

## PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LLANTAS USADAS, GENERADAS EN LA CIUDAD DE LOS MOCHIS, SINALOA

### PROPOSAL FOR A COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN FOR USED TIRES, GENERATED IN THE CITY OF LOS MOCHIS, SINALOA

Marco Arturo **Arciniega Galaviz**<sup>1</sup>; Jeován Alberto **Ávila Díaz**<sup>2</sup> y  
Paola **Quintero Ochoa**<sup>3</sup>

#### Resumen

En los últimos años las llantas desechadas se han convertido en uno de los focos más contaminantes sobre el planeta, se convierten en el hábitat ideal para vectores como los roedores y mosquitos que transmiten diferentes enfermedades como dengue y chikunguña, además que tardan aproximadamente 1000 años en degradarse. La presente investigación consiste en diseñar una propuesta de plan de manejo integral de llantas usadas en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa debido a los problemas ambientales y sociales que conlleva el ineficiente manejo de este residuo de manejo especial. Se realizó un censo de las llanteras y vulcanizadoras para obtener un diagnóstico de la situación actual del manejo de las llantas generadas mediante

una encuesta con preguntas sobre el número de llantas generadas, su almacenamiento y disposición final. Con los resultados se determinó la importancia y magnitud de la problemática que se genera a partir de la acumulación de las llantas en la ciudad. Se presentaron estrategias y actividades con las que se busca contrarrestar esta problemática de la llanta usada, entre ellas minimización en la generación, recolección y transporte, almacenamiento y disposición final. Se proponen alternativas de disposición final que fueran factibles en lo técnico, económico y social, también se hizo énfasis en proponer alternativas que pudieran ser desarrolladas al interior de la ciudad para lograr en la medida de lo posible que una parte de las llantas generadas pudieran ser utilizadas en proyectos

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Occidente UR Los Mochis, marco.arciniega@uadeo.mx, ORCID: 0000-0001-8532-7130

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Occidente UR Los Mochis, jeovan.avila@uadeo.mx, ORCID: 0000-0002-7692-4547

<sup>3</sup> Egresada de la Universidad Autónoma de Occidente UR Los Mochis, paolquintero26@gmail.com, ORCID: 0009-0009-6264-0795

específicos sin un alto costo y con beneficios para población.

**Palabras clave:** residuos, vulcanizadora, valorización.

### Abstract

In recent years, discarded tires have become one of the most polluting sources on the planet, they become the ideal habitat for vectors such as rodents and mosquitoes that transmit different diseases such as dengue and chikunguya, in addition to taking approximately 1000 years to degrade. The present investigation consists of designing a proposal for a comprehensive management plan for used tires in the city of Los Mochis, Sinaloa due to the environmental and social problems that the inefficient management of this special management residue entails. A census of the tire shops and vulcanizers was

carried out to obtain a diagnosis of the current situation of the management of the tires generated through a survey with questions about the number of tires generated, their storage and final disposal. With the results, the importance and magnitude of the problem that is generated from the accumulation of tires in the city was determined. Strategies and activities were presented that seek to counteract this used tire problem, including minimization in generation, collection and transportation, storage, and final disposal. Final disposal alternatives are proposed that are technically, economically and socially feasible, emphasis was also placed on proposing alternatives that could be developed within the city to achieve, as far as possible, that a part of the tires generated could be used in specific projects without a high cost and with benefits for the population.

**Keywords:** waste, vulcanizer, recovery.

## INTRODUCCIÓN

La pandemia por COVID-19 produjo problemas a nivel global en el área social, económica y ambiental, en México se dio prioridad a satisfacer las necesidades básicas como la producción de alimentos y del sector salud en la fabricación de medicinas y artículos de atención a las personas contagiadas por el virus (Cobi, 2020). En la actualidad se está regresando a la nueva normalidad y es necesario retomar los temas ambientales para dar un manejo adecuado a los residuos sólidos.

Aunque la generación de residuos sólidos aumento en las instituciones de atención a la salud como son guantes, mascarillas, gel hidroalcohólico y el uso de productos que sirven para mantener a salvo a las personas contagiadas (Sanoja, 2021), estos residuos al no ser manejados de una manera correcta están ocasionando efectos adversos al medio ambiente contaminando suelos, cuerpos de agua y el aire.

Sin embargo, otras actividades económicas disminuyeron a raíz de la pandemia como es el transporte y el sector automotor, dentro de este último se redujo la fabricación de accesorios y uno de los más significativos son los neumáticos. Durante la cuarentena el sector de transporte de pasajeros estuvo completamente detenido, así como el movimiento de carros livianos (Vargas,

2020). Lo anterior provocó que los servicios que proporcionan las llanteras y vulcanizadoras bajaran y por lo tanto disminuyeron la generación de llantas usadas.

En el año 2020 a consecuencia de la pandemia, disminuyó el 20% de la comercialización de neumáticos para reemplazo y debido a la medida la "Sana Distancia" implementada para disminuir el número de contagios, generó una reducción en el movimiento de las personas en ciudades y carreteras, lo que impactó a tanto a la comercialización de ruedas, producción y venta de nuevos vehículos. De enero a junio de 2020, se fabricaron en México 7.3 millones de neumáticos para autos y camionetas, lo que significa una reducción de 43.6 % en comparación con lo registrado en el mismo periodo del 2019 (Sánchez, 2021).

Durante la pandemia se disparó el uso de cubrebocas, agentes sanitizantes, caretas, ropa antimicrobiana, y tapetes, éstos últimos se recomienda el uso en negocios, centros de trabajo, transporte público y en hospitales o clínicas de salud y también en el hogar. Un grupo de investigadores mexicanos del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) con la finalidad de contribuir a la sociedad generando propuestas para mitigar los efectos de la pandemia de COVID 19, diseñaron un tapete sanitizante que tienen origen en el polvo de llanta en un porcentaje en peso de 30 a 100%. De esta manera la fabricación en grandes cantidades de estos tapetes produciría un doble impacto: mitigar la propagación del Covid-19 y proporcionar una adecuada utilización a las llantas residuales (Hernández, Hernández y González, 2020).

La generación de residuos sólidos de todo tipo están en aumento ya que se regresó a la nueva normalidad, los producidos en las llanteras y vulcanizadoras de igual manera son en grandes cantidades convirtiéndose en un problema debido a su mal manejo y a la ausencia de plan para manejarlos de manera adecuada.

El interés por proponer formas para el manejo adecuado de las llantas usadas provenientes de llanteras y vulcanizadoras de la ciudad de Los Mochis, nace por la observación sobre el manejo inadecuado que se le da a este residuo sólido. Gran parte de las llantas luego de su uso, son almacenadas en terrenos baldíos, calles, cuerpos de agua o patios de vivienda ocasionando graves consecuencias ambientales y sociales.

Las llantas usadas además de ser contaminantes visuales, se convierten en el hábitat ideal para vectores como los roedores y mosquitos, que transmiten diferentes enfermedades. Cuando las llantas usadas son quemadas ilegalmente, generan gases contaminantes que contribuyen al calentamiento global y ocasionan problemas a la salud de las personas (Melo, 2019).

En los últimos años, las llantas desechadas se han convertido en uno de los focos más contaminantes sobre el planeta considerándose como un desecho de manejo especial. Se estima que el tiempo de degradación de los neumáticos al aire libre oscila entre los 500 y 1000 años (Leandro, 2022), lo cual representa una

amenaza para el medio ambiente por su lenta degradación y sumado a que no existe un adecuado manejo para su eliminación o una utilización sustentable para este tipo de material, en ocasiones las grandes acumulaciones provocan graves problemas para la salud.

Otro de los problemas que trae consigo el manejo inadecuado de las llantas es su quema directa que genera contaminantes extremadamente nocivos para la salud y gases que contribuyen al calentamiento global, el benceno, el xileno, el etileno y la acetona se encuentran entre los compuestos más peligrosos que se liberan durante la quema de neumáticos (Bissell, 2022). La exposición de las personas a este tipo de emisiones genera impactos significativos a la salud, tanto agudos (de corta duración), como crónicos (de larga duración). En menor intensidad, el manejo inadecuado de llantas usadas tiene un impacto visual, debido al deterioro del paisaje, al almacenamiento de llantas apiladas o dispersas en terrenos; esto demuestra entre otras cosas, una desorganización local del manejo de esa clase de residuos.

En 2015, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, estos objetivos son una herramienta para alcanzar en los países un desarrollo sostenible inclusivo y en armonía con el medio ambiente. Uno de los 17 objetivos es el número 12 “Producción y consumo sostenible” tiene como meta reducir la liberación de residuos al aire, agua y suelo para minimizar los efectos negativos en la salud de las personas y el medio ambiente, además de reducir de manera significativa los desechos a través de la reducción, reciclado, co-procesamiento y reutilización de estos materiales y evitar de esta manera la disposición final (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

La propuesta sobre el plan de manejo integral de llantas usadas, generadas en la ciudad de Los Mochis, se plantea para reducir el mal manejo de estos residuos, a través de la aplicación de estrategias para su manejo y disposición final, las cuales evitaren daños del medio ambiente y de la sociedad en general. Además, es una gran oportunidad para cambiar la visión que se tiene de las llantas usadas como un residuo, y demostrar que es un recurso valioso.

Carrillo y Córdova (2012), realizaron una propuesta de gestión de llantas usadas en el Cantón de Rumiñahui, con la ayuda de encuestas y entrevistas realizadas, llevaron a cabo un análisis de la situación actual del manejo de las llantas usadas dentro del Cantón y con la información obtenida plantearon rutas de recolección que abarcan todos los generadores de llantas usadas, para de esta forma darle una disposición finalmente adecuada a las mismas. Posteriormente analizaron potenciales opciones de reciclaje en el país, considerando experiencias internacionales, ya que actualmente no se tiene un tratamiento tecnificado ni a gran escala para este tipo de residuo. Y finalmente concluyeron que las opciones más adecuadas desde el punto de vista económico, social, técnico e institucional,

son el reencauche, aplicación en obras civiles, elaboración de productos artesanales y aprovechamiento energético.

Por otra parte, en agosto de 2013, la Cámara Nacional de la Industria Hulea (CNIH) presentó un plan de manejo de llantas usadas al director General de Fomento ambiental y Dirección de Gestión Integral de Residuos de la secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) México; en donde presentan Alternativas para el Manejo de los Neumáticos Usados de Desecho. Algunas de las alternativas que se proponen en el término de vida útil de las llantas son la recolección y acopio de las llantas de desecho, dar un valor al neumático usado a través de la consecución de alternativas para utilizar este material como insumo para otros procesos, dar valorización a las llantas usadas de desecho para el co-procesamiento (Transportes y Turismo, 2013).

Así mismo, en octubre de 2011, se llevó a cabo el “plan de manejo de llantas de desecho Municipio de Ojinaga Estado de Chihuahua” cuyo principal atractivo fue la visión integradora del problema de la llanta para aportar soluciones contemplando todo su ciclo de vida y los puntos de conflicto que históricamente se han presentado en las diferentes etapas de ese proceso (Banco de Desarrollo de América del Norte, 2015).

De igual manera, López y Torres (2015), realizaron una propuesta de alternativas para el manejo de las llantas usadas en la ciudad de Bogotá. Ya que en dicha ciudad existe un gran problema con las llantas de vehículos porque después de su vida útil son arrojadas a botaderos, quebradas y muchas veces en las calles, siendo esto un problema de afectación al espacio público y en especial al paisaje. Dentro de las alternativas que proponen para dar una solución a este problema se encuentran el procesamiento de las llantas usadas, el co-procesamiento, la trituración, el asfalto químicamente modificado, la fabricación de baldosas y pistas deportivas, entre otras.

Otro estudio de gran relevancia es el que se realizó en el año 2015 en el área urbana del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, en donde se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual de manejo de los neumáticos usados en la ciudad Quevedo, el cual se efectuó mediante encuestas a los trabajadores de los establecimientos estimando tasas de generación de neumáticos usados por tipo de generador y neumático, se realizó mediante un control de 12 semanas consecutivas en los centros de acopio; para determinar la viabilidad de aplicación de alternativas de tratamiento y disposición final de los neumáticos usados (Gomezcoello y Lay, 2015).

La gestión inadecuada actual de llantas usadas en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa puede ocasionar problemas a la salud pública, ya que las llantas pueden dar lugar a que sean un medio para proliferación de vectores transmisores de enfermedades. Cabe indicar que esta es la principal problemática en lo referente a la salud pública, ya que en depósitos cercanos a hogares pueden ser puntos de

proliferación de enfermedades que afectan a la comunidad, tales como dengue, malaria o chikunguña, en el caso de mosquitos (Ministerio de Salud y Protección Social, s.f) .

Es por ello que se llevó a cabo una propuesta para dar un manejo integral a las llantas, partiendo de un diagnóstico y de la participación pública para determinar cuáles serán las mejores estrategias que deberán implementarse.

## MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se realizó en el municipio de Ahome en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa. Sus coordenadas geográficas son: Al norte 26° 24', al sur 25° 27' de latitud norte; al este 108° 45' y al oeste 109° 27' de longitud oeste. Altura promedio de 12 metros sobre el nivel medio del mar (INEGI, 2021). La ciudad de Los Mochis para el año 2022 concentra una población de 325,000 habitantes (Macrotrends, 2022).

La presente investigación es de tipo descriptivo ya que se pretende describir una situación específica respecto del manejo y disposición final de los llantas usadas en la ciudad de Los Mochis y con base en ello proponer acciones que, con base en criterios de manejo ambiental, se orienten a establecer lineamientos para el manejo y disposición final de las llantas usadas, sirviendo además de apoyo en la prevención y solución del problema ambiental que por mal manejo y disposición final de las llantas usadas se presenta en la ciudad de Los Mochis.

Para la realización del diagnóstico de la situación actual de manejo de las llantas usadas en la ciudad de Los Mochis, se aplicó una encuesta a cada llantería y vulcanizadora establecidas de manera formal, la encuesta se conformó con los siguientes aspectos:

1. Tipo de establecimiento
  - Llantera
  - Vulcanizadora
2. Número de llantas que vende (promedio semanal)
3. Número de llantas usadas desechadas (promedio semanal)
4. ¿Que hacen con las llantas usadas?
  - Se las lleva el usuario
  - Las regala a otra persona
  - Las vende

- Las almacena en el establecimiento
  - Otros
5. Número de llantas usadas que se lleva el usuario
  6. Número de llantas usadas que vende o regala
  7. ¿La persona que se las lleva, que hace con las llantas usadas?
    - Vende a medio uso
    - Para juegos infantiles
    - Uso artesanal
    - Otros
  8. Las llantas usadas que se quedan en el establecimiento.
    - Se las lleva algún trabajador del local
    - Las deposita como desechos comunes
    - Las deja en la calle
  9. Las llantas usadas se almacenan:
    - Al aire libre con cubierta
    - Al aire libre sin cubierta
    - En la bodega

Para llevar a cabo la distribución de los establecimientos generadores de llantas usadas a encuestar, se tomaron las coordenadas de localización de cada llantera y vulcanizadora con un GPS.

La zona de estudio tiene un área total de 34,1 Km<sup>2</sup>., dentro de esa área se encuentra las llanteras y vulcanizadoras localizadas a encuestar. Se aplicó la encuesta a todos los generadores de llantas usadas dentro de la ciudad de Los Mochis que permita realizar el diagnóstico del manejo actual de estos residuos de manejo especial y de esta manera proponer un plan de manejo más apropiado para la ciudad.

Las preguntas fueron del tipo cerrado, entre la información requerida se tiene el tipo de establecimiento, número de llantas que vende y desecha semanalmente, gestión actual, almacenamiento, entre otros.

Durante la aplicación de la encuesta se llevó a cabo un recorrido en toda la ciudad con apoyo de un GPS con la finalidad de localizar a cada llantera y vulcanizadora de la ciudad, fue aplicada a los dueños y trabajadores de los establecimientos de la ciudad (Tabla 1).

La información obtenida fue procesada en el programa Excel para la creación de la base de datos, lo cual permitió realizar el diagnóstico del manejo actual de las llantas usadas en la ciudad de Los Mochis.

**Tabla 1. Establecimientos generadores de llantas usadas que fueron encuestados en la ciudad de Los Mochis**

	<b>Puntos de estudio</b>	<b>Dirección</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1	Vulcanizadora Ortiz	Independencia 2046, San Francisco, 81235 Los Mochis, Sin.	25.802247	-109.014723
2	Vulcanizadora May	Blvd. Zacatecas 1444, Jardines del Bosque, Progresivo San Rafael, 81248 Los Mochis, Sin.	25.82013	-109.00300
3	Vulcanizadora Buenos Aires	Blvd. Jiquilpan, Blvd. Francisco Agraz, 81237 Los Mochis, Sin.	25.810996	-109.003223
4	Vulcanizadora Ulises	Centenario 1491 Sur, Insurgentes, Ahome Los Mochis, Sin.	25.778620	-109.001992
5	Llantera Don Oscar	Veracruz y, Aguascalientes Col, Santa Fe, 81235 Los Mochis, Sin.	25.80169	-109.01337
6	Vulcanizadora Compa Mayel	Huayacanes 1979 Ote., Álamos II, 81248 Ahome Los Mochis, Sin.	25.77214	-108.97966
7	Vulcanizadora Mendívil	Estado de México 1760, Estrella, 81237 Los Mochis, Sin.	25.80627	-109.00769
8	Vulcanizadora Centenario	Blvd. Centenario, Francisco Villa, 81251 Los Mochis, Sin.	25.79291	-109.01652
9	Llantera Herrera 1	Blvd. Colegio Militar 1088, Fracc. Colon, 81278 Los Mochis, Sin.	25.79723	-109.02309
10	Vulcanizadora Gámez	Blvd. Zacatecas 29, San Francisco, 81235 Los Mochis, Sin.	25.80457	-109.01375

---

11	Llantas y Vitalizados de Los Mochis	Blvd. Antonio Rosales 800 B, Salvador Esquer Apodaca, 81270 Sin.	25.77989	-109.00685
12	Llantera Centenario	Blvd. Centenario 93, Francisco Villa, 81251 Los Mochis, Sin.	25.79188	-109.01647
13	Cota Llantas	Antonio Toledo Corro, 81285 Los Mochis, Sin.	25.77558	-108.98584
14	Llantera Herrera 2	Av. Gral. Gabriel Leyva 1521, Insurgentes, Los Mochis, Sin.	25.77889	-109.00211
15	Vysemo (Llantera)	Blvd. Gral. Macario Gaxiola, Morelos, 81290 Los Mochis, Sin.	25.76751	-108.99236
16	Llantera y Car Wash Rodal	12 de octubre 1489, Zafiro, 81271 Ahome Los Mochis, Sin.	25.77618	-109.01928
17	Llantera Los Gallitos	Gral. Macario Gaxiola 966, Roberto Pérez, 81285 Los Mochis, Sin.	25.77653	-108.98591
18	Llantera Móvil Don Gato	Avenida Ayuntamiento 764 pte., Margarita, 81270 Los Mochis, Sin.	25.77888	-109.00684
19	Llantera Nuevo Horizonte	José Aguilar Barraza 3186, Nuevo Horizonte, 81234 Los Mochis, Sin.	25.80823	-109.02674
20	Llantera Herrera 3	Av. Gral. Álvaro Obregón 499 OTE, Centro, 81200 Los Mochis, Sin.	25.78577	-108.98631
21	Llantera Móvil Chacon	Blvd. Rosendo G. Castro Pte. 831, Lázaro Cárdenas, 81256 Los Mochis, Sin.	25.77979	-108.98256
22	Vulcanizadora Ramos	Av. Belisario Domínguez 421, Centro, 81200 Los Mochis, Sin.	25.78363	-108.98551
23	Llantera Seya	Tulipán 575, Ruben Jaramillo, 81230 Los Mochis, Sin.	25.79688	-109.01366
24	Llantera La Escondida	Periodista 1138, Álamos Uno, 81285 Los Mochis, Sin.	25.76841	-108.98709

---

---

25	Llantera el Chino	Blvd. Centenario 2666, Valle Cañaveral, 81233 Los Mochis, Sin.	25.79815	-109.02686
26	Llantera Herrera 4	Blvd. Jiquilpan 500, Jiquilpan, 81220 Los Mochis, Sin.	25.80548	-108.98687
27	Llantera Goodyear	Gabriel Leyva, 81200 Los Mochis, Sin.	25.78217	-109.00858
28	Llantera y Servicios Zavala	Blvd. Pedro Anaya 94, San Fernando, 81270 Los Mochis, Sin.	25.76778	-109.00581
29	Llantera Iván	Avenida Ayuntamiento 619, Salvador Esquer Apodaca, 81270 Los Mochis, Sin.	25.77774	-109.00524
30	Llysen	Calle Ignacio Allende 1385 Sur, Insurgentes, 81280 Los Mochis, Sin.	25.77744	-108.99852

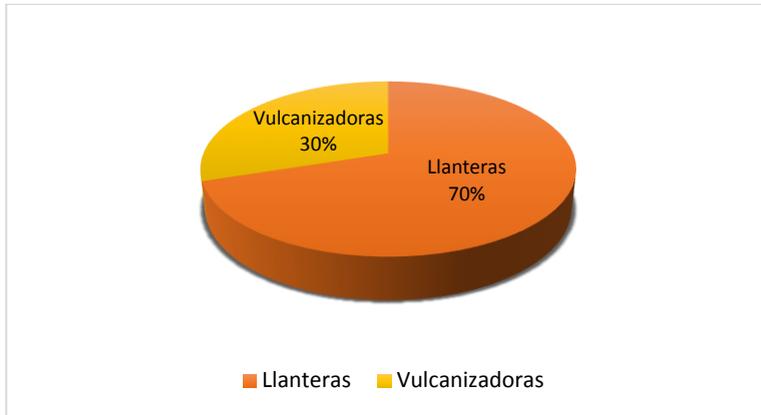
---

**Fuente:** Elaboración propia.

Del total de 30 establecimientos generadores de llantas usadas que se identificaron con GPS, 21 de ellas son llanteras y 9 vulcanizadoras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

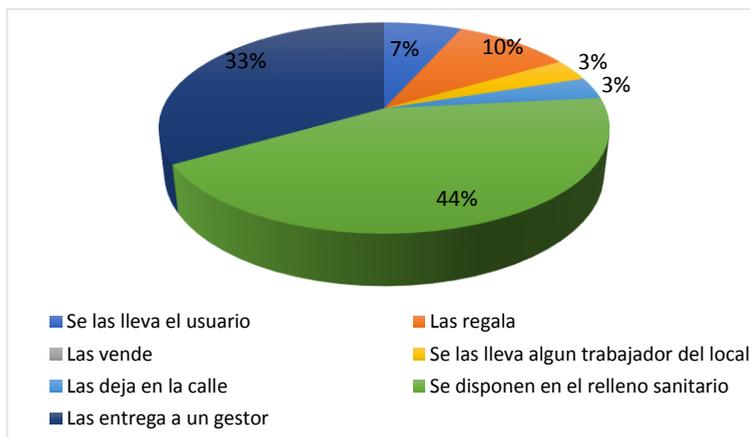
Se aplicó encuestas a los trabajadores y empleados de los diferentes establecimientos donde se recopiló información que ayude a obtener un diagnóstico del manejo actual de las llantas usadas. A continuación, en las siguientes figuras se muestran los resultados:



**Figura 1.** Resultados de la Pregunta 1. ¿Qué tipo de establecimiento es?

**Fuente:** Elaboración propia.

El 70% de los establecimientos encuestados corresponden a llanteras en las cuales se realiza la venta de neumáticos, rines, y servicios de alineación y balanceo, y el 30% corresponde a vulcanizadoras en donde se realizan reparaciones de neumáticos por ponchaduras, cambio de pivotes y venta de llantas usadas (Figura 1). Es importante mencionar que en las llanteras la cantidad de llantas usadas que se generan es en mayor cantidad que en las vulcanizadoras, ya que en éstas últimas las llantas son reparadas y vueltas a usar mientras que en las llanteras son sustituidas por nuevas y las usadas son desechadas.



**Figura 2.** Resultados a la Pregunta 2. ¿Qué pasa con las llantas usadas que se almacenan en el local?

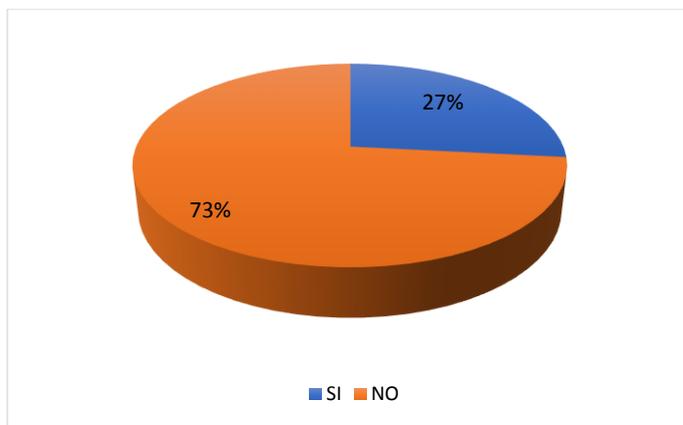
**Fuente:** Elaboración propia.

Un 44% de las llantas usadas se disponen en el relleno sanitario; seguido de un 33% que son entregados a un gestor; un 10% se regalan; un 7% se los lleva el usuario, un 3 % se las lleva algún trabajador del local y otro 3% las deja en la calle (Figura 2).

Cabe mencionar que los rellenos sanitarios únicamente reciben residuos sólidos urbanos (RSU), principalmente los que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; pero no deberían de recibir llantas usadas ya que son considerados residuos de manejo especial.

La mejor opción es entregarlos a un gestor para que sean reutilizadas o se les dé una disposición final adecuada de una manera segura.

Durante los recorridos realizados en la ciudad se observó que existen muchas llantas abandonadas en terrenos baldíos, calles, cuerpos de agua y acumulados en casas lo anterior se debe a que muchos de los usuarios que generan llantas no saben qué hacer con ellas y recurren a estas opciones para deshacerse de ellas.



**Figura 3.** Resultados de la Pregunta 3. ¿Tiene un sitio para almacenar las llantas usadas?

**Fuente:** Elaboración propia.

El 73% de los establecimientos no cuentan con un lugar para almacenar los neumáticos, y un 27% si cuentan (Figura 3).

El hecho de no contar con un lugar seguro destinado para almacenar las llantas usadas, no se garantiza un control de estos residuos, estando susceptibles a un mal uso de ellas, o que vayan a parar a lugares donde tengan impactos a diferentes ecosistemas.



**Figura 4.** Resultados de la Pregunta 4. ¿Qué características tiene el sitio de almacenamiento temporal?.

**Fuente:** Elaboración propia.

El 80% de los establecimientos deja los neumáticos usados al aire libre sin cubierta; un 17% al aire libre con cubierta, y solo el 3% cuenta con una bodega (Figura 4).

En la Figura 4, se refleja la falta de control en el manejo de las llantas usadas, ya que la mayoría de los establecimientos las almacenan en un lugar al aire libre, esto puede traer como consecuencia la proliferación de fauna nociva, ya sean roedores o mosquitos los cuales son un problema de salud pública al transmitir enfermedades como dengue, malaria o chikunguña, en el caso de mosquitos.

**Tabla 2. Resultados de la Pregunta 5. ¿Cuál es el número de llantas que vende (promedio semanal)?**

Tipo de establecimiento	Llantas que vende (semana)	Llantas que desecha (semana)
<b>Llantera</b>		
1 Llantera Don Oscar	15	40
2 Llantera Herrera 1	28	15
3 Llantas y Vit. de Los Mochis	150	10
4 Llantera Centenario	15	20
5 Cota Llantas	25	15

6	Llantera Herrera 2	15	18
7	Vysemo (Llantera)	10	20
8	Llantera y Car Wash Rodal	15	20
9	Llantera Los Gallitos	20	40
10	Llantera Móvil Don Gato	5	15
11	Llantera Nuevo Horizonte	3	14
12	Llantera Herrera 3	12	20
13	Llantera Móvil Chacon	15	20
14	Llantera Seya	20	25
15	Llantera La Escondida	0	10
16	Llantera el Chino	0	15
17	Llantera Herrera 4	15	10
18	Llantera Goodyear	100	15
19	Llantera y Servicios Zavala	30	30
20	Llantera Iván	15	20
21	Llysen	25	30
	Subtotal	533	422
	<b>Vulcanizadora</b>		
22	Vulcanizadora Ortiz	20	20
23	Vulcanizadora May	8	15
24	Vulcanizadora Buenos Aires	6	50
25	Vulcanizadora Ulises	8	15
26	Vulcanizadora Compa Mayel	10	15
27	Vulcanizadora Mendívil	0	8
28	Vulcanizadora Centenario	0	10
29	Vulcanizadora Gámez	15	30
30	Vulcanizadora Ramos	4	10
	Subtotal	71	203
	<b>TOTAL</b>	<b>604</b>	<b>625</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Las llanteras son los establecimientos que más llantas usadas desechan, con un subtotal de 422 llantas y las vulcanizadoras 203, dando un total de 625 llantas

a la semana. Esto implica un total de aproximadamente 2,500 llantas al mes y 30,000 llantas anualmente (Tabla 2).

Por lo que es importante el diseño e implementación de un plan de manejo de las llantas usadas en la ciudad de Los Mochis para evitar daños a los ecosistemas y salud de las personas debido a un mal uso y disposición final.

### **Propuesta de plan de manejo integral de llantas usadas**

El plan de manejo es el instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial, y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral.

*Los objetivos de este Plan de Manejo de llantas son:*

1. Minimizar la contaminación ambiental y los efectos adversos a la población, que se generan por la disposición inadecuada de las llantas de usadas.
2. Conseguir un mejor aprovechamiento de las llantas usadas a través de la difusión de las actividades, el apoyo a las personas o empresas dedicadas a la parte final del proceso (reciclaje, reúso o recuperación), y mediante la innovación para encontrar formas adicionales en las que puedan ser usados estos recursos.
3. Concientizar a la población en general, incluyendo a los actores identificados en este Plan de Manejo, sobre la necesidad de trabajar en conjunto para eliminar el problema que se genera por el mal manejo de las llantas.
4. Concertar con las autoridades para conseguir los mecanismos adecuados que faciliten la recolección y el acopio de las mismas.
5. Cambiar la visión que se tiene de las llantas usadas como un residuo, y demostrar que es un recurso valioso.

El plan de manejo que se propone consiste en estrategias que aporten a una solución integral del problema de la llanta contemplando todo su ciclo de vida, desde que esta fue fabricada hasta que ha llegado a una condición de desecho y eliminación, las estrategias son cuatro:

- I. Minimización
- II. Recolección y transporte

III. Almacenamiento

IV. Disposición final

### Minimización en la generación de llantas de usadas

El propósito objetivo es desarrollar campañas permanentes de orientación y concientización dirigidas a los usuarios y demás actores del plan de manejo (Tabla 3), en el que se explique la importancia del uso adecuado de las llantas y como consecuencia disminuir la generación de llantas de desecho a través de incrementar su vida útil.

**Tabla 3. Plan de manejo. Minimización de la generación de llantas usadas**

Autoridad Competente	Estrategias	Actividades
Gobierno	Implementación de campañas de seguridad vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A través de comunicados de radio y televisión</li> <li>• Mediante redes sociales (Facebook)</li> <li>• Módulos de información, trípticos.</li> </ul>
Fabricantes y comercializadores	Campaña de concientización a los automovilistas sobre el estado de sus neumáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el uso de calibradores de presión y calibradores de profundidad.</li> <li>• Seminarios técnicos sobre conocimiento del neumático.</li> </ul>
	Conocimiento del neumático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales con información técnica del neumático</li> <li>• Trípticos, posters, páginas Web.</li> <li>• Cursos.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

### Recolección y transporte de llantas de desecho

El objetivo es recolectar llantas desde cualquier sitio en que estas se encuentren o que se puedan encontrar en el futuro (Tabla 4). Recuperar las llantas de usadas que se encuentran dispersas por toda la ciudad, tanto en las vías públicas, lotes

baldíos, canales, drenes, patios, casas particulares y techos y asegurar que las llantas de desecho puedan llegar a los sitios de acopio de una forma eficiente y sencilla, con la finalidad de desarrollar una campaña de recolección eficiente, acabar con el problema de la llanta usada fuera de control tanto presente como futura.

**Tabla 4. Plan de manejo. Recolección y transporte de llantas de desecho**

Autoridad Competente	Estrategias	Actividades
Gobierno	Implementación de una campaña de recolección de llantas usadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir los tiempos de aplicación de la campaña.</li> <li>• Determinar la frecuencia y los horarios de recolección de las llantas de desecho.</li> <li>• Identificar los sitios con acumulamientos de llantas.</li> <li>• Diseñar rutas para la recolección de llantas.</li> <li>• Lanzar una convocatoria a voluntarios para participar en la campaña.</li> <li>• Promover denuncia ciudadana por abandono de llantas en lotes baldíos u otros lugares.</li> <li>• Difusión para el conocimiento de la implementación de la campaña de recolección por radio o por redes sociales</li> </ul>
Usuario/Generador	Disposición adecuada de las llantas de desecho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregar las llantas de desecho a recolectores.</li> <li>• Realizar denuncia en contra de personas que tiren o abandonen llantas en la vía pública u otros lugares.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

### Almacenamiento de llantas de desecho

El objetivo es instalar un centro de acopio para almacenar de una manera ambientalmente segura las llantas generadas en la ciudad (Tabla 5), con el propósito de crear espacios para involucrar a los ciudadanos en el manejo adecuado de las llantas de desecho e invitar a los generadores de llantas de desecho de la ciudad a que acudan a entregar las llantas que ya no utilicen, con lo anterior se pretende disminuir con el mal almacenamiento de las llantas de

desecho incitando a los ciudadanos a depositarlas en los centros de acopio y no en el medio ambiente.

**Tabla 5. Plan de manejo. Almacenamiento de llantas de manejo**

Autoridad Competente	Estrategias	Actividades
Gobierno	Instalación de un centro de acopio de llantas bajo las especificaciones técnicas de SEMARNAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y acondicionar el área para el centro de acopio</li> <li>• Solicitar permisos</li> <li>• Definir el tipo de centro de acopio y la cantidad de llantas a recibir</li> <li>• Determinar el tipo de llantas a recibir según su tamaño</li> <li>• Determinar el almacenamiento de las llantas (se recomienda que sea cerrado)</li> <li>• Determinar el acomodo de llantas según su tamaño y</li> <li>• Clasificar las llantas según su tamaño</li> <li>• Determinar las características de las llantas que entran a los centros de acopio (Tipo y Tamaño)</li> <li>• Elaborar un inventario por cada llanta recibida</li> <li>• Brindar una remuneración por cada llanta recibida</li> <li>• Contratar personal y capacitarlo para que opere el centro de acopio.</li> <li>• Difusión para el conocimiento de la implementación de la campaña de recolección por radio o redes sociales.</li> </ul>
Usuario/Generador	Disposición adecuada de las llantas de desecho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregar las llantas de desecho a los centros de acopio</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

## Disposición final

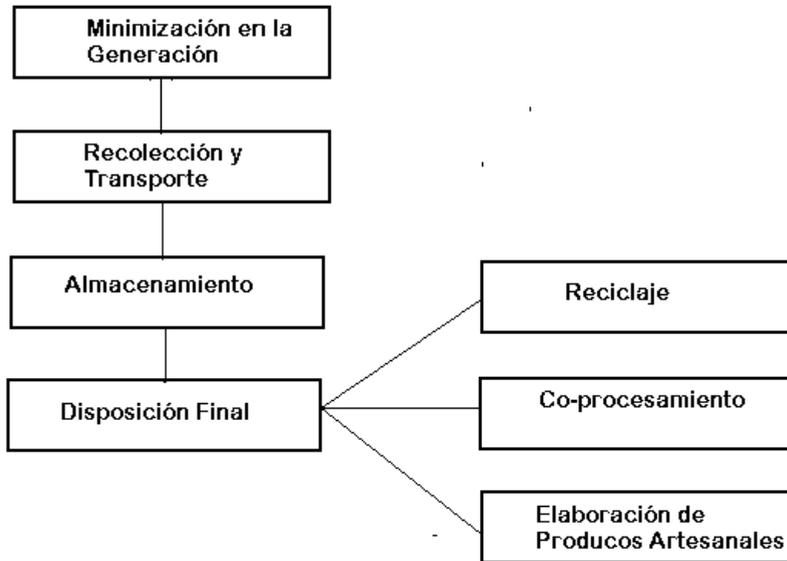
Se pretende disponer las llantas de manera segura en una planta recicladora para que se le proporcione un valor a través de utilizar este material como insumo para otros procesos. El reciclaje de las llantas produce materia prima (caucho) que sirve para la fabricación de carreteras, suelas de zapatos, topes, etc. Los objetivos son asegurar que a las llantas de desecho que sean enviadas a la planta recicladora se les dé una adecuada disposición final (Tabla 6). Fomentar la cultura del reciclaje de las llantas de desecho con potencial de aprovechamiento. Con estas actividades se busca disminuir con la mala disposición de las llantas para evitar que se ponga en riesgo la salud y el bienestar de la población y del medio ambiente. Dentro de las alternativas de disposición final se encuentran la trituración y reciclaje, el co-procesamiento y la elaboración de productos artesanales.

**Tabla 6. Plan de manejo. Disposición final**

<b>Autoridad Competente</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Actividades</b>
Gobierno	Disponer las llantas de desecho a una planta de reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la planta de reciclaje de llantas más cercana</li> <li>• Establecer las reglas de operación</li> <li>• Elaborar el calendario de envío y transporte de las llantas</li> </ul>
Empresa recicladora	Involucramiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en las actividades promovidas por el gobierno.</li> </ul>
Recolectores y Centros de Acopio	Acuerdos de cooperación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinar la captación de neumáticos usados de desecho de los Recolectores y Centros de Acopio hacia la recicladora</li> </ul>
Fabricantes e importadores	Promover el negocio del reciclaje y co-procesamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar programas de investigación para el reciclaje de los componentes del neumático usado de desecho</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se presenta un resumen de las estrategias de manejo integral.



**Figura 5.** Estrategias para el manejo integral de llantas usadas.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Alternativas de disposición final**

*Reciclaje:* Es una de las actividades que ha tomado fuerza en los últimos años y son empresas que se encargan de darle una segunda vida a las llantas usadas, ya sea como productos para el hogar, productos industriales o servir como base para nuevos neumáticos.

*Reutilización:* Una vez que se tiene el caucho limpio, éste tiene múltiples aplicaciones, ya sea como material de construcción, material de reducción de vibraciones o como materia prima para fabricar zapatos, tapetes, bolsas, mangueras y plásticos diversos, muchos de los cuales son usados en la industria automotriz.

*Co-procesamiento:* Desde aproximadamente tres décadas atrás, las industrias alrededor del mundo buscan cómo reducir costos en el uso de combustibles para llevar a cabo sus actividades debido a las crisis de combustibles que a lo largo de la historia se han evidenciado. Entre estas industrias se encuentran las cementeras, que en sus procesos de producción de clínker utilizan hornos que alcanzan altas temperaturas (superior a 1200°C) y hace propio el uso de

combustibles alternativos, como son aceites usados, cascarilla de arroz, residuos forestales, residuos plásticos, llantas usadas, etc.

El uso de estos combustibles además de ayudar en el campo económico y productivo, toma en cuenta variables ambientales al convertirse en destino final para ciertos residuos, como por ejemplo las llantas usadas, que en muchos casos se han convertido en pasivos ambientales o no tienen tratamiento y disposición final adecuados, siendo así un problema ambiental.

*Productos artesanales:* Los productos elaborados artesanalmente con llantas usadas pueden utilizar tanto llantas enteras como en fragmentos. Este tipo de reciclaje involucra la creatividad, imaginación y capacidad de aprovechar de la mejor manera el residuo, pudiéndose encontrar una amplia gama de productos en el mercado.

Las llantas usadas se pueden emplear para elaborar obras de arte que son muy apreciadas por el público, por ejemplo, maceteros, sillas y mesas para jardín, juegos infantiles, adornos para el hogar, columpios, lavabos, sillones entre otros.

## CONCLUSIONES

La deficiente gestión de llantas de desecho a nivel nacional, representa un problema de salud pública y genera diversos impactos al ambiente, por lo que es importante desarrollar un modelo para su manejo adecuado. Con esto se logrará prevenir el abandono de llantas de desecho y el inadecuado almacenamiento de estas, con lo que se reducirán los impactos tanto a la salud como el medio ambiente, mejorando la calidad de vida de la población.

En la ciudad de Los Mochis se evidencia una falta de preocupación con respecto al manejo de llantas usadas. Esto se debe principalmente a una falta de norma específica para llantas usadas.

Los establecimientos están ubicados en diferentes puntos que abarcan toda la ciudad. La mayoría de los establecimientos no cuentan con un sitio apropiado para el almacenamiento; los neumáticos permanecen al aire libre. Algunos de estos cuentan con la visita de un gestor, sin embargo, esta no es constante y no se tiene una noción del manejo que se le da a las llantas.

Tanto la recolección como el almacenamiento representan una fuente de trabajo para las personas de la ciudad de Los Mochis, y el centro de acopio debe ser un lugar cerrado para evitar el ingreso de agua en caso de lluvia y cumplir con los aspectos de seguridad.

Las llantas usadas pueden aprovecharse enteras, cortadas o trituradas. Haciendo posible su uso como materia prima en procesos de reciclaje físico y de aprovechamiento energético. Entre las alternativas de disposición final de las llantas usadas en la ciudad de Los Mochis, son: Trituración y reciclaje, Co-procesamiento y elaboración de productos artesanales.

La alternativa de disponer las llantas de desecho a una planta de reciclaje para que sean trituradas y utilizadas materia prima para la elaboración de productos como suelas de zapatos, césped, tapetes, etc.; es la alternativa más viable para aprovechar éste residuos de manejo especial y evitar que termine en lugares donde puede permanecer por cientos de años.

El potencial de aprovechamiento energético de las llantas usadas de la ciudad de Los Mochis podría ser una buena opción de disposición final, sin embargo, las cementeras que existen en el país se encuentran muy alejadas de la ciudad.

Si existiera en cada una de las ciudades de México un plan de manejo de llantas y cualquier residuo sólido, estarías encaminados a lograr las metas del objetivo 12 de los Objetivos de desarrollo Sostenible de la ONU.

## LITERATURA CITADA

- Banco de Desarrollo de América del Norte, (2015). Proyecto de Manejo Integral de Residuos Sólidos Municipales en Ojinaga, Chihuahua. Recuperado de <https://www.nadb.org/es/nuestros-proyectos/proyectos-de-infraestructura/proyecto-de-manejo-integral-de-residuos-solidos-municipales-en-ojinagachihuahua>
- Bissell, T. (2022). *¿Cómo afecta la quema de llantas al medio ambiente?* [Mensaje en un Blog] Recuperado de <https://ecogreenequipment.com/es/how-does-burning-tires-affect-the-environment/>
- Carrillo Flor, K. G., & Córdova Tafur, S. S. (2012). *Propuesta de Gestión de Llantas Usadas en el Cantón Rumiñahui*. (Tesis inédita de Licenciatura, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador). Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4432>.
- COBI. 2020. Impactos ambientales a partir del COVID-19: perspectivas de las comunidades pesqueras. *Comunidad y Biodiversidad*. Recuperado de [https://cobi.org.mx/wp-content/uploads/2020/11/COBI\\_Covid19-impacto-ambiental-16nov20.pdf](https://cobi.org.mx/wp-content/uploads/2020/11/COBI_Covid19-impacto-ambiental-16nov20.pdf)

- Gomezcoello, H., A. y Lay, A., G. (2015). *Propuesta de manejo de neumáticos usados en la ciudad de Quevedo*. (Tesis de Pregrado - Gestión Ambiental, Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/278>.
- Hernández, J., Hernández, E., González, P. (2020). Prototipos de tapetes desinfectantes fabricados con polvo de llanta. *Centro de Investigación en Química Aplicada - Gobierno de México*. Recuperado de <https://ciqa.mx/TapetesDesinfectantes.aspx>
- INEGI. (2021). *Aspectos Geográficos*. Recuperado de [https://inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen\\_25.pdf](https://inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_25.pdf)
- Leandro, R. (2021). *¿Cuántos Años Tarda En Degradarse La Llanta?* [Mensaje en un Blog] Recuperado de <https://yokohamamexico.com.mx/llantas/cuantos-anos-tarda-en-degradarse-la-llanta.html>.
- López, J. D., & Torres Trujillo, J. (2015). *Alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá*. (Trabajo de grado modalidad monografía presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo en Saneamiento Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4006/proyecto%20de%20grado%20JJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Macrotrends, 2022. *Los Mochis, México Metro Área Population 1950-2023*. Recuperado de <https://www.macrotrends.net/cities/21848/los-mochis/population>
- Melo, (2019). *Evaluación de la Gestión Pública de las Llantas Usadas en Bogotá*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales Departamento de Ciencias Políticas y Sociales Maestría en Políticas Públicas). Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76721/1026274618.2019.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Ministerio de Salud y Protección Social, s.f. *Recomendaciones para controlar los mosquitos*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/Paginas/enfermedades-transmitidas-por-el-Aedes-aegypti.aspx>.
- Organización de las Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-produccion/>

- Sánchez, A. (2021). COVID ‘desinfla’ 20% las ventas de llantas de reemplazo en México. *El Financiero*. Recuperado de <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/covid-desinfla-20-las-ventas-de-llantas-de-reemplazo-en-mexico/>.
- Sanoja, M. (2021). El impacto medioambiental de la covid-19, un año después. *Ethic*. Recuperado de <https://ethic.es/2021/05/el-impacto-medioambiental-de-la-covid-19-un-ano-despues/>
- Transportes y Turismo (2013). *Plan de Manejo de Neumáticos Usados de Desechos*. Recuperado de <https://www.tyt.com.mx/nota/plan-de-manejo-de-neumaticos-usados-de-desecho>.
- Vargas, L. (2020). La importación de llantas cayó 50% durante la pandemia del covid-19 debido al bajo consumo. *La República*. Recuperado de <https://www.larepublica.co/empresas/por-bajo-consumo-las-importaciones-de-llantas-cayeron-50-durante-la-pandemia-3103777>

## SÍNTESIS CURRICULAR

### **Marco Arturo Arciniega Galaviz**

Profesor de Tiempo Completo del PE de Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Occidente unidad Los Mochis. Maestría en Ciencias en Química realizada en el Centro de Graduados e Investigación del Instituto Tecnológico de Tijuana. Doctorado en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales en la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa. Estancia Posdoctoral en la Universidad Autónoma Indígena de México. Integrante del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos en la categoría de Investigador Honorífico. Reconocimiento a Perfil Deseable en el año 2022. Miembro del Cuerpo Académico en Formación “Ciencia ambiental y aprovechamiento sustentable de recursos naturales”. Distinción como candidato al Sistema Nacional de Investigadores de CONACyT.

### **Jeován Alberto Ávila Díaz**

Profesor de Tiempo Completo del PE de Ingeniería Ambiental perteneciente al Departamento Académico de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, es Biólogo Ecológico por la Universidad de Occidente, con Maestría en Agricultura Orgánica Sustentable por la Universidad Juárez del Estado de Durango y Doctorado en Sustentabilidad por la Universidad Autónoma de Occidente. Es miembro del Sistema Sinaloense

de Investigadores y Tecnólogos (SSIT), perfil deseable PRODEP, y miembro del Cuerpo Académico Ciencia Ambiental y aprovechamiento sustentable de Recursos Naturales. Distinción como candidato al Sistema Nacional de Investigadores de CONACyT.

**Paola Ochoa Quintero**

Ingeniera Ambiental egresada de la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Los Mochis en la generación 2017-2021 en el área de acentuación de Control y Manejo Ambiental.