine, Pombo-Navas, María Yolanda, Rada-Carrillo, M. B., Vera-Brand, J., & Rebolledo-Cobos, R. C. (2021). Material particulado y trastornos de los sistemas cardiovascular y respiratorio en trabajadores de diferentes áreas: una revisión narrativa. *Revista de La Asociación Española de Especialistas En Medicina Del Trabajo*, 30(3), 362–372. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S3020-11602021000300011](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S3020-11602021000300011)
6. García-Río, F., Calle, M., Burgos, F., Pere Casan, Campo, F. del, Galdiz, J. B., Giner, J., Nicolás González-Mangado, Ortega, F., & Maestu, L. P. (2013). Espirometría. *Archivos de Bronconeumología*, 49(9), 388–401. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2013.04.001>
7. González, N. (2019). Síntomas respiratorios en trabajadores de ladrilleras de Tunja Boyacá, Colombia – Medicina Interna de México. *Medicinainterna.org.mx*. <https://medicinainterna.org.mx/article/sintomas-respiratorios-en-trabajadores-de-ladrilleras-de-tunja-boyaca-colombia/>
8. Hamanaka, R. B., & Mutlu, G. M. (2025). Particulate matter air pollution: effects on the respiratory system. *Journal of Clinical Investigation*, 135(17), e194312. <https://doi.org/10.1172/JCI194312>
9. Índice Rezago Social 2020. (2020). *Coneval.org.mx*. [https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice\\_Rezago\\_Social\\_2020.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx)
10. Ortiz Sanchez, M. E. (2015). Ladrillos en Sistemas Constructivos: Caracterización y Alteraciones. *Instituto Nacional de Antropología e Historia*
11. Ramos Soto, A. L., Sepúlveda-Aguirre, J., & Garcés Giraldo, L. F. (2019). Pequeñas y medianas empresas productoras de ladrillo artesanal en Oaxaca, México: Contexto de pobreza. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 25(2), 40–50. *Universidad del Zulia*.