

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARACTERIZACIÓN DE LOS PATRONES DE
INSUSTENTABILIDAD EN LAS CARROCERÍAS MEXICANAS**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

PRESENTA:

ANDREA GUADALUPE ZAVALA REYNA

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA NORTE

NOVIEMBRE 2007

ÍNDICE

RESUMEN	8
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	9
OBJETIVO ESTRATÉGICO	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
JUSTIFICACIÓN	11
INTRODUCCIÓN	13
METODOLOGÍA	15
Enfoque Metodológico	15
Alcance	15
Diseño Metodológico	16
Análisis Literario	16
Selección de la Información	17
Instrumentos	17
Selección del Objeto de Estudio	18
Muestreo	18
Aplicación de los Instrumentos en las Carrocerías	19
Análisis de los Datos	22
CAPITULO I. ANÁLISIS LITERARIO	23
Desarrollo Sustentable	23
Ecología Industrial	27
Producción más Limpia y Prevención de la Contaminación	30
Producción Sustentable	35
Riesgos Ambientales y Ocupacionales en las Carrocerías	36
Carrocería	36
Riesgos Ocupacionales	39
Riesgos Ambientales	41
Prácticas de Prevención de la Contaminación en las Carrocerías	45
CAPITULO II. PRÁCTICAS DE SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL EN LAS CARROCERÍAS MEXICANAS	50

Encuesta para carrocerías	51
Exposición a isocianatos/Encuesta para trabajadores	58
Encuesta para proveedores de pinturas y solventes para carrocerías	63
Cuestionario de vecinos	65
CAPITULO III. PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LAS CARROCERÍAS MEXICANAS	68
Características socio-económicas de las carrocerías	68
Riesgos ocupacionales y ambientales en las carrocerías hermosillenses	70
Riesgos químicos	70
Riesgos Físicos	76
Riesgos Ergonómicos	77
Riesgos ambientales	78
Aire	78
Agua y suelo	79
DISCUSIÓN	82
Grupos de interés en un Programa de Prevención de la Contaminación en las carrocerías mexicanas.	92
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS	101
ANEXOS	114

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operaciones en una carrocería	37
Tabla 2. Información general de las carrocerías investigadas	51
Tabla 3. Localización de carrocerías en área residencial	51
Tabla 4. Categoría de los trabajadores	52
Tabla 5. Sistemas de ventilación	53
Tabla 6. Equipo en las carrocerías	53
Tabla 7. Respiradores y programas de protección	54
Tabla 8. Guantes utilizados en las operaciones de una carrocería	55
Tabla 9. Overoles, uniformes y protección para el rostro	56
Tabla 10. Resumen de los resultados	57
Tabla 11. Información de los empleados y de su exposición a los isocianatos	58
Tabla 12. Información sobre el equipo de protección personal	59
Tabla 13. Historial medico	59
Tabla 14. Síntomas actuales	60
Tabla 15. Historial social	61
Tabla 16. Historial médico familiar	61
Tabla 17. Información general de los proveedores de pinturas y solventes	62
Tabla 18. Venta de productos químicos al mes (en litros)	63
Tabla 19. Información sobre regulaciones	63
Tabla 20. Programa de comunicación de riesgos	64
Tabla 21. Información emitida por los vecinos	65
Tabla 22. Inconformidades manifestadas por los vecinos	65
Tabla 23. Síntomas experimentados por los vecinos	66

LISTA DE FIGURAS Y FOTOS

Fig. 1. Marco conceptual del Desarrollo Sustentable	27
Fig. 2. Jerarquía de la Prevención de la Contaminación	35
Foto 1. Proceso de carroceado y pintado de un automóvil	39
Foto 2. Taller de carrocería instalado en el porche de una casa habitación	69
Foto 3. Área de pintado improvisada	70
Foto 4. Cabina de pintado en un cuarto improvisado	70
Foto 5. Lugar de preparación de materiales (Mixing room)	71
Foto 6. Aplicación de bondo a nivel piso	72
Foto 7. Pintor realizando la operación de pintado sin protección	72
Foto 8. Preparación de pintura sin ningún tipo de protección	73
Foto 9. Área de almacenaje	74
Foto 10. El etiquetado de advertencia de las pinturas no puede distinguirse por los sucios de los contenedores	74
Foto 11. Trabajo mecánico de enderezado de un chasis	75
Foto 12. El desorden de una carrocería	75
Foto 13. Posturas incómodas para realizar operaciones	76
Foto 14. Carrocería en zona residencial	77
Foto 15. Rociado de pintura al aire libre	78
Foto 16. Agua contaminada en el piso de la carrocería	78
Foto 17. Los residuos sólidos se desechan en la basura normal	79
Foto 18. El lijado de la lámina incorpora otra fuente de contaminación	79

AGRADECIMIENTOS

Quiero externar mi agradecimiento a mi director de tesis Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras por su paciencia, orientación y confianza para dirigirme durante todo el proceso de formación en la maestría; pero sobre todo quiero agradecer a mi gran amigo Pichy, quien siempre me apoyo y tuvo fe en mí.

Mi más profundo agradecimiento y cariño para mi cuñado, hermano, compadre e inspirador académico Julio Luna, quien con su gran paciencia y sabiduría convirtió a la “Bestia en la Bella”.

Al Dr. Dhimiter Bello quien con sus conocimientos y experiencia en el tema, me orientó y ayudo en los primeros pasos de esta investigación.

También quiero agradecer al Dr. Rafael Moure-Eraso por su tiempo y disposición, pero sobre todo por su comprensión; a la Dra. Nora Munguía, quien además de guiarme académicamente es una gran amiga y al Dr. Israel Saucedo quien ha resultado un gran apoyo en la UABC.

A los tres hombres mas importantes en mi vida Ariel, Ariel jr y Andrés por su amor, paciencia y por todos los momentos que no estuve con ellos.

A mi papá, quien siempre está conmigo. A mi mamá, hermanos, hermanas, cuñadas, cuñados, sobrinos, sobrinas, en fin a toda mi maravillosa familia por apoyarme siempre y esperar con paciencia a que terminara para reintegrarme como antes.

A mis compañeros y colegas del grupo de Desarrollo Sustentable, Taddei, Amina, Platt, Javier, Panchita, Mirna gracias por todos los momentos difíciles y divertidos que hemos pasado.

Un especial reconocimiento al Lic. Narciso Navarro Gómez, Alma Maldonado Escobedo, Sarahí Pacheco Villareal, Viridiana Vallejo Navarrete, Diana Guajardo Rubio, Suzel Corona Cortéz, Héctor Cabrera Valladares, Alejandro Medina Ley por su valiosa colaboración para que este proyecto fuera posible.

Pero sobre todo, quiero agradecer a todos los propietarios y trabajadores de las carrocerías participantes en este estudio por su entusiasmo, participación e interés por colaborar con el proyecto. A ellos, quienes día a día laboran bajo condiciones de riesgo que los exponen a sufrir daños en su salud y deteriorar al medio ambiente.

RESUMEN

Los llamados talleres de carrocería en México, generalmente son negocios pequeños y de carácter familiar que utiliza en sus operaciones algunos químicos peligrosos los cuales incluyen isocianatos, solventes, cloruro de metileno, pinturas que contienen metales pesados, etc. El uso de estos químicos representa un riesgo para la salud de los trabajadores y para el medio ambiente debido a sus inadecuadas practicas de trabajo, falta de controles para la exposición, mal manejo de los residuos peligrosos, entre otros. Esta industria ha sido estudiada en los países desarrollados, pero hasta donde se tuvo conocimiento no existe estudio alguno en los países en desarrollo.

Fue a través del análisis de los resultados que se encontraron las respuestas de las preguntas de investigación que dieron origen a la presente tesis. El dar respuesta permitió identificar los riesgos ocupacionales y ambientales a los cuales están expuestos los trabajadores del sector de las carrocerías en la ciudad de Hermosillo; por otra parte, se obtuvo información que permitió decidir si es factible o no aplicar técnicas de Producción más Limpia y Prevención de la Contaminación en ellas y por último, conocer si la comunidad aledaña a estos establecimientos está siendo afectada por sus operaciones

El estudio también permitió detectar varias áreas de oportunidad para desarrollar e implementar un programa de Prevención de la Contaminación que permita reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales generados por las carrocerías hermosillenses.

ABSTRACT

The body shops in Mexico are generally small and familiar business that uses in their operation some hazard chemicals; these chemicals include diisocyanates, solvents, methylene chloride, paint that contains heavy metals, etc. The use of these chemicals represent an employee's health risk and environmental risk due the inadequate work practices, lack of any kind of control, exposure, improper handling of hazardous waste, among others. This industry has been studied in the developed countries, but there is no evidence of any research in the undeveloped countries.

Through out the result's analysis the questions raised in this research, origin of the thesis, were found. At the time the questions were answered it allow to identify the occupational and environmental risks which the body shop's workers are exposed in the Hermosillo city; furthermore, there was enough information that allow to know the feasibility to apply clean production techniques and Pollution Prevention the pollution inside the body shops and to know if the surrounding community has been affected due this body shop operations.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Qué tipos de riesgos ocupacionales y ambientales existen en los talleres de carrocería de la ciudad de Hermosillo, Sonora?

¿Es factible aplicar prácticas de producción más limpia y prevención de la contaminación en las carrocerías Hermosillenses?

¿Es afectada la comunidad aledaña por las operaciones efectuadas en las carrocerías?

OBJETIVO ESTRATÉGICO

Valorar la necesidad y oportunidad de diseñar y aplicar procesos de Producción más Limpia y Prevención de la Contaminación en las carrocerías de Hermosillo, Sonora.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Llevar a cabo un análisis literario sobre riesgos a la salud y efectos al medio ambiente generados por las actividades realizadas en un taller de carrocería.

Investigar acerca de técnicas de Prevención de la Contaminación y prácticas más limpias en las carrocerías.

Identificar los tipos de riesgos a la salud y al medio ambiente en las carrocerías instaladas en la ciudad de Hermosillo, Sonora

Identificar las oportunidades de implementar técnicas de producción más limpias y prevención de la contaminación.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo y crecimiento de las ciudades conlleva un incremento de su parque vehicular, con lo que se demanda la construcción de vialidades, mejora en la infraestructura de la ciudad, aumento de solicitudes de servicios, etc.; la ciudad de Hermosillo, la capital del estado de Sonora, es un claro ejemplo de este rápido crecimiento económico e industrial, especialmente a partir de 1986, año de instalación de la Planta de Estampado y Ensamble de la Ford, Motor Company (2007). El rápido crecimiento vino acompañado de un incremento de personas que poseían por lo menos un automóvil; ya que, de acuerdo con el censo económico del 2004, el número de automóviles en las calles de Hermosillo se incrementó de 77,272 en 1998 a 255,615 en el 2007 (El Imparcial, 2007). Los accidentes de tráfico también fueron en aumento en un 30%, registrándose los siguientes números: 3,526 en el 2000 a 5,102 en el 2006 (El Imparcial, 2007). En respuesta al alto índice de accidentes, el gobierno municipal de Hermosillo establece un nuevo reglamento de Tránsito Municipal, mismo que entró en vigor el 1 de enero del 2006 y el cual establece en su artículo 48: "*Los propietarios de vehículos de motor con residencia en el Municipio deberán contratar póliza de seguro por daños a terceros en sus personas y/o bienes*". (Ayuntamiento de Hermosillo, 2006).

El incremento en el número de automóviles, el alza en los accidentes de tránsito y la aplicación del reglamento lleva a pensar que habrá un aumento en la demanda de servicios automotrices y por ende la consolidación, ampliación o establecimiento de nuevos talleres que ofrezcan este tipo de asistencia.

Entre estos talleres de servicios automotrices, existen aquellos que se dedican a la compostura de automóviles que han sufrido algún tipo de colisión o requieren de repintado

de la lámina, que en el lenguaje coloquial se denominan carrocerías. En las operaciones realizadas en estos negocios se utilizan pinturas, solventes y otros químicos que representan un riesgo para la salud del trabajador y, probablemente, en su disposición final, un riesgo ambiental.

Es en este contexto que el presente estudio constituye una oportunidad de revelar información que permita, además de identificar los riesgos ocupacionales y ambientales presentes en las carrocerías de la ciudad de Hermosillo, fomentar la participación y educación de este sector en la utilización de prácticas que le permitan contribuir a proteger tanto la salud de sus trabajadores como la del medio ambiente, extendiendo los beneficios a la comunidad que los rodea.

INTRODUCCIÓN

La industria de la carrocería automotriz se caracteriza por utilizar químicos peligrosos como isocianatos, varios solventes (incluyendo cloro de metileno y thinner), metales pesados (como el plomo) y estireno, en sus operaciones, los cuales pueden tener un efecto potencial adverso sobre la salud de los trabajadores y el medio ambiente. Los isocianatos, por ejemplo, son una de las principales causas del asma, y los trabajadores que aplican la pintura en spray son los más susceptibles a contraer asma, comparados con quienes desempeñan otras actividades (Di Stefano, 2004; Redlich, 2006). Las exposiciones a sustancias químicas en las operaciones de una carrocería pueden afectar la salud de los trabajadores, de sus familias y el ambiente a su alrededor. Las emisiones fugitivas de solventes, isocianatos, polvo, (el cual posiblemente contenga plomo) y los residuos sólidos peligrosos pueden representar un riesgo considerable, prueba de ello es que la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) de Estados Unidos estimó que en el año 2000, el sector de las carrocerías emitió 79,429 toneladas por año de compuestos orgánicos volátiles (VOCs), de las cuales 11,155 toneladas fueron generadas por los pequeños talleres (2000). De ahí la importancia de entender las emisiones a esta escala e identificar oportunidades para reducirlas a través de acciones específicas.

Son estas las razones por las que la industria de las carrocerías ha sido estudiada repetidamente a través de los años, específicamente en lo relacionado con las prácticas ocupacionales y de tipo ambiental (Enander, 1998) que afectan a los trabajadores, específicamente su exposición a químicos peligrosos —sobre todo los que contienen isocianatos, (Woskie, 2004) metales y solventes (Enander 2004)— y el riesgo de sufrir enfermedades debido a esta exposición. Este tipo de estudios, realizado en los países más industrializados, incluyendo Estados Unidos, el oeste de Europa y Australia, ha dado como

resultado que la industria sea sujeta a regulaciones profesionales y ambientales más rigurosas en esos países y por ende las carrocerías han tenido la necesidad de desarrollar y adoptar mejores tecnologías, como pistolas de spray de alto volumen y poca presión (HVLP), cabinas de pintado, pinturas de isocianatos menos volátiles, sistemas de recuperación de solventes, reciclaje y un adecuado manejo y disposición final de residuos peligrosos.

A pesar del hecho de que la industria de la carrocería también opera en países en desarrollo, existe muy poca información publicada acerca de sus actuales prácticas, especialmente cuando éstas se relacionan con la exposición potencial de los trabajadores, manejo de materiales y desechos peligrosos, así como su impacto en el medio ambiente. Tal es el caso de México, hasta donde se tiene conocimiento, no existen estudios con estas características, por lo que la presente investigación pretende entender y documentar las actuales prácticas de la industria de la carrocería en Sonora, México, representando el primer paso de un proyecto multi-nivel dirigido a la caracterización de la industria de la carrocería y su dinámica, configuración del marco operativo regulatorio actual e identificación de las operaciones que conllevan mayor riesgo.

El enfoque adoptado para estudiar este sector fue el de la Producción más Limpia y Prevención de la Contaminación ambiental, debido en gran parte a la creencia de que este enfoque no sólo incrementará los beneficios al reducir los riesgos, sino que, al ser planteado desde del punto de vista de la sustentabilidad, (Enander, 2003) promoverá la implementación de acciones que permitan proteger al medio ambiente.

METODOLOGÍA

Enfoque Metodológico

La presente investigación fue enmarcada dentro de la Teoría General de Sistemas, la cual permite representar la realidad de una forma sistemática y científica con el propósito de analizar problemas desde un enfoque multidisciplinario que conduzca a su solución (Arnold, 1998). La primera definición de esta teoría es atribuible al biólogo Ludwig von Bertalanffy (1984), quien planteó el concepto como un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales, convirtiéndose al mismo tiempo en un instrumento básico para la formación y preparación de científicos.

Considerando esto, el utilizar este enfoque permitió examinar de manera detallada las prácticas de trabajo en las carrocéricas de la ciudad de Hermosillo, con el objetivo de identificar los riesgos ocupacionales y ambientales presentes en las actividades que ahí se llevan a cabo y, en el marco de la sustentabilidad, evaluar la posibilidad de desarrollar prácticas de producción limpia que consideren eliminar o reducir estos riesgos.

Alcance

El presente estudio se desarrolló en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, ciudad que se localiza en el municipio del mismo nombre, colindante hacia el norte con los municipios de Pitiquito, Carbó y San Miguel de Horcasitas; hacia el este con los municipios de San Miguel de Horcasitas, Ures, Mazatán, La Colorada y Guaymas; al sur con el municipio de Guaymas y el Golfo de California y al oeste con el Golfo de California y con el municipio de Pitiquito (INEGI, 2003).

Diseño Metodológico

Como diseño metodológico se adoptó el método de triangulación múltiple¹, debido a que en él se integra la información de varias fuentes [dueños de las carrocerías, trabajadores, proveedores y comunidad aledaña a las mismas], instrumentos [encuestas, entrevistas y observaciones] (Pranne, 1999). Este método permitió, en base a la información recabada, obtener una visión mas clara de las operaciones y entorno de una carrocería.

Análisis Literario

Como parte del análisis literario se llevó a cabo una cuidadosa investigación bibliográfica acerca de los riesgos ocupacionales y ambientales de la industria de pintado y reparación de automóviles, antes de diseñar los cuestionarios e instrumentos de investigación a utilizarse. Se recurrió a búsquedas en bases de datos, tales como Medline, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA) and Environmental Protection Agency (EPA); en el buscador de Google se utilizaron palabras claves como "isocyanate", "hexamethylene diisocyanate", "automotive refinishing", "auto body shops", "SPRAY", "occupational health", "pollution prevention", "environmental policy", "risk reduction", por citar algunos sinónimos. La consulta literaria también se realizó entre autores mexicanos y en bibliotecas del estado de Sonora, así como en agencias reguladoras, memorias de conferencias o congresos, documentos y reportes de organizaciones y agencias no gubernamentales, periódicos, y reportes de instituciones educativas.

Con el propósito de asegurar que la revisión mostrara enfoques actuales, más importantes y exactos posibles, se examinó la literatura en el lapso de 1994 a 2007.

¹ La triangulación múltiple consiste en recurrir a varios métodos para el estudio de un mismo objeto.

Selección de la Información

Por otra parte, con el fin de asegurar la calidad y veracidad del material seleccionado en fuentes secundarias, se le otorgó preferencia a aquella información proveniente de revistas arbitradas, libros y revistas no arbitradas. En el caso de las fuentes de Internet mencionadas, el acceso a las bases de datos fue a través Sistema Bibliotecario Institucional de la Universidad de Sonora.

Por otra parte, se concertó una cita con cinco carroceros de la ciudad de Hermosillo, que cuentan con varios años de experiencia, quienes explicaron a detalle el proceso utilizado para enderezar y pintar un automóvil.

Instrumentos

Una vez efectuada la revisión literaria, se procedió a desarrollar los instrumentos de investigación (ver anexo 1), utilizando como modelo o punto de partida la encuesta diseñada por Yale Occupational and Environmental Medicine y la University of Massachusetts Lowell denominada "SPRAY" (Woskie, 2004). Como plan piloto se aplicaron las encuestas en cuatro carrocerías, con el propósito de modificarlas o adecuarlas a las condiciones de las carrocerías de la ciudad de Hermosillo. Todas las encuestas fueron aplicadas y contestadas por los administradores y/o trabajadores en el sitio de trabajo, aquí es importante recalcar que para efectos de la presente investigación, únicamente se entrevistaron a los pintores o empleados que están relacionados con las tareas propias del pintado. Existen carrocerías que simplemente cambian la pieza dañada por nuevas, por lo que este tipo de negocios no fueron considerados para este estudio.

Selección del Objeto de Estudio

Para efectos del presente estudio, se seleccionó al grupo de carrocerías que realizan operaciones de pintado y tareas relacionadas con el pintado de piezas; por lo tanto, no fueron consideradas, como ya se mencionó, las que pertenecen a distribuidoras transnacionales porque éstas generalmente no realizan dichas tareas, solamente cambian la pieza dañada por una nueva.

Los administradores, empleados y proveedores fueron entrevistados en sus lugares de trabajo, por esta razón se requirieron varias sesiones para completar las encuestas, debido a que se aplicaron durante el tiempo que disponen para comer a efecto de no intervenir en su trabajo. Los vecinos fueron entrevistados en sus casas.

Muestreo

Por otra parte, el número exacto de carrocerías en la ciudad de Hermosillo es un dato desconocido, mucho más incierto es el número de empleados que dependen de este sector, por lo que los talleres encuestados fueron localizados en base a: (A) directorio telefónico, (B) gremios de talleres existentes, (C) cámaras de comercio, (D) páginas de Internet, (E) contacto con los proveedores de pinturas automotrices y (F) búsqueda directa.

La mayoría de las carrocerías fueron visitadas, por lo menos en dos ocasiones, con el propósito de corroborar y verificar la calidad de la información recabada, observar las prácticas de trabajo y seguir indagando con los trabajadores acerca de los procesos y actividades que se desarrollan en una carrocería, sus conocimientos sobre los efectos a la salud de los químicos que se utilizan para realizar el trabajo, el manejo de equipo de la protección personal, entre otros aspectos contemplados en las encuestas. Esta técnica es

recomendada en situaciones donde la información previa que existe sobre nuestro objeto de estudio, tamaño de la industria, las operaciones o prácticas que se realizan, etc., no es muy extensa.

Los estudios de campo fueron llevados en el período de junio a noviembre del 2006, respetándose en todo momento el protocolo de investigación propuesto, el cual fue revisado y aprobado previamente por el Comité Institucional de la Universidad de Sonora, nombrado de acuerdo con las políticas y procedimientos existentes. Después de presentarme y mostrar una identificación como empleada de la Universidad de Sonora, se procedió a explicar al dueño del negocio el propósito del estudio, una vez contestadas algunas preguntas y obtener la autorización verbal se procedió con la aplicación de los cuestionarios.

Aplicación de los Instrumentos en las Carrocerías

En total se utilizaron cuatro diferentes instrumentos de estudio para recabar datos en el campo de investigación, los cuales se describen a continuación:

1. *Encuesta para carrocerías.*— Este cuestionario fue aplicado al dueño, administrador o responsable de la carrocería. Este instrumento se utilizó en estudios previos por la facultad de la Universidad de Yale y de la Universidad de Lowell, Massachussets, utilizándose para evaluar las operaciones prácticas en una carrocería y las condiciones en que éstas se llevan a cabo. El cuestionario consta de 29 preguntas divididas en seis categorías, las cuales se refieren al tamaño y perfil del negocio, características de los empleados, operaciones prácticas, equipo de protección

personal, controles de ingeniería, características de los productos utilizados y preguntas sobre los proveedores de los materiales. Se añadieron dos preguntas al cuestionario original, una para identificar qué cantidad de pintura y solventes provienen por compra directa de los Estados Unidos —esto debido a que la ciudad de Hermosillo se encuentra a tres horas de la frontera, facilitándose la adquisición del producto directamente— y la otra para evaluar el interés de los dueños por participar en un programa de Prevención de la Contaminación.

2. *Historia de la salud.*— El segundo instrumento es un cuestionario diseñado para identificar trabajadores expuestos a los isocianatos². Este cuestionario fue diseñado originalmente por la Facultad de la Universidad de Yale y consiste en siete secciones: (i) información general, (ii) empleo actual e información sobre exposiciones, (iii) empleos anteriores e información sobre exposiciones, (iv) historia médica, (v) síntomas actuales, (vi) actividades sociales y (vii) historia familiar.

3. *Encuesta para proveedores de las carrocerías.*— Esta encuesta fue diseñada por miembros de la Facultad de la Universidad de Lowell Massachusetts y de la Universidad de Sonora, para identificar el rol de los proveedores de pinturas en el sistema. La información fue recabada con los administradores de los negocios y contempla tópicos sobre condiciones de seguridad, cantidad de productos vendidos y características de los productos vendidos a las carrocerías. Este instrumento fue

² Los isocianatos son elementos químicos altamente reactivos, de poco peso molecular.

dividido en tres partes principales: la primera tiene como objetivo recabar información sobre aspectos de mercadotecnia, la segunda se enfoca a prácticas operacionales y la tercera y última parte se interroga sobre qué clase de equipo de protección personal y controles de ingeniería utilizan en el área donde se preparan las pinturas y otros productos, comúnmente llamado "cuarto de mezclado".

4. *Cuestionario para vecinos de las carrocerías.*— Este instrumento tiene como objetivo explorar la posibilidad de exposición a solventes, isocianatos y otros químicos peligrosos, derivada de las actividades desarrolladas en un taller de carrocería aledaño, o bien observar si existe alguna evidencia de síntomas/daño en subgrupos susceptibles a las exposiciones. Este instrumento fue aplicado a los vecinos de las carrocerías, los cuales viven a un lado de la carrocería o cuando mucho a 100 metros de distancia. Está formada por cuatro categorías: identificación de personas susceptibles, tiempo que tienen viviendo cerca de la carrocería, quejas en general y, por último, síntomas específicos.

Observación

El propósito de esta fase fue familiarizarse con el sitio donde se realizan los trabajos. Durante los recorridos, se pudo verificar la información recabada con los instrumentos mencionados anteriormente. Fue a través de la observación que se registraron las características específicas de cada una de las carrocerías, principalmente en la descripción del proceso que se sigue para arreglar un automóvil.

Análisis de los Datos

Todos los cuestionarios fueron revisados en el campo a efectos de verificar su exactitud y que estuvieran bien complementados. Los datos fueron procesados en la Base de Datos de Microsoft Access y analizados utilizando el programa SPSS v.13.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS LITERARIO

Desarrollo Sustentable

Este capítulo presenta un análisis sobre la relación entre la sustentabilidad y las operaciones efectuadas en una carrocería, con énfasis en la salud ocupacional y ambiental.

El concepto de Desarrollo Sustentable, cuando se plantea desde una perspectiva operacional a través de la sustentabilidad (utilizando técnicas de Producción Limpia y de Prevención de la Contaminación), contribuye a disminuir y/o eliminar los riesgos en la salud de los trabajadores, de la comunidad en general y, por supuesto, del medio ambiente.

El término "desarrollo" se escuchó por primera vez en 1949, cuando el presidente de los Estados Unidos Harry S. Truman dio a conocer un programa para las denominadas áreas "subdesarrolladas" del mundo, bajo el supuesto de que se podría llegar a disfrutar del modelo de vida de los llamados "países desarrollados", en la medida que mejoraran los ingresos nacionales. Sin embargo, lo que hoy se constata es que tales programas, a casi 60 años de haberse creado, han agigantado las desigualdades entre los países y dentro de ellos (Sachs, 1999).

En 1987, la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCDE), a través del documento denominado Reporte Bruntland, propone un nuevo concepto "Desarrollo Sustentable", planteado como *"el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades"*. A partir de su planteamiento, este concepto ha generado diferentes y muy variadas formas de concebirlo y de cómo alcanzarlo, ya que esto depende de los conocimientos, experiencia, percepción, valores y contexto de quien lo

interpreta (Leal, 2000). Como consecuencia, el concepto de Desarrollo Sustentable ha sido visualizado desde distintas y muy variadas perspectivas, predominando el hecho de considerarlo un concepto enfocado a la conservación del medio ambiente, cuando en realidad también comprende las vertientes económica y social; indiscutiblemente, el medio ambiente representa la base de donde se obtienen los bienes y servicios; es el espacio donde florecen la economía y el desarrollo social de toda actividad humana (Salinas, 2004), razón por la cual en los últimos años se ha incorporado el concepto de *salud humana* a su definición original (Dragan, 1997).

Ante el planteamiento de este nuevo concepto, brotaron las interrogantes de ¿cómo alcanzar este equilibrio? y ¿cómo trabajar en conjunto para lograrlo?, la esperada respuesta surgió durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro en 1992 (CNUMAD), a través de la Agenda 21, documento que plantea las estrategias, planes y políticas que son de vital importancia para conseguirlo.

En el capítulo 6 de dicho documento, cuando aborda la "Protección y Fomento a la Salud Humana", propone el programa denominado "Reducción de los riesgos para la salud derivados de la contaminación y los peligros ambientales", que representa una herramienta útil para tratar de reducir los riesgos y conservar el medio ambiente, ya que propone utilizar estrategias de prevención para reducir las enfermedades derivadas del trabajo y mejorar la seguridad del recurso humano; además, contempla las enfermedades causadas por la presencia de tóxicos en el medio ambiente, que pueden ser causantes de daño en la población en general. Es en este mismo capítulo, en su sección 6.46, que el documento señala "Todos los países deberían promover el aumento de los conocimientos y de las técnicas para la previsión y la identificación de los riesgos sanitarios ambientales y de su

capacidad nacional para reducir esos riesgos. Entre los elementos básicos para la creación de esa capacidad deben incluirse: los conocimientos acerca de los problemas de higiene ambiental y de la conciencia de esos problemas entre los dirigentes del país, los ciudadanos en general y los especialistas; los mecanismos operacionales para la cooperación intersectorial e intergubernamental en la planificación y la gestión del desarrollo y en la lucha contra la contaminación; los arreglos para lograr la participación del sector privado y las comunidades en la solución de los problemas sociales; la delegación de autoridad en los niveles de gobierno intermedios y locales y de asignarles recursos, a fin de crear la capacidad necesaria para satisfacer las necesidades primordiales de higiene ambiental" (CNUMAD, 1992).

Lo anterior resulta particularmente importante en los países en desarrollo, donde es menos probable que se destinen recursos para la aplicación de métodos que disminuyan este tipo de riesgos, esto debido en gran parte a la nula o poca prioridad política concedida a las cuestiones de salud y medio ambiente y por otra parte, a la falta de sistemas adecuados de gestión de la salud ambiental y ocupacional (Yassi, 1999).

Uno de los primeros pasos para comprender el concepto de Desarrollo Sustentable, es visualizar a los sistemas humanos y naturales como uno solo y entender las interrelaciones entre sus componentes, lográndose con ello la estabilidad en su funcionamiento (Allenby, 1994).

El Desarrollo Sustentable establece como premisa básica que el crecimiento económico y la conservación de la naturaleza no son incompatibles, durante su planteamiento en la WCDE se identificaron los elementos principales de la destrucción

ambiental como la pobreza, crecimiento de la población, la inequidad social y los términos de intercambio comercial (Eastmond, 2005), estos elementos indudablemente involucran factores como la cultura, la ética, la evolución, las creencias religiosas, etc., así como a las instituciones responsables de atender estos factores; también requiere que se establezcan políticas específicas para cada región que ataquen y resuelvan esos problemas (Águila, 2006). Por otra parte, Allenby sostiene que al tratarse de un concepto de carácter antropogénico, involucra factores éticos, religiosos, culturales, sociales, etc., que no pueden cambiarse o modificarse sólo con voluntad política; por citar un ejemplo, una de las propuestas del concepto es la igualdad de derechos y equidad para la mujeres; sin embargo, existen muchos grupos religiosos, como el hindú, el islámico y algunos cristianos que necesitarían cambios de raíz en su estructura para cumplir con lo propuesto en el concepto, que desde esa perspectiva parecería ambiguo e imposible de implementar a un nivel operacional.

Con el propósito de exponer cómo la integración entre el medio ambiente y la tecnología representa, dentro de todos los sistemas económicos y sociales, un paso indispensable para lograr el desarrollo sustentable, la Fig. 1 muestra una descripción del marco teórico de este concepto. Aunque en la literatura actual, los términos *desarrollo sustentable* y *sustentabilidad* son utilizados indistintamente; para efectos de esta tesis, *sustentabilidad* se refiere a los enfoques, mecanismos, y herramientas para encaminar a la sociedad hacia un estado de prosperidad. Por lo tanto, los enfoques de Ecología Industrial, Producción Más Limpia y Prevención de la Contaminación representan estos medios, desde una perspectiva de la ingeniería, para lograr un *desarrollo sustentable*.

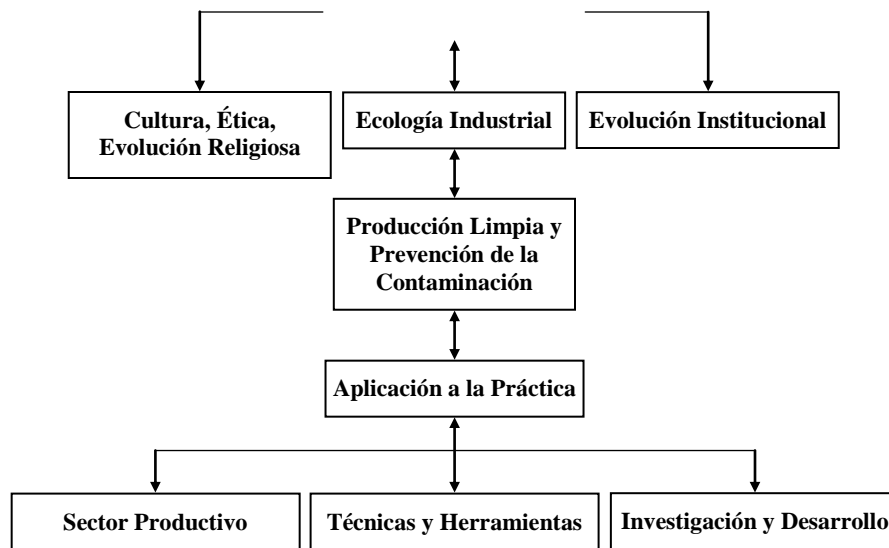


Figura 1. Marco conceptual del Desarrollo Sustentable.

Fuente: Braden R. Allenby, *Industrial Ecology, Policy Framework and Implementation*

Ecología Industrial

El estudio llamado los Límites del Crecimiento desató una controversia global con relación a las posibilidades de supervivencia de la especie humana, al cuestionar el modelo de desarrollo, específicamente a la producción industrial (Meadows, 1972). Por la gravedad de los resultados era inevitable afrontar el problema del uso desmesurado de los recursos y la producción indiscriminada de bienes y generación de contaminación, puesto que la expansión de la actividad industrial, desde su invención, ha contribuido al deterioro eventual de la biosfera. Había que plantearse entonces otras formas de producir o al menos de disminuir el impacto de las existentes (Tibbs, 1992). Es así que el enfoque denominado Ecología Industrial surge como respuesta para afrontar los problemas planteados al intentar evaluar, administrar y reducir los impactos al medio ambiente de los negocios e industrias, utilizando los principios ecológicos y biológicos (Freeman, 1995).

La Ecología Industrial utiliza herramientas como la evaluación del ciclo de vida del producto, el diseño para el ambiente, el balance de entradas y salidas de materiales, los costos totales y la evaluación de los procesos de producción. Una característica destacable de la Ecología Industrial es que enfatiza la interconexión entre varias empresas como un sistema, promoviendo acciones a nivel regional o industrial (Oldenburg, Geiser, 1997).

Existen varias definiciones de Ecología Industrial, Garner y Keolin (1995) propusieron "La ecología ambiental es el estudio de las interacciones e interrelaciones físicas, químicas y biológicas que surgen entre los sistemas industriales y ecológicos.

Adicionalmente, algunos científicos sienten que la ecología industrial está envuelta en la identificación e implementación de estrategias para los sistemas industriales, para emular más armoniosa y sostenidamente los ecosistemas ecológicos". Allenby (1999), por su parte, propuso que "el medio por el que la humanidad puede, de forma deliberada y racional, mantener una capacidad de carga deseable dada la evolución constante de la economía y de la cultura. El concepto requiere que un sistema industrial no se considere como aislado de los sistemas que le rodean, sino relacionado con ellos. Es una visión de los sistemas en la que se busca optimizar el ciclo total de los materiales, desde la materia prima en bruto hasta la sustancia refinada, el componente, el producto, el producto obsoleto y su disposición final. Esta optimización se hace sobre tres factores simultáneamente: los recursos, la energía y el capital". Frosch (1989) lo estableció como "El estudio de las interacciones e inter-relaciones físicas, químicas y biológicas tanto en el seno de los sistemas industriales como en el de los sistemas ecológicos". Por último, Pastor (2000) plantea el concepto como "Una nueva línea de pensamiento orientada al desarrollo ambientalmente correcto del sistema industrial. Para ello, la Ecología industrial hace que

las empresas funcionen y se relacionen como lo hacen los seres vivos en un ecosistema, donde cada organismo (empresa en nuestro caso) desempeña una función concreta dentro de una intrincada red de relaciones. Basada en una visión del conglomerado empresa-sociedad-entorno como una única entidad (visión sistémica), busca la mejora del comportamiento ambiental del conjunto en lugar de buscar mejoras en cada una de las partes".

En base a los conceptos expuestos, este nuevo enfoque propone considerar a la industria como un ecosistema análogo a los ecosistemas biológicos. La idea principal es que los sistemas industriales pueden imitar los principios ecológicos, reduciendo el uso de la energía, el consumo de materiales y la generación de residuos cuyo beneficio sería reducir el daño al medio ambiente e incrementar la sustentabilidad para ambos sistemas, el natural y el humano (Gallopoulos, 2006).

La Ecología Industrial representa una eficaz herramienta para promover el desarrollo sustentable a nivel global, regional y local, al proponer como objetivo principal examinar las funciones de todas las partes de un sistema industrial en relación con su medio ambiente y utilizar la información recopilada para protegerlo contra los impactos de la industria. La ecología industrial rechaza la idea de la generación de residuos y alienta a la industria a que imite a la naturaleza en la optimización del uso, del reciclaje y de la renovación de la energía y de los materiales de desecho. Esto no sólo reduce la contaminación, sino también reduce el costo asociado con la disposición final de la basura industrial. Asimismo, previene daños ambientales como el derramamiento de químicos y tóxicos que pueden contaminar el suelo y provocar efectos adversos en la salud humana (Garner, 1995; Kay, 2001).

Producción Más Limpia y Prevención de la Contaminación

El concepto de Prevención de la Contaminación y Ecología Industrial tienen raíces afines. Ambos enfoques intentan resolver problemas similares; sin embargo, la Ecología Industrial enfatiza la interconexión de las actividades entre varias empresas como un sistema y promueve acciones a nivel regional e industrial. Conceptualmente, no existe límite de cuántas empresas pueden participar en la red (sin importar su ubicación geográfica). En contraparte, el enfoque de producción más limpia está diseñado para implementarse adentro de la empresa (Oldenburg; Geiser, 1997).

El concepto de Producción más Limpia (PL), nace en la década de los 80 como una respuesta a los crecientes costos de los tratamientos de residuos que tienen las tecnologías de control. Surgiendo como un nuevo paradigma y llegando a constituirse en un principio fundamental para el desarrollo de la actividad industrial, en la búsqueda de una sustentabilidad económica y ambiental. La Producción más Limpia es un concepto amplio que comprende términos tales como prevención, minimización de residuos o eco-eficiencia, poniendo énfasis en cómo los bienes y servicios pueden producirse con el menor impacto ambiental teniendo en cuenta las limitantes económicas y tecnológicas.

La producción más limpia invierte o reorienta la jerarquía de gestión de los contaminantes, considerando las oportunidades de prevenir la contaminación antes que recurrir a técnicas para su reducción, que a la larga generan costos de producción más altos y una menor protección al ambiente. Por otra parte, al tratarse de una estrategia preventiva integral favorece que los factores ambiental y laboral sean considerados como parte del proceso productivo (Consejo Nacional para la Producción más Limpia, 2007).

Producción Más Limpia es una frase que describe una estrategia ambiental preventiva para la producción industrial que reduce los riesgos a la salud humana y al medio ambiente. El Programa para el Ambiente de Naciones Unidas (UNEP) define el concepto como la aplicación continua de una estrategia integrada preventiva, de procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos –como dijimos antes– de la salud humana y el ambiente. La estrategia en los productos esta enfocada a reducir los impactos negativos que éstos generan a lo largo de su ciclo de vida, es decir, desde el diseño hasta su disposición final y, por último, en servicios, incorporando cuidados ambientales en el diseño y entrega de servicios (1989).

Este concepto no sólo se refiere a fabricar productos de una forma limpia, también implica una visión holística, que considere desde su diseño, uso y disposición final los múltiples problemas que acarrea, tanto de tipo ecológico como ambiental. La Producción más Limpia ofrece medios que permiten a la sociedad dar reversa a la forma tradicional e insustentable de utilizar los materiales y la energía, promoviendo también el uso de energías y materiales renovables en el diseño, además de proponer la reducción en la utilización y fabricación de productos tóxicos que causan un daño a la salud y al medio ambiente (Thorpe, 1999).

Según el Instituto de Reducción de Tóxicos de Massachussets (TURI, 1997), una Producción más Limpia incluye varios componentes importantes, entre los cuales podemos mencionar:

Reducción de residuos. Porque los residuos son a menudo un indicador del uso ineficaz de los materiales, por lo que una Producción más Limpia pretende reducirlos a un mínimo.

Los residuos incluyen materiales peligrosos en forma sólida, líquida, gaseosa. El objetivo es cero descargas.

Producir sin contaminar. Los procesos de producción ideales ocurren en un ciclo cerrado y sin arrojar contaminantes. El uso de químicos tóxicos puede ser evitado si se substituye por otro menos tóxico, pero igual de eficiente. En el lugar donde se utilizan los productos químicos tóxicos se deben eliminar los derramamientos, accidentes, fugas, etc. Las prácticas de prevención deben aplicarse en la recepción, transferencia, almacenaje y operaciones, así como en los procesos de producción.

Salud Ocupacional. Una Producción más Limpia se esfuerza en reducir al mínimo los riesgos de los trabajadores a la exposición química, a la radiación, a los peligros físicos, al estrés laboral, a la fatiga, etc. No sólo busca que el lugar de trabajo sea limpio y seguro, sino que verifica también que el trabajo sea apropiado a las habilidades y a las capacidades de los trabajadores. Las estaciones de trabajo deben diseñarse flexiblemente, de modo que los trabajadores puedan modificarlas para alcanzar el más alto nivel de comodidad y productividad.

Uso eficiente de energía. Producir de manera más limpia requiere de una alta eficiencia en el uso y conservación de la energía. El rendimiento energético es determinado por el cociente más alto de la consumo de energía a la salida del producto. La conservación de energía implica la calefacción y el refrescamiento del proceso, movimiento mecánico, iluminación, gerencia de la temperatura ambiente, transporte, y supervisión y control electrónicos.

Empaquetado ambiental. Se debe diseñar el empaquetado para que sea degradable, reciclable y reutilizable.

Un elemento esencial para el logro de una sociedad sustentable, lo representa el enfoque de Prevención de la Contaminación (PC), el cual resulta adecuado para el medio ambiente y conveniente en términos de costos, advirtiendo la contaminación antes de que ésta se genere (Alianza de América del Norte para la Prevención de la Contaminación, 2004).

El concepto de Prevención de la Contaminación queda establecido oficialmente en 1986, cuando la Oficina de Evaluación Tecnológica (OTA) del Congreso de los Estados Unidos de Norteamérica, lo propone como respuesta a la necesidad de reducir la generación y disposición inadecuada de residuos tóxicos; sin embargo, el primer reporte presentado fue llamado "control de la contaminación", el cual no consideraba reducir los desperdicios, únicamente proponía un manejo adecuado; el reporte no tardó en ser modificado y reconsiderado hacia un nuevo paradigma el cual fue nombrado "prevención de la contaminación", bajo el cual las compañías eran exhortadas a reducir o eliminar la generación de residuos peligrosos. Por muchas razones los conceptos de producción limpia y prevención de la contaminación superan el de control; primero, porque beneficia al gobierno al reducir sus costos de tratamiento y remediación de áreas contaminadas; segundo, porque favorecen a las compañías al reducir los costos de materias primas que ahora se reusan o reciclan en la producción y tercero, porque contribuyen con la sociedad al promover la conservación de los recursos naturales y reducir el deterioro del planeta (Geiser, 1990).

Sin embargo, no fue hasta octubre de 1990 cuando en los Estados Unidos se promulga la Ley de Prevención de la Contaminación [*Pollution Prevention Act of 1990 (PPA)*], la cual establece los cimientos básicos para la adopción de esta estrategia como

prioridad en la jerarquía del manejo ambiental. La definición quedó establecida como el uso de materiales, procesos y prácticas que reduzcan y/o eliminen los contaminantes desde la fuente; por lo que incluye acciones de reducción en el uso de materiales peligrosos, energía, agua y otros recursos, así como prácticas que permitan proteger los recursos naturales a través de la conservación y de su uso más eficiente (Freeman, 1995).

Por su parte, Mulholland y Dyer (1999) definen Prevención de la Contaminación como cualquier acción que prevenga arrojar materiales peligroso o dañar al medio ambiente. Esta definición se manifiesta en la forma de la jerarquía mostrada en la Fig. 2, donde la base de la pirámide la representa la disposición segura de los residuos, seguida por el tratamiento a las descargas como subsiguiente escalón, lo cual se refiere a reducir la toxicidad en los residuos (contenidos patógenos, turbiedad, entre otros) antes de que éstos sean arrojados al medio ambiente; también proponen la recuperación de energía para reaprovecharla en el proceso; el reciclado, el cual en este caso se refiere a promover el reciclado de materiales, como botellas, papel, solventes usados, etc. Otra herramienta es separar y reusar, porque el hecho de que mezclen o combinen los materiales puede elevar su toxicidad y por ende, aumentar el costo por tratamiento.

Pragmáticamente, los conceptos de Producción más Limpia y Prevención de la Contaminación son semejantes; sin embargo, el primero parecería tener un lenguaje muy útil en escenarios donde existen líneas de producción y el segundo en otras organizaciones incluso no industriales.



Figura 2. Jerarquía de la Prevención de la Contaminación.

Fuente: Mulholland K, and Dyer J. Pollution Prevention: Methodology, Technologies and Practices.

Producción Sustentable

El término *producción sustentable* se refiere a la creación de bienes y servicio usando procesos y sistemas que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores y beneficios a la comunidad, a la vez que impulsan el crecimiento económico de una organización a largo plazo (Quinn, 1998). Lograr un estado de producción sustentable se convierte en un reto para las empresas, al tener que considerar dentro de sus estrategias económicas a largo plazo, reducir los riesgos ambientales y ocupacionales que sus actividades generan.

Se le denomina *riesgo ambiental* a la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente natural o social por causa de un fenómeno natural o una acción humana. (Miller, 2002). Por ejemplo, supongamos que una planta que fabrica jabón emite nitrógeno químico a la atmósfera. Las grandes cantidades de este elemento lanzadas al aire por las chimeneas de la planta representan un peligro para la salud de los habitantes de las comunidades vecinas, incluyendo a las plantas y animales (Galea, 2007).

Por otro lado, se le llama *riesgo ocupacional* a la condición que incrementa la probabilidad que tiene un trabajador de sufrir accidentes, enfermedades y deterioro en la salud en su área de trabajo (Levy, 2002). Este tipo de amenazas pueden ser clasificados como químicos, físicos, biológicos, ergonómicos o psicosociales (Cortez, 2001). Por ejemplo, un riesgo ocupacional de tipo químico, es aquel que conlleva una exposición a polvo, humos, gases, vapores, entre otros, que se encuentran presentes en el ambiente de trabajo y cuya posible entrada al organismo puede ser a través de las vías respiratorias, digestivas o de la piel, y que pueden ocasionar muchas enfermedades (Plog, 2002).

Riesgos Ambientales y Ocupacionales en las Carrocerías

Carrocería

De acuerdo con el Centro de Experimentación y Verificación de México (CESVI), un taller de carrocería es el lugar donde se reparan los daños o desperfectos que pueden presentar los elementos que componen la carrocería de un automóvil, así como de sus accesorios. Las operaciones para corregir los desperfectos están basadas principalmente, en procesos de reparación y pintado de las piezas afectadas y en la sustitución de aquellas que

no pueden ser reparadas. Además, en la fabricación de la carrocería se utilizan aceros, plásticos, aleaciones de aluminio, vidrio, entre otros materiales, recurriéndose a varias técnicas para unión y ensamblaje. De ahí, que en los talleres de carrocería y pintura se lleven a cabo una gran variedad de operaciones, mismas que deben ser adecuadas al tipo de pieza y al daño que ésta presenta.

Sparer (2004) en su estudio "Isocyanate Exposure in Autobody Shop Work: The SPRAY", propone una lista de operaciones (Tabla 1), las cuales pueden variar de una carrocería a otra.

Operaciones	Grupo de Operaciones
Remover el daño: ensamblado, enderezado, soldadura, etc.	Trabajo Mecánico
Lijado	Bondo
Aplicación del bondo	
Lijado del bondo	
Colocación de recubrimiento (cinta, papel o plástico)	
Aplicación de la base (primer)	Spray
Lijado de la base (primer)	
Mezclado de la base color	
Aplicación de la base color	Spray
Mezclado del transparente	
Colocación del transparente	Spray
Limpieza de la pistola de pintado	
Retirar recubrimiento	Limpieza
Limpieza y detallado	Limpieza y detallado

Tabla 1. Operaciones en una carrocería.

Fuente: Sparer, J., et al., Isocyanate Exposure in Autobody Shop Work: The SPRAY

Por su parte Liu (2000) describe las actividades desarrolladas en una carrocería como aquellas que están relacionadas directamente con el pintado y otras como la limpieza

y el lavado de automóviles, limpieza del taller, trabajo mecánico (montaje y desmontaje, luces, mofles, sistema eléctrico, reparaciones eléctricas, y trabajo de frenos), enderezado de chasis o de la lámina de la carrocería, aplicación del bondo, cubrir el automóvil (que se refiere a protegerlo con papel, plástico o tape) y el trabajo de oficina.

Las operaciones para remover el daño están basadas principalmente en reparar los defectos de las piezas dañadas; en caso de no poder arreglarlas en el lugar, estas piezas se reemplazan por otras nuevas (Heitbrink, 1993).

Después de enderezar la lámina se procede a preparar la pieza para que sea pintada, respetando un proceso que incluye varias fases de trabajo bien diferenciadas: limpieza a fondo de la superficie, remoción de la pintura vieja por medio de lijado o químicos removedores, aplicación de bondo y arreglos de mecánica menor. Si la pieza que se va a pintar está adherida al resto de la carrocería, se procede a empapelarla o a encintarla para proteger de la pintura a esta última (Pronk, 2006).

Por otro lado, el proceso de pintado comprende tres capas de aplicación, el *primer* (base), la pintura de color (base-color) y el transparente (clearcoat). Esta secuencia de aplicación debe llevarse a cabo dentro de cabinas especiales, utilizando pistolas de rocío para fijar adecuada y uniformemente los diferentes productos. Por último, se realizan las actividades de limpieza del equipo y del área de trabajo (Sparer, 2004).



Foto 1. Proceso de carroceado y pintado de un automóvil

Riesgos Ocupacionales

En las operaciones de una carrocería se utilizan distintos productos, equipos y herramientas, que implican un número importante de riesgos a los cuales el trabajador está expuesto.

Los principales riesgos inherentes a los puestos de carrocerero³ son quemaduras, cortaduras, sobreesfuerzos posturales, ruido, proyección de cuerpos incandescentes o fundidos, inclusión de esquirlas en el cuerpo o en los ojos (CESVI, 2006). Por otra parte, el puesto de pintor utiliza productos químicos peligrosos (diisocianatos), varios tipos de solventes (cloruro de metileno), metales pesados (como el plomo) y estireno, los cuales pueden provocar efectos adversos en la salud y al medio ambiente (Di Stefano, 2004; Redlich, 2006). Con respecto a la exposición a los diisocianatos, el National Institute for

³ Carrocerero es el término coloquial para nombrar el puesto relacionado con componer los desperfectos en la lámina de la carrocería de un automóvil

Occupational Safety and Health (NIOSH) de Estados Unidos en 1996, emitió un reporte sobre el incremento en el uso de diisocianatos empleados en la industria automotriz, específicamente en la reparación de carrocerías de vehículos. Enfermedades como el asma, infecciones respiratorias e inclusive la muerte son probables consecuencias de la exposición a los diisocianatos, un grupo de compuestos aromáticos y alifáticos de bajo peso molecular. Los más comunes son el diisocianato de tolueno (TDI), el diisocianato de difetilmetano (MDI) y el diisocianato de hexametileno(HDI). Para efectos de la presente investigación, nos referiremos a los diisocianatos agupados como isocianatos (NIOSH, 2006).

Por su parte la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) de Estados Unidos, sostiene que la exposición a diisocianatos puede causar varios efectos sobre la salud, tales como irritación en la piel y de las membranas mucosas, dolor de pecho, dificultad para respirar, además de otros asociados con el cáncer (Enander,1998). Los principales síntomas por exposiciones peligrosas son el asma ocupacional y problemas en los pulmones; así como irritación en los ojos, nariz, garganta y piel (OSHA, 2006).

La exposición a grandes cantidades de cloruro de metileno produce mareo, nauseas, cosquilleo o adormecimiento de los dedos de las manos y los pies (Enander, 1998). Respirar menores cantidades puede causar pérdida de la atención y de precisión en tareas que requieren coordinación entre los ojos y las manos (MEDLINE, 2007). El plomo puede afectar a casi todos los órganos y sistemas en el cuerpo También puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos (Levy, 2000). Igualmente, la exposición al plomo produce un pequeño aumento de la presión sanguínea, especialmente en personas de mediana edad y de edad avanzada, pudiendo causar anemia. La exposición a niveles altos de plomo puede dañar seriamente el cerebro y los riñones de niños y adultos y causar la

muerte (Enander, 2004). En hombres, la exposición a altos niveles puede alterar la producción de espermatozoides (ATSDR, 2005). Respirar brevemente altos niveles de estireno provoca trastornos del sistema nervioso, como por ejemplo depresión, dificultad para concentrarse, debilidad muscular, cansancio y náusea, y posiblemente irritación de los ojos, la nariz y la garganta (ATSDR, 1995).

Riesgos Ambientales

En lo que respecta a riesgos ambientales, los talleres de carrocería producen varios tipos de residuos, algunos de ellos peligrosos, los cuales, de no tener un manejo adecuado de disposición final, pueden causar daños al medio ambiente. Algunos de los residuos que generan son solventes (pinturas y thinner), antifreeze, residuos de metales, acumuladores, aceite y filtros, entre otros (DNERC, 1996). Las pinturas, solventes y limpiadores utilizados en la industria de la carrocería emiten contaminantes que contribuyen a elevar los niveles de smog y la contaminación el aire, ya que estos contienen compuestos volátiles orgánicos (VOC). Las operaciones de una carrocería también generan residuos como filtros de las cabinas de pintado, polvo de pintura; incluso el barrido del piso puede resultar dañino, dependiendo del tipo de pintura utilizado. Los residuos de las pinturas son tóxicos e inflamables, pueden contener metales pesados, compuestos derivados del petróleo y ácidos orgánicos (P2RX, 2006).

Las operaciones y actividades en una carrocería pueden afectar la salud del trabajador, la de su familia, la de la comunidad aledaña e incluso la del medio ambiente. En el 2002, en Estados Unidos existían aproximadamente 60,000 carrocerías, muchas de las cuales se encuentran en zonas residenciales. Estos establecimientos emplean más de

150,000 pintores que son afectados por los olores y las emisiones tóxicas propias del negocio, eso sin contar a los otros empleados de la carrocería y a los vecinos (EPA, 2002).

Los isocianatos han sido identificados como la primera causa de asma ocupacional en los países desarrollados (Pronk, 2006). Los polisocianatos son los mayores contribuidores a la exposición de isocianatos en muchas ocupaciones; derivándose de este grupo otros, como el diisocianato de tolueno (TDI), el diisocianato de difetilmetano (MDI) y el diisocianato de hexametileno (HDI) (Bello, 2004). Los HDI son el tipo de isocianatos más comunes en los talleres de carrocería (Bello, 2002). Un estudio epidemiológico llevado a cabo en New Haven, U.S., demostró la presencia de HDI en la sangre de los empleados. Aunque no se registró ningún caso de asma causada por este elemento, si se identificaron síntomas relacionados con problemas respiratorios (Redlich, 2001). Los empleados de una carrocería que se dedican a las operaciones relacionadas con la pintura son más susceptibles a la exposición de HDI a través de la piel, lo cual quedó demostrado al realizarle estudios a pintores y a sus compañeros de trabajo que estaban asignados a otro tipo de tareas dentro de una misma carrocería (Liu, 2000).

Pisaniello demostró que en el sur de Australia, los pintores de los pequeños talleres de carrocería presentan más problemas respiratorios y en la piel, que aquéllos que se dedican al trabajo mecánico o al pintado industrial. Sin embargo, raramente utilizan protección cuando están mezclando la pintura, limpiando el equipo o lijando la superficie.

Varios de los pintores aceptaron que ellos realizan las actividades de pintado sin ningún tipo de protección (Pisaniello, 1989). Los trabajadores de las carrocerías utilizan productos que contienen isocianatos, contaminándose con ellos a través de dos rutas importantes, la inhalación respiratoria y la piel. Los isocianatos utilizados en estos talleres

son del grupo de los polisocianatos, pero basados en HDI, el cual rápidamente se convierte en vapor durante las operaciones de pintado, siendo ésta la primera causa de exposición por inhalación. La contaminación a través de la piel sucede cuando se hacen las operaciones de mezclado o manipulación del producto (Bello, 2005).

No todos los trabajadores que se exponen a disocianatos desarrollan asma ocupacional, esto se debe a las características particulares de la exposición, como por ejemplo la duración y la ruta de exposición (a través de la piel o el sistema respiratorio), al tipo de disocianato y a la predisposición o sensibilidad del trabajador (Redlich, 2002).

En los países bajos se realizó otro estudio a trabajadores de las carrocerías pequeñas y a los que laboraban en fábricas de muebles y de barcos, descubriéndose que los pintores son el grupo con mayor riesgo de sufrir asma ocupacional, como consecuencia de la exposición a isocianatos, también del tipo HDI. Además, fue el grupo de trabajadores que presentó más síntomas de alergias y problemas respiratorios (Pronk, 2007). No sólo la operación de rociar la pintura y limpiar el equipo exponen al trabajador a los HDI, como lo demuestra Sparer con los resultados que obtuvo en el estudio denominado SPRAY en New Haven, Connecticut; también son operaciones con riesgo de exposición la acción de mezclar, aplicar y lijar el *primer* (base); mezclar, aplicar y lijar el transparente; quitar el "empapelado" y efectuar las tareas de limpieza y detallado (Sparer, 2004). Otro estudio de 28 carrocerías pequeñas y 2 carrocerías industriales, pero éste realizado en Holanda, también puso de manifiesto el riesgo de exposición, no sólo presente en las operaciones propias del pintado (Pronk, 2006). Por otra parte, Pronk mismo comprobó que existe evidencia de presencia interna de HDI en empleados de carrocerías y pintores industriales que tienen contacto con pinturas y lacas, incluyéndose en este estudio un cuidadoso bio-

monitoreo a través de muestras de orina, pruebas de inhalación y determinaciones del grado de contaminación sufrida por la piel de los empleados. (Pronk, 2006).

Históricamente, mucho del enfoque de prevención de exposiciones en esta industria se ha dirigido a las operaciones de pintura, menospreciando o reduciendo la atención que merecen las actividades relacionadas con el retiro de la pintura original —ya sea a través del lijado o por remoción química—, donde también existe el riesgo de exposición a polvos y vapores que contienen elementos como plomo y cloruro de metileno (Enander, 2004). Metales tóxicos como el plomo se utilizan como pigmentos de algunas pinturas, volviéndose riesgosas las tareas de soldar y lijar superficies, al elevarse la probabilidad de exposición de metales tóxicos (Heitbrink, 1993). Los humos que se emiten al soldar contienen metales como el óxido de zinc y gases irritantes como el ozono y el dióxido de nitrógeno. Otros contaminantes del aire que pueden encontrarse en las carrocerías son el cromo (componente de algunas pinturas, sobre todo las de color rojo o naranja), el cloruro de metileno, el estireno y los asbestos (Enander, 1998).

También en Japón, en 1989, se realizó un estudio que demostró que los empleados de las carrocerías que se encargaban de arreglar los frenos y el clutch, estuvieron expuestos al aire contaminado con asbesto. El equipo utilizado para remover los discos o balatas de los frenos, representó en este caso las fuentes potenciales de exposición a asbesto pesado, riesgo que aumenta si se trabaja en áreas no ventiladas (Sakai, 2006).

Además un estudio realizado en 1986 en la ciudad de Nueva York sobre las causas de muerte de empleados de carrocerías, talleres mecánicos y dueños, sugería que la higiene industrial evaluara los riesgos a la que se encuentran expuestos los trabajadores del sector de mantenimiento de automóviles, al encontrar como probables causas de muerte: cáncer de

esófago, cirrosis, cáncer de estómago, cáncer de riñón, así como por problemas respiratorios y cardiovasculares. Los autores concluyeron que los resultados obtenidos respaldan la hipótesis de que los problemas de salud de esta índole, están relacionados con la exposición que sufrieron los empleados durante su trabajo (Park, 1986).

En general, los empleados de las carrocerías se exponen a inhalar materiales volátiles en forma de partículas finas, fibras y gases; se arriesgan además a absorber, por medio de la piel, solventes y los multimencionados isocianatos, e incluso a ingerir de manera accidental algún tóxico o contaminante; todo ello como resultado de prácticas insalubres, tan sencillas pero tan fatales como no lavarse las manos antes de comer o beber, sobre todo en la misma área donde se están utilizando los materiales peligrosos (Enander, 1998).

Prácticas de Prevención de la Contaminación en las carrocerías

La Prevención de la Producción Limpia se define como el uso de materiales, procesos y prácticas que reduzcan y/o eliminen los contaminantes desde la fuente (Freeman, 1995). Las Prácticas de Prevención de la Contaminación en las Carrocerías básicamente puede enfocarse a tres categorías: cambio de productos, mejora en las operaciones o mejora en la tecnología utilizada (Enander, 1998).

Las iniciativas de colaboración emprendidas por el sector industrial automotriz de los Estados Unidos (específicamente en las carrocerías) ha demostrado que la integración de la salud ambiental y ocupacional, puede abordar con mayor eficiencia el control y reducción de los químicos emitidos y de las exposiciones riesgosas en el lugar de trabajo. Esa sinergia debe avanzar para futuras estrategias de colaboración (Enander, 2003).

En enero del 2003, la Agencia de Protección al Ambiente de E.U. y el Alcalde de Boston, Michael Sullivan, anunciaron la iniciativa de capacitar a dueños y empleados de 100 carrocerías de la ciudad, con el objetivo de que los miembros de ese sector contribuyeran a proteger el medio ambiente y la salud de sus trabajadores. El entrenamiento se ofreció en los idiomas inglés y español, para que la mayoría de los empleados comprendieran a fondo cómo y dónde obtener los permisos ambientales requeridos, así como qué materiales y equipo son más adecuados para minimizar la contaminación (EPA, 2003).

En varios estados de la Unión Americana, a lo largo y ancho del país, existen programas e iniciativas que aplican el enfoque de Prevención de la Contaminación en las carrocerías. En los estados de Wyoming, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Colorado, Montana y Utah, el programa denominado "*Body Shops Pollution Prevention Guide*" es uno de ellos. En él se propone un buen principio para impulsar un proyecto de prevención de la contaminación emanada de las rutinas carroceras: comprender a fondo las operaciones que ahí se llevan a cabo, es decir, el proceso en toda su magnitud y trayecto, los materiales que son utilizados y los tipos de residuos que se generan (P2Rx, 2006).

El programa "Diseño para el Ambiente (DPA)" de la EPA es un proyecto voluntario que exhorta a las pequeñas empresas a integrar salud y medio ambiente en la planeación del negocio. Tiene como objetivo la protección del medio ambiente con énfasis en los cambios –tanto materiales como de procesos– que prevengan la contaminación (EPA, 2000). El plan piloto se desarrolló en 1998 en la ciudad de Philadelphia, siendo las principales propuestas el uso de pistolas de pintado más eficientes, que redujeran la emisión de químicos al aire; la

creación de mejores cabinas de pintado, que incluyeran periódicamente el cambio de filtros; el establecimiento de prácticas más cuidadosas, tanto en el cuarto de mezclado como en las operaciones de limpiado de la pistola; el uso de mejores sistemas de ventilación; etc. (EPA, 1998).

El programa "*Pollution Prevention for Auto Body and Paint Shops*" del estado de California, insta a los propietarios de las carrocerías a utilizar estrategias de prevención de la contaminación, las cuales los ayudarán a cumplir con las regulaciones ambientales gracias a la reducción de emisiones y del uso de materiales peligrosos, así como al manejo adecuado de su disposición final (DTSC, 2003).

A continuación se describen las diez formas de prevención de la contaminación en una carrocería, propuestas en el programa "*Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program*" del estado de Delaware en el 2004:

- 1. Elección de productos menos tóxicos.** El proveedor puede ayudar suministrando mejores productos, eliminando aquellos removedores de pintura que contengan cloruro de metileno, eligiendo pinturas que contengan menos VOC's, planeando la utilización de *primer* y base color a base de agua y asegurando que las pinturas de color amarillo, naranjas o rojo no contengan plomo o cromo.
- 2. Almacenaje y manejo seguro de los materiales.** El tener bien ordenados los materiales permitirá controlar sus fechas de expiración, evitando se vuelvan obsoletos.
- 3. Reducción del uso de solventes.** Utilización de un sistema cerrado para la limpieza de la pistola de rocío, lo cual reduce los humos del solvente. Rechazo sistemático de solventes

para enjuague de manos o su aplicación en cualquier parte de la piel, desechándose también su uso como aditivo de limpieza de la pistola.

4. Disminución de las exposiciones al polvo. El mejor método para atenuar la exposición a los distintos polvos generados en una carrocería, consiste en realizar la operación de lijado de la lámina con una lijadora ventilada, dentro de un sitio cerrado que cuente con un sistema de ventilación adecuado.

5. Utilización de pistolas de rociado de Alto Volumen y Baja Presión (HLVP). Cuando se utiliza una pistola HLVP, el procedimiento de pintado es más eficiente. Una pistola de estas características reduce significativamente la niebla o brisa propias de su operación, minimizando los desperdicios de los productos químicos requeridos y protegiendo al medio ambiente, a los compañeros de trabajo y a la comunidad aledaña al taller.

6. Conducción controlada del agua residual que se genera. Sólo existen dos lugares hacia dónde enviar el agua residual generada en una carrocería, el alcantarillado público o un sistema séptico. Los líquidos contaminados se podrán enviar al drenaje público, siempre y cuando el agua haya sido tratada. Si el agua se conduce hacia una fosa séptica, se deberá separarla previamente del aceite.

7. Entrenamiento del personal. Los empleados deben recibir entrenamiento e información sobre los efectos en la salud y el medio ambiente, generados por las actividades riesgosas que realizan, informándoseles asimismo qué acciones conviene tomar para reducirlos o eliminarlos.

- 8. Administración de las toallas de acuerdo con la ley.** Por constituirse en residuos sólidos peligrosos, se deberá restringir la cantidad de toallas, trapos y estopas impregnadas con pinturas y solventes.
- 9. Valoración de medios mecánicos para eliminar el daño (PDR).** En ciertas aplicaciones puede ser favorable reemplazar el método convencional de reparación del daño por otros más mecanizados, ya que estos últimos reducen la contaminación y generación de residuos.
- 10. Conservación del agua y la energía.** Restricción del uso de agua lo más posible y un empleo más eficiente de la energía. Cuando se compre equipo nuevo, deben seleccionarse aquéllos de alta eficiencia energética.

CAPÍTULO II

PRÁCTICAS DE SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL EN LAS CARROCERÍAS MEXICANAS

El objetivo de este capítulo es explorar a detalle las prácticas actuales en salud ocupacional y ambiental llevadas a cabo en las carrocerías de la ciudad de Hermosillo, así como sus implicaciones en la salud de los carroceros, sus familias, el medio ambiente y su afectación a la comunidad en general.

Los resultados se muestran para cada uno de los instrumentos de investigación aplicados y están basados en la información generada de 41 talleres de carrocerías, 24 trabajadores, 6 proveedores de pinturas (incluyendo las dos más grandes distribuidoras) y 35 vecinos de las carrocerías.

Dichos resultados se orientan a cumplir el objetivo de valorar la necesidad y oportunidad de diseñar y aplicar los procesos de producción limpia y prevención a la contaminación en las carrocerías de Hermosillo, Sonora. Hasta donde se tuvo conocimiento, no existen trabajos publicados que caractericen la industria de la carrocería mexicana desde una perspectiva de la producción limpia; por lo tanto, el conocimiento generado permitiría ampliar las posibilidades de proteger el medio ambiente, reducir los riesgos contra la salud en este rubro laboral y fomentar el crecimiento económico a través de una producción más eficiente y limpia.

Encuesta para las Carrocerías

La Tabla 2 muestra información general acerca de las 41 carrocerías participantes en esta encuesta. De acuerdo con los resultados, el tiempo promedio en que se han establecido es de 13 años, atienden en promedio 15 automóviles por mes y generan ingresos anuales del orden de \$169,867.00 pesos, en tanto que el 90% del total gana menos de \$600,000 pesos por año. La columna de los porcentaje muestra que el 75% de las carrocerías han permanecido en el mercado durante 15 años o menos, atendiendo un promedio de 16 automóviles o menos al mes, con un ingreso anual aproximado de \$144, 000.00 pesos.

	Media	Moda	Porcentaje 75	Suma	Total N %
¿Cuántos años tiene el negocio?	13	4	15		
¿Cuántos automóviles trabajan por mes?	15	10	16		
Ingresos por arriba de \$600,000.00				4	10%
Debajo de \$600,000.00				37	90%
Ingresos anuales	\$169,867	\$62,400	\$144,000		

Tabla 2. Información general de las carrocerías investigadas.

De acuerdo con la Tabla 3, casi el 93% de las carrocerías se encuentran ubicadas en zonas residenciales.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	3	7.3	7.3	7.3
Sí	38	92.7	92.7	100.0
Total	41	100.0	100.0	

Tabla 3. Localización de carrocerías en área residencial.

Cuatro trabajadores (entre carroceros, pintores, ayudantes y administrativos) de tiempo completo representan la media en las carrocerías mexicanas; sin embargo, 25% de los establecimientos trabajan con uno o dos empleados. En promedio, las carrocerías tienen un empleado de tiempo completo para actividades de administración, dos pintores de tiempo completo y un ayudante general. No contratan empleados de medio tiempo, a excepción de algunos pintores. La tabla 4 muestra los resultados, comentados previamente.

	Media	Moda	% 25	% 75	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
tiempo completo	4	3	2	4	2	1	12	144
edio tiempo	0	0	0	0	1	0	4	6
C Oficina/admón.	1	1	0	1	1	0	4	30
C Pintores	2	1	1	2	1	0	6	69
C Reparación	1	1	0	1	1	0	4	38
C Otros	0	0	0	0	0	0	2	7
IT Oficina/admón.	0	0	0	0	0	0	0	0
IT Pintores	0	0	0	0	0	0	2	4
IT Reparación	0	0	0	0	0	0	2	2
IT Otros	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 4. Categoría de los trabajadores.

Los sistemas de ventilación se utilizan muy poco en las carrocerías, generalmente la ventilación es la que ya existe de forma natural. Estos resultados se muestran en la Tabla 5.

		Suma	%
Aire acondicionado	No	40	98%
	Sí	1	2%
Abanicos	No	37	90%
	Sí	4	10%
Ventilación el área de mezclado	No	40	98%
	Sí	1	2%
Ventilación local en mezclado	No	40	98%
	Sí	1	2%
Sistema Central LEV	No	40	98%
	Sí	1	2%
Sistema de salida	No	40	98%
	Sí	1	2%
Otro Sistema local	No	7	17%

Tabla 5. Sistemas de Ventilación

La Tabla 6 muestra que las carrocerías mexicanas no están bien equipadas, ya que usualmente cuentan con una sola pistola para pintar, de las cuales el 85% son del tipo de Alto Volumen y Baja Presión (HVLP). Por otro lado, El 100% no cuenta con Sistema de Ventilación Local (LEV) en el área para herramientas.

		Suma	%
Sistema de reciclado de solventes	No	38	93%
	Sí	3	7%
Sistema cerrado para limpieza de pistola	No	30	73%
	Sí	11	27%
LEV para herramientas	No	41	100%
	Sí	0	0%
Tipo de pistola	Otra	6	15%
	HLVP	35	85%

Tabla 6. Equipo en las carrocerías.

Como se muestra en la Tabla 7, en el 88% de los establecimientos se utilizan respiradores, siendo el más común, el que cubre medio rostro y el de protección para polvo con un 77% y un 20% de utilización, respectivamente. Al 78% de esos respiradores no se les ha hecho

una prueba de buen funcionamiento durante el último año. Únicamente el 54 % de los trabajadores han recibido algún tipo de entrenamiento para utilizar los respiradores correctamente. Por otra parte, el entrenamiento que han recibido ha sido ofrecido generalmente por los proveedores de pinturas. Programas formales sobre protección con respiradores y comunicación sobre materiales peligrosos, raramente son implementados en las carrocerías. Esto se deriva de los resultados obtenidos en las encuestas: 80% reportó que las Hojas de Seguridad (HDS) no están disponibles en el lugar y 66% respondió que los contenedores no están etiquetados apropiadamente. Los señalamientos de peligro y uso de materiales tóxicos o peligrosos únicamente se observaron en el 22% de las carrocerías.

		Suma	%
No usan respirador	No	5	12%
	Sí	36	88%
Tipo de respirador	Máscara de polvo	7	20%
	Media cara	27	77%
	Cara completa	0	0%
	Con aire	1	3%
Prueba al respirador	No	32	78%
	Sí	9	22%
Entrenamiento para respiradores	No	19	46%
	Sí	22	54%
Programa escrito de protección con respiradores	No	38	93%
	Sí	3	7%
Programa escrito de comunicación de sustancias peligrosas	No	37	90%
	Sí	4	10%
HDS (Hojas de Seguridad)	No	33	80%
	Sí	8	20%
Etiquetado de contenedores	No	14	34%
	Sí	27	66%
Letreros de advertencia y etiquetas de peligro	No	32	78%
	Sí	9	22%

Tabla 7. Respiradores y programas de protección.

56% de los trabajadores utilizan guantes; 74% de ellos usan guantes de látex y 26% guantes de piel. Los guantes de látex son usados por los trabajadores para mezclar y pintar y los de piel, generalmente para realizar trabajo mecánico. Tanto guantes, overoles, uniformes y lentes de protección, son utilizados solo ocasionalmente por los trabajadores. El resultado en el uso de guantes se muestra en la Tabla 8; en tanto que los resultados del uso de overoles, uniformes y lentes protectores se muestran en la Tabla 9.

		Suma	%
Usan guantes	Sí	23	56
	No usan	18	44
Tipo de guantes	Látex	17	74
	Piel	6	26
Guantes usados en <i>primer</i>	Sí	6	
Guantes usados en pintado	Sí	2	
Guantes usados en soldadura	Sí	0	
Guantes usados en bondo	Sí	1	
Guantes usados en el lijado en seco	Sí	0	
Guantes usados en lijado en húmedo	Sí	0	
Guantes usados en mezclado de pintura	Sí	15	
Guantes usados en pintado	Sí	3	
Guantes usados en misceláneos	Sí	0	

Tabla 8. Guantes utilizados en las operaciones de una carrocería.

		Suma	%
Usan ropa protectora	No	36	88
	Sí	5	12
Usan Overoles	No	40	98
	Sí	1	2
Gorro completo	No	40	98
	Sí	1	2
Otro tipo de overol (reusable)	No	40	98
	Sí	1	2
Uniforme de manga larga	No	40	98
	Sí	1	2
Uniforme con manga corta	No	39	95
	Sí	2	5
Cubrecama, lentes, googles, etc.	No	38	93
	Sí	3	7

Tabla 9. Overoles, uniformes y protección para el rostro.

La afectación del medio ambiente producido por las carrocerías participantes se da principalmente a través de las emisiones de solventes, así como por la generación de residuos sólidos peligrosos, entre los que destacan los sólidos saturados (estopas, franelas, materiales con aceite, filtros) y los recipientes de químicos. Las pinturas y los solventes son proveídos generalmente por dos principales distribuidores, DuPont y PPG. Como se muestra en la Tabla 10, en promedio, ellos utilizan cerca de 555 litros de solvente por año y estiman que generan un desperdicio de 72 litros por año; sin embargo, la mayor parte de la disposición final se hace a través de la evaporación. 85% de los residuos sólidos se dispone de manera inapropiada, ya que es enviada al basurero municipal. 64% de las personas responsables de las carrocerías desconoce qué leyes ambientales u ocupacionales aplican

para su negocio. No obstante, estarían dispuestos a participar en un programa de producción limpia y prevención de la contaminación.

		Media	% 75	Máximo	Mínimo	Moda	Suma	Suma
Litros de solvente por año		555	624	5200	23	90	22735	
Litros de residuos de solvente por año		72	87	586	0	0	2870	
Disposición del solvente	Evaporación							30
	Otra							11
Regulaciones ambientales/ocupacionales	No							18
	Sí							10
Permisos	No							12
	Sí							29
Inconformidad de vecinos	No							33
	Sí							8
Vendedores de pinturas y solventes	Dupont							9
	PPG							10
	Max o Sherwin Williams							2
	Dos o más							15
	Otra							5
Pinturas y solventes de USA	No							39
	Sí							2
Participar en un programa de PP	No							0
	Sí							41

Tabla 10. Resumen de los resultados.

Exposición a Isocianatos / Encuesta para los Trabajadores

La Tabla 11 resume la información general de 24 trabajadores participantes en la encuesta. La mayoría de ellos llevan a cabo actividades de trabajo con pintura, 58% de los participantes han estado trabajando por más de 15 años, 100% de ellos han estado expuestos a los isocianatos y el 71% se expuso de forma diaria. 25% de los participantes tienen síntomas de deterioro en su salud.

A pesar de la exposición a los isocianatos, la mayoría de los trabajadores no usan equipo de protección personal cuando realizan su trabajo; de hecho, los respiradores son la protección principal y son usados por el 75% de los trabajadores. La Tabla 12 muestra el equipo de protección personal usado por los participantes.

		Suma	%
Nombre del puesto	Mecánico y pintor	12	50%
	Pintor	7	29%
	Carroceros y pintor	1	4%
Años en el trabajo	0 a 5 años	2	8%
	6 a 10 años	6	25%
	11 a 15 años	2	8%
	Más de 15 años	14	58%
Posibles exposiciones (químicos, polvos, humos)	No	0	0%
	Si	24	100%
Ocurrencia	Otros	2	8%
	Todo el día	22	92%
Síntomas	No	18	75%
	Si	6	25%
Trabaja con productos que contienen Isocianatos	No	0	0%
	Si	24	100%
Tipo de Isocianato	MDI	0	0%
	TDI	23	96%
	HDI	0	0%
	Otro	1	4%
Frecuencia	Diariamente	17	71%
	Semanalmente	4	17%
	Mensual	0	0%
	Otro	3	13%
Aplicación con spray, mezclando, vertiendo o calentando	No	4	17%
	Si	20	83%
Isocianatos en la piel	No	0	0%
	Si	24	100%
Inasistencias al trabajo	0 a 5	15	63%
	6 a 10	4	17%

Tabla 11. Información de los empleados y de su exposición a los Isocianatos.

		Suma	%
Equipo protector	No	6	25%
	Si	18	75%
Respirador	No	6	25%
	Si	18	75%
Lentes de seguridad	No	16	67%
	Si	8	33%
Uniforme	No	22	92%
	Si	2	8%
Botas	No	20	83%
	Si	4	17%
Guantes	No	17	71%
	Si	7	29%
Protección en los oídos	No	23	96%
	Si	1	4%
Otra protección	No	24	100%
	Si	0	0%

Tabla 12. Información sobre el de equipo de protección personal.

La Tabla 13 muestra los síntomas médicos de los participantes, aquí es posible observar que el 33% de los trabajadores tienen alergias, 29% enfermedades de la piel, 50% problemas músculo-esqueléticos y/u otros problemas de salud. Del total, sólo el 58% cuenta con algún tipo de servicio médico.

		Suma	%
Alergias/fiebre	No	16	67%
	Sí	8	33%
Rinitis/Sinusitis	No	22	92%
	Sí	2	8%
Enfermedad de pulmón	No	22	92%
	Sí	2	8%
Enfermedad de la piel	No	17	71%
	Sí	7	29%
Enfermedad del corazón	No	23	96%
	Sí	1	4%
Espalda/problemas	No	12	50%
Muscoloesqueleticos	Sí	12	50%
Servicio médico básico	No	10	42%
	Sí	14	58%

Tabla 13. Historial Médico.

En la tabla 14, se muestra que el 54% de los trabajadores entrevistados tienen síntomas de salud como lo son; flujo nasal y ojos rojos son síntomas encontrados con alta frecuencia, 50%, esto seguido por el asma, 21%, y el quedarse sin aliento (dificultad para respirar) y toser, 13%.

		Suma	%
Resuello	No	19	79
	Sí	5	21
Frecuencia del resuello	1 x semana	0	0
	1 x mes	1	20
	Otro	4	80
Dificultad al respirar	No	21	88
	Sí	3	13
Frecuencia	1 x semana	0	0
	1 x mes	1	33
	Otro	2	67
Tos	No	21	88
	Sí	3	13
Frecuencia de la tos	1 x semana	0	0
	1 x mes	0	0
	Otro	3	100
Dolor de pecho	No	22	92
	Sí	2	8
Frecuencia del dolor de pecho	1 x semana	0	0
	1 x mes	0	0
	Otro	2	100
Flujo en nariz/ojos irritados	No	11	46
	Sí	13	54
Frecuencia	1 x semana	0	0
	1 x mes	1	8
	Otro	12	8
Piel irritada/seca	No	12	50
	Sí	12	50
Frecuencia de piel irritada/seca	1 x semana	1	8
	1 x mes	1	8
	Otro	10	83

Tabla 14. Síntomas actuales.

La Tabla 15 muestra el historial social de los participantes, indicando que el 46% de los trabajadores fueron fumadores y el 42% todavía lo es, en tanto que el 58% consumen bebidas alcohólicas. Su historial familiar, Tabla 16, muestra que sus parientes tienen problemas como alergias, 29%; asma, 8%; hipertensión, 21%; entre otros.

Siempre ha fumado cigarros	No	13	54
	Sí	11	46
Fumador de cigarros	No	14	58
	Sí	10	42
Cigarros por día	1 a 5	2	33
	6 a 10	2	33
	Mas de 11	2	33
Toma alcohol	No	10	42
	Sí	14	58

Tabla 15. Historial social.

		Suma	%
Alergias	No	17	71
	Sí	7	29
Parentesco	Madre/Padre	2	29
	Hermano/hermana	3	43
	Otro	2	29
Asma	No	22	92
	Sí	2	8
Parentesco	Madre/Padre	0	0
	Hermano/hermana	1	50
	Otro	1	50
Enfermedad Pulmonar Crónica	No	23	96
	Sí	1	4
Parentesco	Madre/Padre	1	100
	Hermano/hermana	0	0
	Otro	0	0
Presión Alta	No	19	79
	Sí	5	21
Parentesco	Madre/Padre	4	80
	Hermano/hermana	1	20
	Otro	0	0
Enfermedad del corazón	No	18	75
	Sí	6	25
Parentesco	Madre/Padre	5	100
	Hermano/hermana	0	0
	Otro	0	0
Cualquier otro	No	20	83
	Sí	4	17

Tabla 16. Historial Médico Familiar.

Encuesta para los Proveedores de Pinturas y Solventes de las Carrocerías

Los proveedores de las carrocerías en esta encuesta están representados por las siguientes empresas; DuPont, PPG, Max y Sherwin William, siendo las dos mayores empresas DuPont y PPG. 67% de ellas han estado en el mercado entre 6 y 10 años. Todos venden sus productos directamente a las carrocerías sin importar la cantidad de producto comprado; es decir, cualquier comprador puede adquirir cantidades pequeñas de pintura. Los proveedores estiman que venden mensualmente un promedio de 268 litros de *primer* o base, 188 litros de endurecedor, 795 litros de reductor, y 550 litros de otros químicos; sin embargo, no saben si todo se vende a las carrocerías, debido a que su sistema administrativo no controla el tipo de cliente. La Tabla 17 muestra información general de los proveedores y la Tabla 18, las ventas mensuales.

		Suma	%
Antigüedad del negocio	0 a 5 años	0	0
	6 a 10 años	4	67
	11 a 15 años	2	33
	Más de 16	0	0
Marca representada	Dupont	2	33
	PPG	1	17
	Max	2	33
	Sherwin William	1	17
Vende directamente a las carrocerías	Sí	6	100
	No	0	0

Tabla 17. Información General de los Proveedores de Pintura y Solventes.

Producto	Media	Moda	Desviación Standard	porcentaje	Máximo	Mínimo	Suma
Base	268	60	192	450	500	60	1610
Endurecedor	188	120	157	250	480	75	1125
Reductor	795	1200	407	1200	1200	200	4770
Otros químicos	550	160	444	680	1360	160	3300

Tabla 18. Venta de productos químicos al mes (en litros).

67% de los proveedores venden su producto en el estado de Sonora y el 33% de eso sólo en su capital, Hermosillo. 83% de los proveedores mencionan que se ocupan y preocupan de la legislación ambiental y laboral; sin embargo, la legislación no es la principal motivación para incrementar la seguridad de sus trabajadores. 83% proveen entrenamiento para sus trabajadores y previenen emisiones en sus actividades. 83% no proveen hojas de seguridad a los compradores. La Tabla 19 muestra esta información.

		Suma	%
Área de Ventas	Hermosillo	2	33
	Sonora	4	67
Permisos	No	0	0
	Sí	6	100
Conoce las regulaciones Ambientales y ocupacionales	No	1	17
	Sí	5	83
Provee entrenamiento a sus empleados	No	1	17
	Sí	5	83
Es debido a la regulación	No	6	100
	Sí	0	0
Provee HDS	No	5	83
	Sí	1	17
Es debido a la regulación	No	6	100
	Sí	0	0
Previene sus emisiones	No	6	100
	Sí	0	0
Es Debido a la regulación	No	6	100
	Sí	0	0
Lo hace de acuerdo a las políticas de la marca representada	No	5	83
	Sí	1	17

Tabla 19. Información sobre regulaciones.

Los programas de riesgos formales sólo existen en el 33% de las tiendas de pintura; no obstante, el 67% de ellas menciona que cumple con tener disponibles las hojas de seguridad, el ciento por ciento de los distribuidores menciona que sus productos están etiquetados apropiadamente y el 67% han instalado letreros de precaución. La Tabla 20 muestra estos resultados.

		Suma	%
Programa Escrito de Comunicación de Riesgos	No	4	67
	Sí	2	33
HDS disponible en el establecimiento	No	2	33
	Sí	4	67
Los contenedores se encuentran debidamente etiquetados	No	0	0
	Sí	6	100
Existe señalización y anuncio de precaución	No	2	33
	Sí	4	67

Tabla 20. Programa de Comunicación de Riesgos.

Cuestionario de Vecinos

La mayoría de los participantes en esta encuesta, 37%, han vivido entre 6 y 10 años cerca de un taller de carrocería. 31% de las casas están a una distancia de 30 metros o menos de la carrocería y 69% están a una distancia de entre 30 y menos de 100 metros. En promedio, 3 adultos y un niño habitan en cada una de estas viviendas. 80% de los habitantes no tienen alguna enfermedad crónica. La Tabla 21 resume estos resultados.

		Suma	%	Media
Años viviendo cerca de la carrocería	0 a-5	8		
	6 – 10	13		
	11 – 15	5		
	Mas de 15	9		
Distancia a la carrocería	30 mts o menos	11		
	Mas de 30 mts	24		
Personas que viven por casa				3
Bebés				0
Niños				1
Ancianos				0
Embarazadas				0
Enfermos crónicos	No	28	80	
	Sí	7	20	

Tabla 21. Información general emitida por los vecinos.

La Tabla 22 muestra que el 57% de los vecinos encuentran la operación de las carrocerías molesta, principalmente porque ocupan los espacios de sus estacionamientos. El 31% de las quejas se debe a este concepto. Esto es seguido por los malos olores, 29%, mientras que el ruido generado recibe el 14% de las inconformidades.

		Suma	%
Molestia por las actividades de la carrocería	No	20	57
	Sí	15	43
Olores	No	25	71
	Sí	10	29
Estacionamiento	No	24	69
	Sí	11	31
Porque ingieren bebidas embriagantes	No	34	97
	Sí	1	3
Ruido	No	30	86
	Sí	5	14

Tabla 22. Inconformidades manifestadas por los vecinos.

Los síntomas de los vecinos se muestran en la Tabla 23. Esto indica que los participantes en esta encuesta no han sido afectados seriamente en su salud.

		Suma	%
Asma en adultos y niños	No	34	97
	Sí	1	3
Efectos neurológicos	No	35	100
	Sí	0	0
Iritación	No	34	97
	Sí	1	3
Tos	No	35	100
	Sí	0	0
Abortos espontáneos	No	35	100
	Sí	0	0

Tabla 23. Síntomas experimentados por los vecinos.

CAPÍTULO III

PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN LIMPIA EN LAS CARROCERÍAS MEXICANAS

El objetivo de este capítulo analizar los resultados obtenidos e identificar los riesgos ocupacionales y ambientales a los cuales están expuestos los trabajadores del sector de las carrocerías en la ciudad de Hermosillo; además la información generada permitirá decidir si es factible o no aplicar técnicas de Producción Limpia y Prevención de la Contaminación en ellas y por último, conocer si la comunidad aledaña a estos establecimientos está siendo afectada por sus operaciones.

Características socio-económicas de las carrocerías Hermosillenses

El estudio sobre las prácticas actuales en salud ocupacional y ambiental en las carrocerías, arroja datos interesantes y, tal vez, preocupantes sobre esta actividad. Como los resultados lo demuestran, este sector está formado esencialmente por negocios pequeños que en su mayoría lo administran las propias familias dueñas, interviniendo en promedio cuatro trabajadores para su puesta en operación, incluido el propietario. Otra característica es que los ingresos económicos son bajos, lo que repercute en una reinversión económica casi nula en herramientas, equipo, capacitación, etc., situación que se vé reflejada en lo obsoleto de las técnicas e instrumentos de trabajo que se utilizan.

Gran parte de la preparación que tienen los trabajadores de las carrocerías ha sido adquirida de forma empírica o generacional, ya que al tratarse de un negocio de carácter familiar los conocimientos, las técnicas y métodos se han heredado a través de los años por los propios miembros de la familia.

El nivel educativo de los trabajadores raramente alcanza el nivel de preparatoria; la influencia del negocio familiar los conduce temprano en su vida a un aprendizaje del oficio que termina por integrarlos al negocio, en lugar de seguir estudiando y preparándose en asuntos y materias que quizás correspondan más con sus talentos y gustos naturales.

A pesar de que algunos de ellos han emigrado a Estados Unidos y han aprendido técnicas actualizadas y uso de equipo moderno, al volver a la realidad económica y social de México, las ganancias del negocio no permiten adquirir el equipo requerido para aplicar las técnicas aprendidas.

Las operaciones llevadas a cabo en las carrocerías mexicanas no difieren mucho de las descritas en la literatura citada en secciones previas; sin embargo, en las carrocerías mexicanas es muy común que se trabaje por lote (es decir, dedicarse al trabajo mecánico, al bondo y pintura de un solo carro).

Por otra parte, predomina la existencia de pintores de "staff", es decir, de aquellos que sólo van al establecimiento cuando se requiere trabajo especializado, ya que se trata de empleados independientes que atienden a varias carrocerías durante la semana.

La duración de las operaciones puede variar, dependiendo de los medios, la experiencia del trabajador y la magnitud del daño. Por lo tanto, los trabajadores encontraron difícil estimar la duración de las operaciones, incluso hubo quienes consideran que el trabajo de la carrocería es un trabajo artesanal, impreciso y difícil de estandarizar.

Es en este contexto y a través de la información generada por los instrumentos de investigación, que se descubrieron los principales riesgos ocupacionales a los que están expuestos los carroceros en la ciudad de Hermosillo, son riesgos de tipo físico, químico y ergonómico y los riesgos ambientales que generan son contaminación al aire, agua y suelo.

Riesgos Ocupacionales y Ambientales en la Carrocerías de Ciudad de Hermosillo, Sonora.

Riesgos químicos

Una carrocería típica se localiza en terrenos que no superan los 400 m², incluso algunas de ellas están establecidas en el *porche* o patio de una casa (Foto 2). Las operaciones de preparación del pintado (trabajo mecánico, aplicación del bondo, lijado, etc.) se realizan en el patio, en un área abierta o sólo con un improvisado techo de lona o malla sombra, incluso hay quienes lo hacen en la calle (Foto 3).



Foto 2. Taller de carrocería instalado en el porche de una casa habitación.

La cabina de pintado generalmente se improvisa en algún cuarto cerrado o colocando una cortina. Como es de suponer, este tipo de cabina improvisada no cuenta con suficiente iluminación, mucho menos con una ventilación adecuada (Foto 4).

Los resultados son evidentes cuando únicamente el 2.4% de las carrocerías (n = 1/41) reportan contar con un área especial para la preparación de los materiales, las cuales tienen una ventilación adecuada, aire acondicionado o algún otro tipo de ventilación (Foto 5).



Foto 3. Área de pintado improvisada. Las condiciones de sombreado son precarias.



Foto 4. Cabina de pintado en un cuarto improvisado.



Foto 5. Lugar de preparación de los materiales (Mixing Room).

Para las operaciones que se realizan a nivel de piso (soldadura, lijado, aplicación de bondo, etc.) no se cuenta con un sistema de desagüe especial (Foto 6). Más del 83% de las carrocerías reportan tener algún tipo de ventilación, lo que en realidad no se constató, ya que más bien era ventilación natural o dilución vía un abanico portátil, usado para controlar principalmente el calor excesivo, en vez de emplearlo para reducir la exposición. En dos ocasiones se encontraron establecimientos que contaban con modernas instalaciones en sus cabinas, en los que se aplicaban pintados del tipo CD (Cross-Draft) o DDS (Down-Draft Spray), así como áreas para mezclado y equipo moderno; sin embargo, en los casos de los establecimientos con cabinas, los filtros no existían o estaban severamente obstruidos. Por otro lado, el 85.4% ($n = 35/41$) de las carrocerías reportaron utilizar pistolas del tipo HVLP; únicamente, 7.3% ($n = 3/41$) informó tener un sistema de recuperación de solventes y 26.8% ($n = 11/41$), contar con un sistema cerrado para la limpieza de la pistola.



Foto 6. Aplicación de bondo a nivel piso, sin desagüe especial que conduzca los solventes y residuos.

El uso de respiradores se reportó en el 87.8% ($n = 36/41$) de las carrocerías, principalmente durante el pintado, lijado o tareas que desprendían algún tipo de polvo. El tipo de respirador más común es el de medio rostro (77%), seguido por la máscara contra el polvo (20%). El uso de la máscara de rostro completo y con abastecimiento de aire, se encontró en una sola carrocería. No obstante, sólo el 22% de las carrocerías reportaron haber hecho pruebas al respirador en el último año. Al inspeccionar los respiradores se comprobó que raramente eran cambiados, revisados o puestos a prueba a pesar de su uso frecuente (Foto 7).



Foto 7. Pintor realizando la operación de pintura sin protección.

El utilizar protección para la piel fue reportado como ocasional, incluso en las operaciones de alto riesgo para esta importante zona expuesta del cuerpo, como lo es el mezclar la pintura, rociarla, limpiar la pistola de pintar y lijar la pintura (Foto 8).

A pesar de que los trabajadores, en el 56.1% (n = 23/41) de las carrocerías, aseguraron usar guantes, no se observó que lo hicieran. Los guantes más comunes para mezclar la pintura son los de látex, con el 73.9% (n = 17/23) de frecuencia; en tanto que los de piel representaron el restante 26.1% (n = 6/23), usados fundamentalmente para el trabajo mecánico. Se reportó como ocasional el uso de overoles, camisas de manga larga, uniformes, lentes de protección (del 2% al 7%, n = 41).



Foto 8. Preparación de pintura sin ningún tipo de protección.

Los controles de ingeniería no son utilizados con regularidad. En las raras ocasiones en que se detectó alguno instalado, resultaron obsoletos o insuficientes. Los negocios no cuentan con un programa de riesgos escrito, tampoco con Hojas de Seguridad disponibles, careciendo de señales o avisos de advertencia sobre posibles daños a la salud.

Los contenedores de las pinturas no cuentan con un lugar de almacenaje adecuado, ni están debidamente etiquetados (Fotos 9 y 10).

Todo lo anterior, a pesar de estar trabajando con químicos de alto riesgo, sobre todo con aquellos que contienen isocianatos, cloruro de metileno, plomo, thinner, entre otros; los trabajadores desconocen o ignoran los riesgos a los cuales están expuestos y sus consecuencias; y por ende, no se protegen de la exposición a dichos químicos.



Foto 9. Área de almacenaje, apreciándose que los contenedores no están etiquetados.



Foto 10. El etiquetado de advertencias de las pinturas no puede distinguirse por lo sucio de los contenedores.

Riesgos Físicos

Es evidente la propensión a golpes y accidentes a los que están expuestos los trabajadores. Las técnicas que utilizan para enderezar las piezas dañadas son ingeniosas pero peligrosas, al grado de sujetar el automóvil a un árbol o poste y darle de golpes con un marro, sin ningún tipo de protección (Foto 11). El desorden es un factor predominante en los establecimientos, donde se pueden encontrar piezas de carrocerías esparcidas por todo el lugar, situación que puede provocar accidentes (Foto 12).



Foto 11. Trabajo mecánico de enderezado de un chasis.



Foto 12. El desorden de esta carrocería es evidente.

Las temperaturas extremas a las cuales los trabajadores realizan sus actividades es otro de los riesgos físicos identificados. Generalmente las actividades se realizan al aire libre, lo cual expone a los trabajadores a temperaturas de hasta 45°C en verano y menos de 10°C en invierno.

La exposición al ruido también forma parte de los riesgos físicos que reveló la investigación de las actividades efectuadas en las carrocerías hermosillenses: golpeteo fuerte e incesante de piezas y el traqueteo de lijadoras y compresores, son algunos de los causantes de este riesgo.

Riesgos Ergonómicos

Las incómodas posturas en las que se realizan las operaciones, sobre todo las de lijado y pintado en la parte baja del automóvil (Foto 13), son también parte de los riesgos implicados en las labores realizadas en una carrocería hermosillense.



Foto 13. Posturas incómodas para realizar las operaciones.

La encuesta sobre salud aplicada a 24 trabajadores arrojó los siguientes números sobre síntomas de enfermedad, 20.8% (n = 5/24) presenta resuello; 12.5% (n = 3/24), dificultad para respirar y 8.3% (n = 2/24), dolor en el pecho; además, el 54% de los

encuestados padece flujos nasales, en tanto que el 50% (n = 12/24) sufre de irritación en la piel y de enrojecimiento de sus globos oculares. Es importante mencionar que estos síntomas desaparecen al abandonar el sitio de trabajo.

Los problemas músculo-esqueléticos (especialmente dolor de espalda) son los de mayor incidencia con el 50.0% (n = 12/24), seguido por problemas en la piel con el 29% del total (n = 7/24).

Asimismo, se encontró que los principales riesgos ambientales generados por las carrocerías hermosillenses son contaminación del aire, agua y suelo.

Riesgos Ambientales

—Aire

Los riesgos ambientales en las carrocerías son aún más inquietantes. De acuerdo con los resultados obtenidos, el 93% de los establecimientos encuestados están generalmente ubicados en zonas residenciales (Foto 14).



Foto 14. Una de las carrocerías investigadas ubicada en zona residencial.

Los residuos de solventes son enviados al ambiente a través de la evaporación. Cantidades excesivas de químicos que contienen isocianatos, y solventes son también desechadas en los alrededores de la comunidad a través del rociado (Foto 15).

—*Contaminación del agua y suelo*

Los residuos de pintura líquida se desechan con toda normalidad al desagüe municipal o al suelo (Foto 16); asimismo, los residuos sólidos peligrosos como las estopas, los contenedores de pintura, las toallas y trapos, el papel con pintura, cintas, máscaras de polvo, guantes, etc. se manipulan como basura regular del municipio (Foto 17).



Foto 15. Rociado de pintura al aire libre.



Foto 16. Agua contaminada en el piso de la carrocería.



Foto 16. Los residuos sólidos (como papel con pintura) se desechan como basura normal.

La operación de lijado de la superficie en las carrocerías de la ciudad, se realiza generalmente por vía húmeda, lo que provoca que se contamine el agua con las partículas de polvo generadas en esta operación, pudiendo éstas provenir tanto de la pintura antigua, como del bondo, del *primer* o del transparente (Foto 18).



Foto 17. El lijado de la lámina incorpora al proceso, otra fuente de contaminación.

Las inquietudes de las comunidades aledañas a las carrocerías también fueron expuestas en el presente estudio. Los resultados muestran que el 57% de los vecinos

encuestados encuentran 'molesta' la operación de las carrocerías. El problema del 'estacionamiento' representa la mayor inconformidad con el 31%, seguido por los 'fuertes olores' y por el 'ruido' provocado por las actividades propias de estos negocios.

Este porcentaje demuestra la poca conciencia o conocimiento que existe en la comunidad sobre los efectos en la salud, derivados de la exposición a químicos utilizados en las carrocerías, probables culpables de enfermedades como el asma, la dermatitis, los problemas respiratorios, entre otros; adjudicándole en cambio mayor importancia y atención al 'estacionamiento'. Sin embargo, se encontraron datos que muestran que los vecinos resultan afectados en su salud por dichas actividades, o por la cercanía de las carrocerías a sus hogares.

Otra preocupación externada por la comunidad se relaciona con el hecho de que se evaporen los restos de solventes usados, y de que los residuos sólidos peligrosos sean enviados a los rellenos sanitarios municipales.

DISCUSIÓN

El término producción sustentable se refiere a la creación de bienes y servicios usando procesos y sistemas que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores, así como beneficios para la comunidad, a la vez que impulsan el crecimiento económico de una organización a largo plazo (Munguía, 2004). El sector de la micro-industria que integra a los talleres de servicios automotrices, incluye a las denominadas carrocerías, donde se reparan los daños o desperfectos que pueden presentar la estructura y lámina de un automóvil. Por lo tanto, un sistema de producción sustentable, tal como le define Munguía, encaja perfectamente para esta actividad económica en la que hay un intercambio de productos y servicios por compensaciones monetarias, que a la vez afecta al medio ambiente, a la comunidad que rodea estos centros de trabajo y a la salud y seguridad de los trabajadores que ahí laboran.

El estudio realizado en las carrocerías de la ciudad de Hermosillo, Sonora, detectó que las prácticas operacionales de esta actividad distan mucho de ser sustentables. Esto debe de ser consecuencia del poco, y en muchos casos del nulo desarrollo de las capacidades para identificar, eliminar y/o reducir los riesgos ocupacionales y ambientales que se generan diariamente en estos negocios. Como ya se mencionó, los conocimientos y habilidades de los trabajadores en una carrocería, generalmente han sido adquiridos de forma empírica o generacional, ya que al tratarse de una industria familiar, los conocimientos, técnicas y métodos han sido heredados a través de los años por los miembros de la familia. El enfoque de sustentabilidad ha estado ausente en esta formación, ya que las prioridades son los beneficios económicos aun a costa de su propia salud.

El estudio reveló también varias áreas de oportunidad, denominándose así a las que a través de una o algunas intervenciones, puede generar un avance hacia una producción sustentable de esta importante micro-industria.

Las áreas de oportunidades detectadas pueden ser aprovechadas para desarrollar un programa de Prevención de la Contaminación que permita reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales generados por las carrocerías. No existe una fórmula simple y única para que las organizaciones o compañías establezcan un programa de esta naturaleza; no obstante, existen algunos pasos básicos que se deben examinar y adoptar al crear un enfoque individual para la prevención de la contaminación. El objetivo del programa será definido por cada organización, pero de manera general procuraría elaborar y establecer estrategias continuas que reduzcan los desechos generados, definiendo los procedimientos que permitan disminuir sus costos de operación, su mejor imagen ante la comunidad y la protección de trabajadores y medio ambiente (Case, 1998; Rossi, 1991).

Las oportunidades encontradas para desarrollar un programa de prevención de la contaminación en una carrocería mexicana se enlistan a continuación, en orden de su posible implementación:

Apoyo de la Administración. El apoyo y compromiso de la administración resulta esencial para el desarrollo de un programa de Prevención de la Contaminación (Kjaerheim, 2005). Cada organización deberá adoptar su propio programa general de prevención de la contaminación. También se debe desarrollar un plan de implementación para cada una de las unidades, revisando y actualizando periódicamente el programa para que refleje las condiciones que hayan cambiado (Case, 1998).

El 100% de los participantes en el estudio están dispuestos a participar en un programa de asesoramiento sobre prácticas de seguridad ocupacional y prevención de la contaminación, sobre todo porque algunos propietarios de las carrocerías visitadas externaron su preocupación sobre la presencia de la autoridad ambiental, quien tienen la facultad de amonestarlos, gravarlos y hasta clausurarles el establecimiento, situación que repercutiría directamente en el sustento de familias enteras. Algunos de ellos aseguran desconocer tales requerimientos, por lo que están dispuestos a aceptar la orientación u asesoría para cumplirla.

Considerando que el éxito de la implementación de un programa de esta naturaleza depende del apoyo e interés de la administración, el hecho de que el 100% de los participantes en el estudio estén de acuerdo en participar, representa la mejor y mayor oportunidad para promover la aplicación de prácticas más limpias en las carrocerías hermosillenses.

Control de Inventario. El inventario de productos y materiales en los establecimientos visitados es muy escaso, debido a que trabajan de acuerdo con los requerimientos del cliente y necesidades más urgentes; sin embargo, son suficientes para ocasionar accidentes mayores, como un incendio, o bien que alguien los ingiera involuntariamente al no contar con un sitio específico y adecuado de almacenamiento, además de un ordenamiento sistemático que les permita un manejo eficiente de existencias.

No existe un registro de la cantidad de productos que se compran, que se usan, mucho menos de la cantidad de desperdicio que se genera.

Las operaciones llevadas a cabo en el proceso requieren de un suministro continuo de materiales que debe resolverse en cada fase del proceso. Las compras y la distribución son esenciales en una buena administración de materiales. En un efectivo programa de prevención de la contaminación, es importante establecer controles más rígidos sobre las clases y tipos de materiales que pueden adquirirse, por ejemplo: prohibir o reducir las compras de sustancias químicas o materiales que presenten ciertos efectos sobre la salud o el medio ambiente; exigir información detallada a los proveedores con respecto al contenido químico de las mezclas y los riesgos potenciales que éstas representan; controlar las compras, para verificar la necesidad del material y buscar posibles sustitutos (Hunt, 1998).

Por otro lado, un adecuado manejo de inventario puede hacerse más efectivo a través de los siguientes pasos: establecer un almacén central y políticas que indiquen que sólo podrá solicitarse la cantidad de material a utilizar; definir qué hacer con las porciones pequeñas no utilizadas y reducir la cantidad del área de almacenamiento, a fin de desalentar la acumulación (Dennison, 1996).

Etiquetado de Productos. La mayoría de las pinturas y solventes son adquiridas en envases de plástico cuya capacidad fluctúa entre 250 ml y 1 litro. El etiquetado de estos envases no es el idóneo, considerando que el contenido es tóxico y se requiere información sobre su manejo y riesgo a la salud derivado de su uso. En el mejor de los casos, la etiqueta de los envases de pintura, consiste en una calcomanía que tiene el nombre y dirección del proveedor, ya que también se observaron contenedores que únicamente tenían el nombre del contenido escrito con un marcador. En el cuestión del thinner (el solvente más utilizado),

la calcomanía consiste de una "calavera" como aviso de peligro. También se utilizan productos debidamente etiquetados, sobre todo en el caso de las compras en mayoreo y de productos como el *primer*, el bondo y el transparente y, a decir de los proveedores, esa etiqueta es la "Hoja de Seguridad" que ellos entregan. "Hoja de Seguridad" que se vuelve difícil consultar, ya que regularmente los envases se hallan esparcidos por toda el área de trabajo, lo cual provoca que se manchen debido a las condiciones de suciedad que impera (restos de pintura, comida, polvo, grasa, etc.)

Para efectos de aplicar el enfoque de prevención de la contaminación, es importante llevar un adecuado y eficaz sistema de etiquetado que permita tener un control de las fechas de caducidad, instrucciones de uso; pero, sobre todo, que evite mezclar los productos químicos susceptibles de reaccionar y provocar accidentes y que reduzca a un mínimo la probabilidad de riesgos a la salud del trabajador o de la comunidad (P2RX, 2006).

Plan de Contingencias. La mayoría de las carrocetas no cuentan con los señalamientos mínimos de seguridad, mucho menos con un plan de contingencia por escrito. Las "Hojas de Seguridad" no se encuentran disponibles en el establecimiento y tampoco cuentan un área de lavado de rostro y manos en caso de accidente.

En un programa de Prevención de la Contaminación se contempla por escrito la planificación de acciones a realizar en caso de emergencias, así como el tener equipo de seguridad y primeros auxilios disponibles en el negocio, lo cual contribuye a reducir el impacto de un derrame, accidente o explosión que pudiera suceder.

Los requerimientos mínimo deseables de un plan de emergencia son el teléfono, los extintores, un botiquín de primeros auxilios, entre otros.

Los empleados deben estar capacitados para saber qué hacer en caso de una contingencia, para lo cual deben contar con un lugar visible en el que se puedan consultar los números telefónicos de emergencia (hospital, bomberos, protección civil, policía, etc.) (DNREC, 2004).

Manejo de Residuos. Es muy común observar que los envases que contienen residuos peligrosos como pintura, estopas, solventes, primer, bondo, sean arrojados a las bolsas de basura para que sean recogidos por los recolectores del municipio.

Un programa de prevención de la Contaminación especifica que los residuos peligrosos deben siempre identificarse con una leyenda que diga "RESIDUOS PELIGROSOS", confinándolos en un área señalada con la misma leyenda. Además, cada recipiente debe especificar qué tipo de residuos contiene, por ejemplo: solvente, pintura, primer, bondo, etc., para no mezclar químicos que puedan reaccionar violentamente. Los residuos peligrosos por ningún motivo deben arrojarse y mezclarse con la basura que genera la población en general, por lo que se debe contar con una compañía especializada que los recoja y se encargue de darles el tratamiento y confinamiento adecuado.

Con el fin de no acumular residuos peligrosos, se debe marcar cada contenedor con la fecha en que inició su almacenamiento, llevando un control simultáneo y en conjunto con la compañía responsable de recolectarlos (Dennison, 1996).

También se observó que los talleres de carrocería generan otro tipo de residuos sólidos como metal, vidrio, hule, tableros, llantas, entre otros; provenientes de los

automóviles en reparación, mismos que se encuentran por lo general acumulados en el taller, generando suciedad y reduciendo el espacio.

Muchos de estos residuos pueden ser reusados o reciclados a través de algún negocio dedicado a estas actividades, beneficiándose así la limpieza, recuperándose un espacio valioso y reduciéndose la contaminación, y todo ello puede incluso generar un ingreso económico (P2RX, 2006).

Capacitación. El estudio reveló las necesidades de capacitación de los carroceros, que les haga ver, entender y prever los riesgos que generan y a los que ellos mismos se exponen, preparándolos para que tomen acciones exitosas que los eliminen o al menos los reduzcan a mínimos tolerables.

Involucrar a las autoridades locales, organizaciones no gubernamentales e instituciones educativas en programas de entrenamiento para los trabajadores que pertenecen a la microindustria, en tópicos de prevención de la contaminación es una buena estrategia para capacitar a los empleados (Kjaerheim, 2005).

Por otro lado, un efectivo programa de capacitación debe contemplar no sólo el entrenamiento que identifique residuos peligrosos, sino también cómo manejarlos en situaciones normales y en casos de emergencia; al igual que en el control de inventarios, un registro pormenorizado de los cursos permitirá actualizar a los empleados de recién ingreso, abarcar otros tópicos y los temas más modernos y novedosos, así como reforzar la capacitación general recibida. También deberá incluirse capacitación sobre mejora de las técnicas de pintado, preparación de materiales, lijado, aplicación de materiales, etc. (DNREC, 2004).

Mejoramiento de Operaciones. Un programa de Prevención de la Contaminación considera que ésta se logra a través de mejorar las operaciones y métodos que conforman el proceso y ofreciendo un efectivo mantenimiento a los equipos; también, modificando o aplicando técnicas de mejoramiento a los equipos y métodos existentes, por ejemplo, inspeccionando productos y procesos o bien colocando dispositivos de control (Rossi, 1991).

En las diferentes operaciones que conforman el proceso de la carroceada de un automóvil se detectaron acciones que ponen en riesgo la salud del trabajador y el medio ambiente:

EL LIJADO DE PIEZAS SE REALIZA SIN PROTECCIÓN PERSONAL. Generalmente, el lijado en las carrocerías hermosillenses se realiza sin medios mecánicos y únicamente se utiliza agua para mitigar el polvo.

Cuando la operación de lijado se efectúa en seco se debe emplear un colector de polvo, para evitar que éste traspase hacia los vecinos. En lo posible se debe usar una lijadora que tenga un depósito que colecte los residuos. El operador debe usar protección como overol, guantes, lentes y máscara con respirador para reducir la exposición; asimismo, se recomienda que la operación de lijado se aisle del resto de las operaciones (DNREC, 2004).

LIMPIEZA DE PISTOLA DE PINTADO. El método de limpieza de equipo deja mucho que desear, debido a que se efectúa sin protección y utilizando thinner como limpiador; la operación consiste en cargar el depósito de la pistola con este líquido y rociarlo al aire hasta que salga limpio.

Un programa de prevención de la contaminación, recomienda utilizar un limpiador automatizado para la pistola, lo cual ahorra dinero y reduce el riesgo a la salud y al

ambiente.

Este tipo de aparato optimiza el uso de solventes y reduce la cantidad de desechos, evitando además que el trabajador tenga contacto directo con el solvente (DTSC, 2006).

La limpieza de la pistola de pintar se hace con solvente por lo que se recomienda hacerlo desarmándola y colocando las partes en un sistema cerrado de limpieza, siempre se debe utilizar equipo de protección como máscara y guantes (Sparer, 2004).

MEZCLADO DE MATERIALES. La operación de mezclado de materiales previo al proceso de pintado, se realiza en lugares que no son adecuados; por lo regular, al aire libre y sin protección. En esta operación se utilizan químicos que en su manipulación y mezclado representan un riesgo para la salud y el medio ambiente.

El mezclado o preparación debe realizarse en un cuarto separado que cuente con un adecuado sistema de ventilación. Los contenedores deben estar bien cerrados y etiquetados correctamente, el trabajador encargado debe portar guantes de nitrilo, lentes y máscara con respirador (EPA, 2002).

APLICACIÓN DE MATERIALES. En la mayoría de los casos investigados, la aplicación de materiales a través del rociado se realiza sin equipo de protección personal; el equipo de protección personal se refiere a todos aquellos elementos que utiliza un trabajador, con el fin de disminuir o evitar lesiones o pérdidas de salud susceptibles de ser originadas por los accidentes y exposiciones a enfermedades profesionales (Rodellar, 1999).

En los extraordinarios casos en que se utiliza el equipo recomendado, éste muestra signos de no recibir mantenimiento; peor aún, generalmente la aplicación de los materiales se

realiza en una cabina improvisada o a cielo abierto.

La "*Environmental Compliance and Pollution Prevention Guide for Vehicle Maintenance Shops*" emitido por Departamento de Conservación del Medio Ambiente del Estado de New York en 1998, sugiere que para mejorar el proceso de aplicación de materiales es importante mezclar sólo la cantidad de pinturas y capas que se requieran. Asimismo, se recomienda utilizar pistolas de rocío de Alto Volumen y Baja Presión (HLVP). Este equipo transfiere pintura mucho más eficazmente que las pistolas convencionales, lo que significa que tendrá que mezclarse y usarse menos pintura. En algunas áreas de Estados Unidos es por Ley utilizar este tipo de pistola (EPA, 2000).

El empleo de este tipo de equipo reduce las exposiciones a las que se somete el trabajador, así como las emisiones de contaminantes al aire (Enander, 2003).

Como se pudo constatar, es notoria la falta de mantenimiento del equipo de protección personal, lo delata la condición de los filtros de las máscaras. En el caso de las dos cabinas de pintado que se encontraron, el estado de los filtros manifiesta una ausencia absoluta de mantenimiento.

Una apropiada ventilación es vital para proporcionar un ambiente de trabajo seguro, sobre todo durante las operaciones de mezclado, pintado y limpieza de equipo. Sin embargo, contar con un eficiente equipo de ventilación no es suficiente, si no se cuenta a la vez con un adecuado programa de mantenimiento que contemple la realización de pruebas a los filtros, así como su reemplazo periódico (EPA, 2002).

Grupos de Interés de un Programa de Prevención de la Contaminación en las Carrocerías Mexicanas

Las condiciones actuales de las prácticas ocupacionales y ambientales en los talleres de carrocerías hermosillenses, manifiestan que existe un problema de exposición a riesgos de parte de los trabajadores, además de los riesgos que esas mismas actividades generan contra el medio ambiente; por lo que, cualquier intervención que se realice con miras a mejorar el entorno de trabajo y su actuación ambiental, beneficiará tanto a los involucrados directamente como a la comunidad que los rodea. Sin embargo, el éxito de la implementación de un programa de Prevención de la Contaminación en las Carrocerías, dependerá en gran medida del compromiso y participación del gobierno, de los propietarios y empleados de las carrocerías, de los proveedores, de las cámaras de comercio, de las instituciones de educación y centros de investigación y de la sociedad en general.

El gobierno y sus representantes deben ser los primeros interesados en promover acciones encaminadas a reducir o eliminar los riesgos a la salud y el medio ambiente. Es importante involucrar y apoyar a los llamados micro generados o pequeños generadores, para que participen en prácticas enfocadas a reducir la contaminación que en conjunto generan, así como los riesgos ocupacionales a los cuales se exponen los trabajadores de estos establecimientos (LGPGIR, 2006). Deben diseñarse y apoyarse programas que abarquen a los sectores que conforman este tipo de productores, informándoles de cerca los beneficios que lograría ponerlos en operación.

Los propietarios y trabajadores de las carrocerías deben conocer y aceptar que las actividades que realizan en su negocio generan riesgos que pueden afectar su salud, la de sus familias y la de la comunidad que los rodea, causando daños irreversibles al medio

ambiente. Este primer paso los involucraría en programas orientados a reducirlos o eliminarlos, interesándose ellos mismos por mantenerse informados de la reglamentación existente que aplica para su negocio.

Los proveedores por lo general representan grandes compañías transnacionales que cuentan con políticas bien establecidas sobre la protección al medio ambiente; por ejemplo,

Dupont en su página de Internet "...ratifica a sus empleados, clientes, accionistas y público en general que lleva a cabo sus negocios respetando y cuidando el medio ambiente y establece las estrategias que los lleven a lograr negocios exitosos con el mayor beneficio para todos, sin comprometer los recursos de futuras generaciones." Por lo tanto, habría que retomar esas políticas y estrategias y llevarlas a través de los proveedores hasta sus clientes directos. Según los datos arrojados en el estudio, un gran porcentaje de las ventas de los distribuidores de pinturas en la ciudad, lo representan los pequeños negocios. Un incentivo para elevar sus ventas podría ser la promoción de su producto entre los carroceros, desde el punto de vista de salud y mejora del ambiente. Esto podría realizarse a través de las cámaras de comercio que agremian a los distribuidores de pinturas.

Es deber de las universidades públicas vincularse con la sociedad apoyando a la pequeña y mediana empresa, a través de la participación de académicos y maestros en trabajos de asesoría y asistencia técnica, apoyando proyectos emprendedores factibles y con alto potencial de desarrollo y competitividad en la industria regional.

Las universidades como instituciones de educación superior tienen el compromiso con la sociedad de formar profesionistas preocupados por estudiar, proteger y preservar los recursos naturales, el medio ambiente y la salud de los trabajadores; sin embargo, este compromiso no termina ahí, las universidades deben ampliar su universo de servicios y

atención de necesidades de grupos específicos de la región y contribuir, a través de servicios científicos, tecnologías, capacitación, asesoría y asistencia técnica, a reducir los impactos negativos para el medio ambiente generados por las actividades que esos grupos realizan, a la vez que se eleva su productividad y competitividad.

Incorporar los principios derivados de la declaración Agenda 21 ha representado un gran desafío para la academia mexicana, sobre todo para las instituciones de educación superior cuya respuesta ha sido muy lenta, ignorando en algunos casos el contexto y el efecto que el problema plantea en dicha declaración.(Velázquez, 2002). La Universidad de Sonora a través del grupo de Desarrollo Sustentable del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sonora, ha sido pionera en la incorporación de los principios de la Agenda 21 en México. El grupo ha basado sus esfuerzos para alcanzar la sustentabilidad promoviendo una cultura proactiva, enfocada a resolver los problemas ambientales, económicos y sociales generados por sus funciones sustantivas y de administración; sin embargo, como parte de del compromiso de la universidad con la sociedad, el grupo también a fomentado y participado en proyectos que promueven la sustentabilidad, salud y el uso eficiente de los recursos en la región, dentro siempre de un marco de justicia y de respeto. El objetivo es promover prácticas de Producción Limpia y Prevención de la Contaminación en el estado de Sonora, contribuyendo al desarrollo de la región de una manera más sustentable (Velázquez, 1999).

Es así, como a a través de los instrumentos de investigación se identificaron los principales riesgos ocupacionales y ambientales a los cuales estan expuestos los trabajadores de las carrocías de la ciudad de Hermosillo: asimismo, se encontraron importantes áreas de oportunidad para el diseño e implementación de un programa de

prevención de la contaminación que permita eliminar y/o reducir los riesgos encontrados y por último, a pesar de que los datos no muestran evidencia de que las comunidades aledañas no son afectadas en su salud, si muestran un evidente desconocimiento de los peligros que representa que los talleres de carrocerías no laboren bajo los mínimos esquemas de protección al trabajador y al medio ambiente.

CONCLUSIONES

Los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo operan con un nivel bajo de tecnología y trabajan en condiciones muy obsoletas. El impacto que estas prácticas puede tener en la salud de los trabajadores, la comunidad y el ambiente son difíciles de calcular. A pesar de no tener certeza, se estima que las prácticas de este sector son similares y prevalecen a lo largo y ancho de todo México y posiblemente en el resto de los países en vías de desarrollo. A gran escala, este problema puede tener un impacto significativo en la salud de los trabajadores y en el ambiente global.

A través de la información generada por los instrumentos de investigación, se encontró que los principales riesgos ocupacionales a los que están expuestos los carroceros en la ciudad de Hermosillo, son riesgos de tipo físico, químico y ergonómico. En el caso de riesgos ambientales, se identificó que las actividades de una carrocería generan contaminación en aire, agua y suelo.

El enfoque de la Prevención de la Contaminación representa una de las mejores herramientas para diseñar un programa que fomente la participación del sector de las carrocerías, con el propósito de desarrollar las capacidades para identificar, eliminar o reducir los riesgos ocupacionales y ambientales que se generan diariamente en estos centros de trabajo. Los programas de Prevención de la Contaminación que se han diseñado e implementado en talleres de carrocería, demuestran que son factibles de aplicarse a pesar de no contar con un gran capital económico. Fue a través de los instrumentos de investigación que se detectaron varias áreas de oportunidad en las carrocerías de Hermosillo, en las cuales se puede aplicar un programa derivado de este enfoque, apoyo de la administración, control de inventario, etiquetado de productos, plan de contingencias, manejo de residuos,

capacitación y mejoramiento de operaciones. De las oportunidades detectadas, cabe destacar el apoyo de la administración, ya que el 100% de los participantes en el estudio, estuvo de acuerdo en colaborar con un programa que los oriente y ayude a reducir los riesgos ocupacionales y ambientales generados por sus negocios.

Por otra parte, los resultados demuestran que las pequeñas carrocerías operan en un vacío de cultura ambiental, ocupacional y de legislación, situación que no debe ser muy diferente de los otros establecimientos que conforman este sector económico. Este vacío no sólo se profundiza entre los propietarios y empleados de las carrocerías, sino en la comunidad que los rodea, como lo demuestran los resultados obtenidos en la encuesta para vecinos, donde registramos la mayor "molestia" por la operación de las carrocerías: el problema del 'estacionamiento'. Insinuamos como *vacío* a la poca conciencia o conocimiento que prevalece entre carroceros y la diversa comunidad que los rodea, acerca de los efectos sobre la salud que conlleva la exposición a químicos utilizados en todo el proceso de compostura vehicular.

Sin embargo, la iniciativa de diseñar e implementar un programa de esta naturaleza debe surgir de instituciones que cuenten con la experiencia, capital e interés por promover cambios de raíz, no de apariencia. El gobierno debe realizar un esfuerzo, en conjunto con instituciones civiles y educativas, que fomente la participación de los micros y pequeños generadores de residuos contaminantes y que acumulados representan un riesgo para la comunidad. Por otro lado, lograr que en los talleres de carrocería se promueva un sistema de producción sustentable, marcaría la pauta para extrapolar estas mismas acciones a otras áreas económicas con características similares en su operación y las cuales seguramente al

cumplir con su proceso operativo, no están exentos de exponer a sus trabajadores a riesgos ocupacionales y de generar riesgos ambientales.

Dentro de este esfuerzo es encomiable el papel de las universidades como precursoras de la diseminación del enfoque de la producción limpia y prevención de la contaminación, y no solamente en sus aulas preparando profesionistas capaces de aplicar las técnicas más modernas de dicho enfoque, sino trabajando en proyectos reales que permitan vincularse con la sociedad, a través de la participación de académicos y alumnos en trabajos de asesoría y asistencia técnica, para fomentar el desarrollo y competitividad en la industria regional, pero sobre todo para fomentar el progreso social basado en los preceptos del desarrollo sustentable.

La experiencia de la Universidad de Sonora en apoyar y participar en proyectos de esta índole, representa una de las mejores opciones para arrancar un programa que involucre a todos los sectores afectados e interesados en el caso de las carrocerías hermosillenses, extrapolándolo hacia otras micro-industrias de la región.

Considerando los resultados obtenidos en la presente tesis, es imperativo encaminar al sector de las carrocerías a trabajar bajo un esquema de producción sustentable, cuya definición se propone como "aquel donde se ofrecen servicios de reparación de daños o desperfectos en la carrocería de un automóvil y en sus accesorios, a través de procesos y sistemas que integren la conservación del medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores, a la vez que ofrezca beneficios a la comunidad y la obtención de ganancias económicas". Esto puede lograrse gracias a la implementación de programas de Producción Limpia y Prevención de la Contaminación.

RECOMENDACIONES

Los resultados demuestran que los trabajadores presentan síntomas de enfermedades relacionadas con la exposición a los químicos que ellos manejan en las diversas operaciones que comprende el proceso de carrocear un automóvil, por lo que resulta importante continuar investigando de manera más profunda a los trabajadores de los carrocerías con el propósito de determinar si existe relación entre los síntomas de enfermedades detectados y los niveles de exposición a los cuales se someten, manteniendo la forma en la que actualmente se llevan a cabo las actividades.

La generación de residuos sólidos peligrosos representa una fuente de contaminantes, al ser enviados indiscriminadamente al basurero de la ciudad; por otra parte, el hecho de que las emisiones de VOC sean arrojados a la atmósfera sin ningún control, también representa un riesgo para los trabajadores y la comunidad aledaña. Razón suficiente para llevar a cabo acciones que involucren al sector de las carrocerías en programas dirigidos a reducir y/o eliminar los riesgos ocupacionales y ambientales que generan.

Un primer paso para la implementación de prácticas más limpias en los talleres de carrocería sería diseñar un manual de prevención de la contaminación que considere las oportunidades encontradas a través de este estudio; así como las condiciones sociales, económicas, ambientales y de legislación en México.

Las principales limitaciones enfrentadas para llevar a cabo el estudio fue el hecho de que el tiempo utilizado para la aplicación de las encuestas fue condicionado a la hora de comer o a los momentos de descanso, lo que repercutió que en todos los casos las encuestas

fueron contestadas bajo presión de tiempo. Sin duda, la limitación más grande fue el no conocer el total de los talleres de carrocerías existentes en la ciudad de Hermosillo al no encontrarse un registro formal.

Los resultados obtenidos en el estudio muestran las in-sustentables condiciones de operación de las carrocerías de la ciudad de Hermosillo, las cuales posiblemente prevalezcan en todo el territorio mexicano.

REFERENCIAS

- Agenda 21 (1992), RIO DECLARATION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Disponible en Internet: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>
- Águila, C. Y, López B. Z., Díaz M. K., Acosta Ch. Y., Ferrer G. M., (2006) Apuntes sobre el Desarrollo visto desde la óptica del Desarrollo Sustentable. Un imperativo del Tercer Milenio, III Conferencia Internacional "La obra de Carlos Marx y los desafíos del siglo XXI", p5, Disponible en: <http://www.nodo50.org/cubasingloXXI>
- Allenby B. (1994) "Industrial Ecology: Gets down to Earth", *IEEE Circuits and Devices Magazine*, 10(1): p25.
- Allenby, B.R., (1999) *Industrial Ecology: Policy framework and implementation*, Prentice Hall p20
- Allenby, B.R., (1999) *Industrial Ecology: Policy framework and implementation*, Prentice Hall
- Arnold M. y Osorio F., (1998): Introducción a los conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas, *Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, No. 3
- ATSDR (1995): Agency for Toxic Substances & Disease Register, Department of Health and Human Services, U.S.: Estireno (Internet) Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts53.html
- ATSDR (2005): Agency for Toxic Substances & Disease Register, Department of Health and Human Services, U.S.: Plomo (Internet) Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.html

Ayuntamiento de Hermosillo (2006): *Reglamento de Tránsito, Sección Novena, Art. 48*, p

9. Disponible en internet:

Bello, D., Streicher, R., Woskie, S. (2002) Evaluation of the NIOSH draft method 5525 for determination of the total reactive isocyanates group (TRIG) for aliphatic isocyanates in autobody repairs shops: *Journal of Environmental Monitoring* 4, 351-360

Bello, D., Woskie, S., Streicher, R., Stowe, M., et al., (2005) A laboratory investigation of effectiveness of various skin and surface decontaminants for aliphatic polyisocyanates: *Journal Environmental Monitoring*, 7: 716-721

Bello, D., Woskie, S., Streicher, R., Liu, Y., et al. (2004) Polyisocyanates in Occupational Environments a Critical Review of Exposure Limits and Metric. *American Journal of Industrial Medicine* 46: 480-491

Bertalanffy, L. V. (1984): *Teoría General de los Sistemas*, Editorial Fondo de Cultura Económica.

Case, L., Freeman, H.M., (1998) *Manual de Prevención de la Contaminación Industrial*, McGraw Hill, Inc. p. 110

Case, L., Freeman, H.M., (1998) *Manual de Prevención de la Contaminación Industrial*, McGraw Hill, Inc. p. 116

CCA (2004): *Hacia la prevención de la Contaminación en América del Norte*, Alianza de América del Norte para la Prevención de la Contaminación (Internet) Disponible en [http:// www.cec.org](http://www.cec.org) (Publicaciones)

Centro Nacional para la Producción más Limpia, CPL (2007): Técnicas para la producción más Limpia, (Internet) disponible en: <http://www.produccionlimpia.cl>, accesada el día 7 de octubre del 2007

CESVI, (Centro de Educación Vial, México): Manual de prevención de riesgos en las carrocías, 2da. Edición, P. 46-47

Consejo Nacional para la Producción más Limpia (2007). Producción más Limpia (Internet) Disponible en <http://www.produccionlimpia.cl/link.cgi/PL/>

Cortés Díaz J.M. (2001) Seguridad e Higiene del Trabajo, Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales, 3ra Edición, Alfaomega, p. 26

Dennison, M. (1996) Pollution Prevention, Strategies and Technologies, Government Institutes, Inc. p. 254

Dennison, M. (1996) Pollution Prevention, Strategies and Technologies, Government Institutes, Inc. p. 255

Di Stefano, F., S. Siriruttanapruk, J. McCoach, M. Di Gioacchino and P. S. Burge (2004): Occupational asthma in a highly industrialized region of UK: report from a local surveillance scheme. *Allerg Immunol (Paris)* 36:56-62 (2004)

Di Stefano, F., S. Siriruttanapruk, J. McCoach, M. Di Gioacchino and P. S. Burge: (2004) Occupational asthma in a highly industrialized region of UK: report from a local surveillance scheme. *Allerg Immunol (Paris)* 36:56-62 (2004).

DNREC (1996) (Department of Natural Resources & Environmental Control): A pollution Prevention Guide for Automotive Repair Shops, (Internet): Disponible en:

<http://www.dnrec.state.de.us/del-auto.htm>

DNREC (2004). Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control: Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program. p

3-5

DNREC (2004). Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control: Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program. p

3-5

DNREC (2004). Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control: Compliance Assistance Workbook for the Auto Body Self-Certification Program. p

3-5

Dragan, A.K. and K.M. Jakobsson, (1997) Sustainability and Global Environmental Policy: New Perspectives. Cheltenham, UK- Lyme, US. Edward Elgar. 310.

DTSC (2003). California State, Department of Toxic Substances Control: Auto Body and Paint Shops Project (Internet). Disponible en:

<http://www.dtsc.ca.gov/PollutionPrevention/ABP/index.cfm>

Dupont (2007). Seguridad y Medio Ambiente. (Internet) Disponible en: <http://www.psm-dupont.com.mx/paginas/seguridad.htm>

Eastmond, A., (2005) La sociedad del conocimiento, el desarrollo sustentable y el papel de la educación superior en México en el fomento de la cultura ambiental, Revista de la Educación Superior, ANUIES 4(36) p69

El Imparcial(2007): Rebasan accidentes y autos a la ciudad, Disponible en internet:
<http://www.elimparcial.com/EdicionImpresa/Hoy/General/> publicado el 7 de
octubre del 2007

Enander, R. T., D. M. Gute and H. J. Cohen (2003): The concordance of pollution prevention and occupational health and safety: a perspective on U.S. policy. *Am J Ind Med* 44:312-320

Enander, R. T., D. M. Gute and R. Missaghian (1998): Survey of risk reduction and pollution prevention practices in the Rhode Island automotive refinishing industry. *Am Ind Hyg Assoc J* 59:478-489.

Enander, R. T., H. J. Cohen, D. M. Gute, L. C. Brown, A. M. Desmaris and R. Missaghian (2004): Lead and methylene chloride exposures among automotive repair technicians. *J Occup Environ Hyg* 1:119-125 (2004).

Enander, R., Gute, D., Cohen, H.J. (2003) The concordance of Pollution Prevention and Occupational Health and Safety: A perspective on U.S. Policy. *American Journal of Industrial Medicine* 44: 312-320

Enander, R., Gute, D., Cohen, H.J. (2003) The concordance of Pollution Prevention and Occupational Health and Safety: A perspective on U.S. Policy. *American Journal of Industrial Medicine* 44: 312-320 p. 317

EPA (1998). Design for the Environment Small Auto Refinish Shop Project. Report EPA744-F-98-013, 1998

EPA (2000). Environmental Protection Agency. Design for the Environment: Automotive Refinishing Partnership: Best Practices for the paint mixing room: EPA 744-F-00-003 (Internet). Disponible en:

http://www.epa.gov/opptintr/dfe/pubs/auto/bp_mixing/bp_mixing.pdf

EPA (2002) Breathing Easy...Ensuring Proper Ventilation of Paint Mixing Rooms in Auto Refinish Shops. 744-F-02-008,

EPA (2002) U.S. Environmental Protection Agency, Design for the Environment Projects; EPA 744-F-00-019, (Internet) Disponible en:

<http://www.epa.gov/dfe/pubs/tools/dfefactsheet/dfefacts8-02.pdf>

EPA (2003). EPA New England Press Releases: EPA and Lawrence Mayor Announce Project to Reduce Pollution from Auto Body Shops. (Internet) Disponible en

<http://www.epa.gov/NE/pr/2003/jan/030107.html>

EPA, Environmental Protection Agency (2000): Emission Inventory Improvement Program, Auto Body Refinishing, Chapter 13, P. 13. 4-3.

Ford Motor Company México (2007): *Plantas-Hermosillo-Historia* Disponible en Internet:

<http://ford.com.mx/corporative/corporative.asp>

Freeman, H.M., (1995) Industrial Pollution prevention handbook, Mc Graw Hill, Inc. p. 13

Freeman, H.M., (1995): Industrial Pollution prevention handbook, Mc Graw Hill, Inc.

Frosch, R., N. Gallopoulos, (1989), "Strategies for Manufacturing", Scientific American, Septiembre 1989, 94-102.

- Galea, V. (2007): Understanding Environmental Risk, Ohio State University Extension Fact Sheet, (Internet) Disponible en: <http://ohioline.osu.edu/cd-fact/0196.html>
- Gallopoulos, N.E. (2006), "Industrial Ecology: an Overview", *Progress in Industrial Ecology, An International Journal*, 3(1/2)
- Garner, A. y Keolin, G. A. (1995). "Industrial ecology: an introduction. National pollution prevention center for higher education. P 1-32
- Geiser, K., (1990) *Toxics use Reduction and Pollution Prevention*, New Solutions p. 3
- Geiser, K., (1990): *Toxics use Reduction and Pollution Prevention*, New Solutions (1990)
- Heitbrink, W., Cooper, T., Edmonds, M., Bryant, C., Ruch, W. (1993): In-Depth Survey Report: Control Technology for Autobody Repair and Painting Shops, U.S. Department of Health and Human Services, Report No. ECTB 179-14a (Internet) Disponible en <http://www.osha.gov/SLTC/autobody/docs/ectb179-14a/ectb179-14a.html>
- Hunt, G., Freeman, H., (1998) *Manual de Prevención de la Contaminación Industrial*, McGraw Hill, Inc. p. 10
- INEGI (2003) Instituto Nacional de Estadística y Geografía Informática: Anuario Estadístico Sonora.
- Kay, J. (2001) What is Industrial Ecology about? Some musings from Complex Systems Theory ", Conference of the Canadian Society for Ecological Economics, Disponible en <http://www.nesh.ca/jameskay/www.jameskay.ca/>

- Kjaerheim, G. (2005) Cleaner production and sustainability. *Journal of Cleaner Production* 13: 329-339
- Leal Filho, W. (2000). "Dealing with Misconception on the Concept of Sustainability." *International journal of Sustainability in higher education* 1(1): p15.
- Levy, B. Wegman David, (2002) Occupational Health, Recognizing and Preventing Work-Related Disease and Injury. Fourth Edition, Editorial, Lippincott Williams & Wilkins, 2002, pág. 9
- Levy, B., Wegman David, (2002) Occupational Health, Recognizing and Preventing Work-Related Disease and Injury. Fourth Edition, Editorial, Lippincott Williams & Wilkins, 2002, p. 90
- LGPGIR (2006) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre del 2003, última reforma publicada el 22 mayo del 2006
- Liu, Y, L., Sparer J., Woskie, S., Cullen, M., Chung, J., Holm, C., and Redlich, C., (2000) Qualitative Assessment of Isocyanate Skin Exposure in Auto Body Shops: A Pilot Study in *American Journal of Industrial Medicine* 37:265-274
- Meadows, D. et al, Los Límites del Crecimiento, Fondo de Cultura Económica, México, 1972
- MEDLINEPLUS (2007): Trusted Health Information for you. US National Library Medicine and the National Institute Health, (Internet) Disponible en <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002747.htm>

Miller, G. T., (2002): *Ciencia Ambiental: preservemos la tierra*, Editorial Thomson, 5ta. Edición, p. 238

Mulholland K.L, Dyer J.A. (1999) *Pollution Prevention: Methodology, Technologies and Practices*, American Institute of Chemical Engineers, p.

Munguia, N. (2004) *Sustainability Practices Performed by i.e. Mexican Maquiladora Industry: "A Case Study at the City of Hermosillo and the Border City of Nogales, Sonora, México*, Doctoral Thesis, University of Massachusetts Lowell

NIOSH (1996): *Preventing Asthma and Death from Diisocyanate Exposure*, Publication No. 96-111 (Internet). Disponible en: <http://www.cdc.gov/>

NYSDEC (1998) *Environmental Compliance and Pollution Prevention Guide for Vehicle Maintenance Shops*

Oldenburg, K., Geiser, K., *Pollution Prevention and...or industrial ecology?* *Journal Cleaner Production*, Vol. 5, No. 1-2 p 103-108

OSHA (2006) Occupational Safety & Health Administration: *Safety and Health Topics: Isocyanates*, (Internet) Disponible en:
<http://www.osha.gov/SLTC/isocyanates/index.html>
p. 3

P2RX (2006): *Pollution Prevention Information Center: Start Preventing Pollution: Auto Body Shops Pollution Prevention Guides*: (Internet): Disponible en:
<http://peakstoprairies.org/p2bande/autobody/abguide/fs2.cfm>

- P2RX (2006): Pollution Prevention Resources Exchange: Auto Body: Background and Overview, Environmental and Health Issues (Internet): Disponible en: <http://peakstoprairies.org/>
- P2Rx (2006): Start Preventing Pollution. Auto Body Shops, Pollution Prevention Guide: Implement changes. (Internet): Disponible en: <http://peakstoprairies.org/>
- Park RM, Silverstein MA, Maizlish N, Mirer F (1986). Mortality among workers in auto repair and auto body shops. NIOSH Contract No. 210-81-5104 Report. 23
- Pastor, R. (1997) Ecología industrial. 1ª. Conferencia europea de ecología industrial. ECOMED-Pollutec. (En Internet). Disponible en: <http://www.ambinet.org>.
- Pisanello, D., Muriale, L., (1989) The Use of Isocyanate Paints in Auto Refinishing – A survey of Isocyanate Exposures and Related Work Practices in South Australia: *The Annals of Occupational Hygiene*, Vol. 33, No. 4, pp. 563-572, 1989
- Plog Barbara A. (2002) Industrial Hygiene, Overview of Industrial Hygiene, chap 1, p. 7
- Pranee Liamputtong, R. and E. Douglas (1999) Qualitative Research Methods: a health focus, Oxford, NY: Oxford University Press.
- Pronk, A., Preller, L., Raulf-Heimsoth, M., et al. (2007) Respiratory Symptoms, Sensitization and Associations with Isocyanate Exposure in Spray Painters: *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 0: 200702-215
- Pronk, A., Tielemans, E., Skarping, G., et al. (2006) Inhalation Exposure to Isocyanate of Car Body Repair Workers and Industrial Spray Painters. *Annal Occupational Hygiene*, Vol. 50, No. 1. pp 1-14

- Pronk, A., Yu, F., Vlaaderen, J., Tielemans, E., et al. (2006) Dermal, inhalation, and internal exposure to 1,6-HDI and its oligomers in car body repair shop workers and industrial spray painters, *Occupational Environmental Medicine*, 63:624-631
- Quinn MM, Kriebel D, et al. (1998). "Sustainable Production: A Proposed Strategy for the Work Environment." *American Journal of Industrial Medicine* 34: 297-304.
- Redlich, C. A., D. Bello and A. V. Wisnewski (2006): Isocyanate exposures and health effects. in *Environmental and occupational medicine*, 4th Edition, Rom, W. N. (ed), pp. Philadelphia: Lippincott-Raven, in press.
- Redlich, C. A., D. Bello and A. V. Wisnewski (2006): Isocyanate exposures and health effects. in *Environmental and occupational medicine*, 4th Edition, Rom, W. N. (ed), pp. Philadelphia: Lippincott-Raven, in press, 2006.
- Redlich., C., Karol, M., (2002) Diisocyanate asthma: clinical aspects and immunopathogenesis. *International Immunopharmacology* **2**: 213-224
- Redlich., C., Stowe., M., Wisnewski et al., (2001) Subclinical Immunologic and Physiologic Responses in Hexamethylene Diisocyanate Exposed Auto Body Shop Workers: *American Journal of Industrial Medicine* 39: 587-597
- Report of the World Commission on Environment and Development,(WCDE) Development, Our Common Future. 1987, Oxford Univ. Press: Oxford, NY.
- Rodellar L. Adolfo, (2002): Seguridad e Higiene en el Trabajo, Editorial Alfaomega, p 67
- Rossi, M., Ellenbecker, M., Geiser, K (1991) Techniques in Toxics use Reduction: From Concept to Action. *Engineering Solutions to Improve the Environment*. p. 27

- Rossi, M., Ellenbecker, M., Geiser, K (1991) Techniques in Toxics use Reduction: From Concept to Action. Engineering Solutions to Improve the Environment. p. 27
- Sachs, W., (1999): “Planet Dialectis,- Exploration in Environment & Development”, Zed Books, p 28
- Sakai, K., Hisanaga, N., Shibata, E., Ono, Y., Takeuchi, Y., (2006): Asbestos Exposures during Reprocessing of Automobile Brames and Clutches. *Journal Occupational Environmental Health* 12:95-105
- Salinas J.P., (2004) Desarrollo Sustentable y Salud, MEDULA, *Journal Covering Health Sciences*, Vol. 10, No. 1-4, p. 2-3
- Sparer, J., Stowe, M., Bello, D., Liu, Gore, R., Youngs, F., et al., Isocyanate Exposure in Autobody Shop Work: The SPRAY: *Journal of Occupational and Environmental Higiene*, 1: 570-581
- Thorpe, B., (1999) Citizen’s Guide to Clean Production, Clean Production Network and the Lowell Center for Sustainable Production, p. 3
- Thorpe, B., (1999) Citizen’s Guide to Clean Production, Clean Production Network and the Lowell Center for Sustainable Production P. 3
- Tibbs, H. B.C. (1992). Industrial Ecology: An Environmental Agenda for Industry. Disponible en: <http://www.sustainable.doe.gov/articles/indecol.shtml>
- UNEP, Cleaner Production (CP) (2001): Cleaner Production keys elements: (Internet) Disponible en Internet en http://www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm,

Velázquez, L. (2002) Sustainable Universities around the World: “A model for Fostering Sustainable University Programs Effectiveness”, Doctoral Thesis, University of Massachusetts Lowell

Velázquez, L., Munguia N., Romo, M., (1999) Education for Sustainable Development: The engineer of the 21st century: *European Journal of Engineering Education*. 24(4) p. 359

Woskie, S. R., J. Sparer, R. J. Gore, M. Stowe, D. Bello, Y. Liu, et al.(2004): Determinants of isocyanate exposures in auto body repair and refinishing shops. *Ann Occup Hyg* 48:393-403.

Yassi A. and Kjellström T, (1999): “Conexiones entre la salud ambiental y la salud en el trabajo”, *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, fourth edition, p52-53

ANEXOS

ENCUESTA PARA CARROCERÍAS
EPOAC (Estudio de Problemas Ocupacionales y Ambientales en las Carrocerías)

Nombre de la Carrocería: _____ Identificación: _____

Contacto(s): _____ Entrevistador: _____

_____ Día de la Visita: _____

DATOS GENERALES:

1. Cuántos años tiene el negocio? _____

2. En total, Cuántos automóviles trabajan por mes? _____

2a. Más o menos cuantos por semana _____ [P2 ÷ 4] 1 Si 2 No [CORRECT Q2]

3. A cuanto asciende el ingreso anual? ? _____ [SI NO CONTESTA, IR LA OPCION 3a]

3a. Puede decirme en que rango se encuentra su ingreso anual? [SI NO CONTESTA, IR ALA OPCION 3b]

1 <\$300,000 2 \$300,001-\$600,000 3 \$600,001-\$1,000,000 4 >\$1,000,000

3b. Es su ingreso mayor o menor que \$600,000? 1 mayor 2 menos

4. Su carrocería se encuentra en una zona residencial? 0 No 1 Si

6. Preguntas sobre las tareas diarias? (Duración de las tareas)

7. Usa algún tipo de respirador- 0 No ir la 10 1 Si

7a. Tipo 1 máscara para polvo (sí solo usa MPP ir a la 10) 2 medio rostro 3 rostro completo 4 con aire

7b. Comentarios sobre mantenimiento, servicio, almacenamiento, de los respiradores? _____

8. Listado de todos los respiradores utilizados en la carrocería y en que tareas se utilizan.

I Marca (SV, 3M, MSA, North, Wilson, otro)	Tipo: SAR, PAPR, Reusable, Desechable, Polvo	Máscara: RC: Rostro completo, MR: Medio Rostro,	Cartucho: no usa, OV, HEPA, OV/PP, Dust, otro	Operación:	Primer	Pintura, Transparente soldadura	Bondo	Lijado en seco	Lijado material viejo	Mezclado	Limpieza de la pistola	Detallado	Misceláneos
a													
b													
c													
d													

9. Están entrenados los empleados para utilizar respiradores? 0 No 1 Si

9a quien provee el entrenamiento?

10. Ha realizado alguna prueba al respirador el ultimo año? 0 No 1 Si
11. Tiene algún programa escrito sobre protección con respiradores? 0 No 1 Si
12. Tiene algún programa sobre riesgos escrito? 0 No 1 Si
- 10a. Están las hojas de seguridad disponibles en la carrocería? 0 No 1 Si
- 10b. Están todos los contenedores etiquetados de manera correcta? 0 No 1 Si
- 10c. Cuenta con señalamientos de seguridad en la carrocería? 0 No 1 Si

13. A cuanto asciende el área de la carrocería? Sólo el área de producción, no incluir oficinas, almacén, baños, etc. _____ m2. [MEDIDA]

14. Existen los siguientes tipos de ventilación?

- 11a. ¿aire acondicionado? 0 No 1 Si
- 11b. ¿abanicos 0 No 1 Si
- 11c. ¿ventilación en el cuarto de mezclado? 0 No 1 Si
- 11d. ¿Extractor en el área de mezclado? 0 No 1 Si
- 11e. ¿En área de herramientas? 0 No 1 Si
- 11f. ¿Sistema de filtrado? ? 0 No 1 Si
- 11g. ¿Otro tipo de ventilación? 0 No 1 Si _____

15. Cuenta la carrocería con el siguiente equipamiento?

- 15a. Sistema para el reciclado de solventes? 0 No 1 Si 15d. ¿Cuando se instaló? _____
- 15b. Incluye el limpiador de la pistola? 0 No 1 Si 15e. ¿Cuando se instaló? _____
- 15c. Ventilación local para herramientas (lijadoras, sierras,)? 0 No 1 Si 15f. ¿Cuando se instaló? _____
- 15d. Tipo de pistola HVLP otro

16. Cuantas cabinas de pintado o estaciones de preparación tiene la carrocería? _____ [Si no hay ninguna vaya a la pregunta 17]

	Booth 1				Booth 2			
a. Booth / prep station	Booth	Prep			Booth	Prep		
b. Ventilation Type	DD	SDD	CD	No flow	DD	SDD	CD	No flow
c. Make (mfgr.) or custom made								
d. Model #								
j. Pressure gauge?	Si	No			Si	No		
k. Filter condition?	Good	Gaps			Good	Gaps		
	Clogged	Uneven	Missing		Clogged	Uneven	Missing	
L. Date booth installed								

17. Que pinturas son utilizadas con mas frecuencia en la carrocería? Liste cada uno con su catalizador y reductor

1 Paint type:	2 Product #	3 Quantity used per month	4 Units	Notes
Product Brand Name (Producto) 1				
Product brand 2				
Product brand 3				
Hardener # (Catalizador) 1				
Hardener 2				
Hardener 3				
Reducer brand and # (reductor) 1				
Reducer 2				

Reducer 3				
-----------	--	--	--	--

18. Qué otros productos se utilizan en la carrocería?

1 Product type	2 Product Brand name	3 Product #	4 Quantity used per month	5 Units
a. Bondo 1				
b. Bondo 2				
c. Thinner para limpiar la pistola				
d. franela para limpiar solvente				
e. Separador				
f. Limpiador de manos				
g. Cinta adhesiva				
h. Otro				
i. Otro				

PREGUNTAS SOBRE LOS GUANTES?

19. Enliste todos los tipo de guantes que se utilizan en la carrocería y en que tareas

1 Type: LT=latex N= nitrile, P=neoprene, R=rubber or other plastic, A=abrasion/heat protection	Check uses:	1 Trabajo mecánico	2 Elaboración bondo	3 Aplic. Bondo	4 Lijado	5 Aplic.pasta ligera	6 Aplic. primer	7 Mezclado pintura	8 Pintado	9 Limpiar pistola	10 Aplic. Transpar.	11 otros
a.												
b.												
c.												

PREGUNTAS SOBRE OVEROLES Y UNIFORMES EN LA CARROCERÍA

20. Enliste los tipo de overol y protección para los ojos utilizados en la carrocería?.

Type:	1 Using? Si or No	2 With hood/head sock? Si or No	3 Date started using	4 Laundered	Check when	5 All day	6 Priming	7 Sanding	8 Painting	9 General Repair	10 Other
a. Tyvek coveralls	Y N	Y N		Y N							
b. Nylon coveralls	Y N	Y N		Y N							
c. Other reusable coveralls_____	Y N	Y N		Y N							
d. Uniform: long sleeved	Y N	XX		Y N							
e. Uniform: short sleeved	Y N	XX		Y N							
f. Other _____	Y N	Y N		Y N							
g. Face shield / safety glasses / goggles	Y N	XX		XX							

21. Cantidad de solventes son utilizados en el año? _____

22. Cuántos litros de solvente desecha en un año? _____

23. Cómo se desechan los solventes? _____ Que se evapore Otro _____

24. Cómo dispone de los desechos sólidos? En el Basurero Municipal? \$_____/ton.

Otra forma _____

25. Esta usted enterado de las regulaciones ocupacionales o ambientales para su negocio?

No Si

26. Necesito permiso para abrir su negocio? No Si Qué tipo de permiso?

Describe el permiso _____

27. Ha recibido usted queja de sus vecinos sobre su carrocería? (e.g. el olor, ruido, dolor de cabeza, irritación, etc.)

No Si Especifique _____

28. Quién es su proveedor de solventes? _____

a. Proveedor de pintura _____

b. ¿Qué cantidad obtiene directamente de Estados Unidos? (Nogales, Tucson, AZ)? _____

c. Solventes _____

29. Estaría dispuesto a participar en un programa de Asesoría sobre practicas de seguridad ocupacional y prevención de la contaminación en colaboración con la Universidad de Sonora? Si NO

Indique el tipo de equipo de seguridad que utiliza en su trabajo:

Respirador _____ Tipo _____
Lentes de seguridad _____
Uniforme de protección (overoles etc.) _____ Tipo: _____
Botas _____
Guantes _____
Protectores de oídos _____
Otros _____

Cuantos días de trabajo ha perdido usted en el año pasado diferentes a vacaciones?

0-5 días _____ Razón: Enfermedad _____
5-10 _____ flojera _____
+ 10 _____ otros _____

EMPLEOS ANTERIORES E INFORMACION DE EXPOSICION

Brevemente enlista los últimos empleos que ha tenido por más de 3 meses:

Nombre, ciudad, estado	Descripción de actividades	Años trabajando	Posibles Exposiciones
------------------------	----------------------------	-----------------	-----------------------

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5.- _____

6.- _____

A tenido usted problemas de salud o síntomas en algunos de estos trabajos? No _____

Si _____ Si es si explique: _____

HISTORIA MÉDICA

A sido usted diagnosticado con alguna de los siguientes problemas médicos?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Alergias/fiebre del heno | Enfisema <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Asma | Enfermedad del corazón <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Rinitis/sinusitis | Depresión <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Enfermedad del pulmón | Dolor de espalda o problemas musculosqueleticos <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Neumonía o Bronquitis | Enfermedad del Riñón <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Asma infantil/Problemas para respirar | Cáncer <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Enfermedad del hígado (hepatitis) | Hernia hiatal <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Problemas auditivos | |
| <input type="checkbox"/> Problemas de la piel | |

Si la respuesta es si a alguna de las problemas enlistados, ha recibido diagnostico, tratamiento? _____

Enliste todos los medicamentos que actualmente esta tomando, así como la frecuencia con que las toma (píldoras, infantes, medicamentos prescritos etc.) _____

Enliste todas las hospitalizaciones que ha tenido (incluyendo el diagnostico y la fecha) y si ha tenido procedimientos de cirugía. _____

Tiene usted algún tipo de alergia a un medicamento o a la exposición ambiental (polen, gatos, etc.) SI _____ No _____

Si es si, enliste las sustancias a las cuales puede ser alérgico: _____

Tiene usted algún medico familiar, o medico general? Si_____ No_____

Por favor enliste algún medico que visite con regularidad(medico general o
especialista):_____

SINTOMAS ACTUALES

Ha presentado algunos de los siguientes síntomas?

Comienzo (ano) Frecuencia

Respiración con dificultad No___ Si___ _____ 1x/sem___ 1x/mes___
Otro_____

Respiraciones mas cortas No___ Si___ _____ 1x/sem___ 1x/mes___
Otros_____

Tos persistente No___ Si___ _____ 1x/sem___ 1x/mes___
Otros_____

Dolor de pecho No___ Si___ _____ 1x/sem___ 1x/mes___
Otros_____

Irritación y sequedad de la piel No___ Si___ _____ 1x/sem___ 1x/mes___

Flujo nasal y enrojecimiento y ardor de ojos No___ Si___ _____
1x/sem___ 1x/mes___

Si es si: 1) Algunos de esos síntomas han ocurrido en el trabajo? No___ Si___

Cuales síntomas?_____

2) Mejorar esos síntomas cuando se aleja del trabajo (fines de semana,
vacaciones, etc.) No___ Si___

Cuales síntomas?_____

3) Estos síntomas ocurren después del trabajo? No_____ Si_____

Cuales síntomas?_____

4) Cuantas horas o días duraron presentes los síntomas la ultima vez que se presentaron ?_____

5) Enlista cualquier medicamento o inhalantes que hayas tomado para reducir los síntomas y la frecuencia:_____

HISTORIA SOCIAL

Ha fumado con regularidad? No_____ Si_____

Que edad tenia la primera vez que empezó a fumar con regularidad?_____ anos

Usted fuma actualmente? Si_____

No_____ A que edad dejo de fumar?_____ Ano_____

En promedio cuantos cigarros se fumaba por día?_____

Regularmente bebe mas de un vaso de vino, o una cerveza o cualquier bebida alcohólica por día? Si_____ No_____

HISTORIA FAMILIAR

Alguna de las siguientes condiciones están actualmente presentes en algún miembro de su familia:

Alergias Si_____ No_____ Que miembro_____

Asma Si_____ No_____ Que miembro_____

Enfisema Si_____ No_____ Que miembro_____

Alta presión Si_____ No_____ Que miembro_____

Enfermedad de Corazón Si_____ No_____ Que miembro_____

Corazón

Por favor enliste otros padecimientos que existan en su familia:_____

CUESTIONARIO PARA PROVEEDORES

Nombre del proveedor _____ Identificación del proveedor: _____

Contacto: _____ Entrevistador: Andrea _____

Fecha de la visita: _____

PREGUNTAS GENERALES:

1. ¿Cuántos años tiene la tienda? _____ Años
2. ¿De cual marca es distribuidor? _____
3. ¿A quién le vende sus productos?
 - 3a. Directamente a los carroceros 3b. A otra tienda
 - 3c. ¿Aproximadamente que porcentaje de carroceros atiende? _____
4. Enliste los diferentes productos de pinturas y sus ventas anuales (cantidades).

1 Paint type:	2 Product #	3 Quantity used per month	4 Units	Notes
Product Brand Name (Producto) 1				
Product brand 2				
Product brand 3				
Product brand 4				
Product brand 5				
Product brand 6				

5. Enliste los catalizadores y sus ventas anuales (cantidades)

1 Tipo de catalizador	2 Product #	3 Quantity used per month	4 Units	Notes
Catalizado				
Hardener 12				
Hardener 13				

Hardener 14				
Hardener 15				

6. Anote los tipos de reductores y sus ventas anuales (cantidades)

1 Paint type:	2 Product #	3 Quantity used per month	4 Units	Notes

7. Enliste las cantidades anuales de otros químicos (bondo, limpiador de manos, adhesivos, limpiadores, removedores de pintura, etc.)

1 Product type:	2 Product #	3 Quantity used per month	4 Units	Notes

Especifique _____

15. ¿Cómo es la disposición final de los residuos sólidos?

En el basurero municipal por \$_____/ton.

Otro:

PREGUNTAS SOBRE EL USO DE GUANTES

16. Enliste todos los tipos de guantes utilizados en la tienda y en que operaciones utilizan.

Glove type N=nitrile, P=neoprene, R=rubber or other plastic, A=abrasion/heat protection	Task	Notes
2.		
3		

PREGUNTAS SOBRE RESPIRADORES

17. Enliste todos los respiradores usados en la tienda y en que operación son utilizados.

1 Respirator Brand [SV, 3M, MSA, North, Wilson, SATA, etc.]	2 Type: SAR, PAPR, Reuse(able), Disp(osable), Dust	Mask: FF=full face, HF=half face, hood	Task	Notes

PREGUNTAS SOBRE SISTEMAS DE VENTILACIÓN

18. ¿Cuenta su establecimiento, actualmente con alguno de los siguientes sistemas de ventilación en el cuarto de mezclado?

18a. Ventilación local para el área de mezclado	0 No	1 Si
18b. Abanicos	0 No	1 Si
18c. Área de mezclado ventilada	0 No	1 Si
18d. Aire acondicionado	0 No	1 Si
18e. Sistema de ventilación local en el área de herramientas	No	1 Si

19. ¿El sistema local de ventilación tiene filtro para pinturas y solventes?

No Si Comentarios sobre el estado de los filtros _____

CUESTIONARIO PARA LOS VECINOS DE LAS CARROCERIAS

Objetivo: a-El cuestionario explora la posible de exposición a solventes, isocianatos y otros peligros (ruido, polvo, humo, residuos sólidos, etc.) generadas por las carrocerías. b- Ver si existe alguna evidencia de síntomas o enfermedades en grupo susceptibles (niños, ancianos, enfermos mujeres embarazadas)

Nombre de la carrocería/ID _____ **Fecha (dd/mm/yy)** _____

Nombre del Investigador: _____

1. Apellido: _____

Nombre _____ Tel (C/T)/Cel: _____

2. Edad de la persona entrevistada: _____ Sexo: M ____ / ____ H

3 Cuantos años tiene la carrocería cerca de su casa? _____ Años

4. Distancia (metros) del área de pintado de la carrocería a su sala o cocina _____ (m)

5. ¿Cuántas personas viven en la casa? _____

Bebes (<3 años) _____

Niños (3 <12 años) _____

Ancianos (> 65años) _____

Mujeres Embarazadas _____

Enfermos crónicos/mucho tiempo enfermos _____ (asma, presión alta, cáncer, problemas del corazón, diabetes, otros, _____)

INCONFORMIDADES EN GENERAL

6. Ha molestado las actividades de la carrocería a su familia, en algún sentido? (olor a solvente, polvo, ruido, humos de soldadura, otros olores, invasión de espacio de estacionamiento, basura, necesidades fisiológicas en vía pública, borrachos, peleas, etc.),

Si ____ No _____

Si la respuesta es afirmativa, favor de enlistarlas:

A-

B-

C-

Exposiciones específicas relacionadas con las carrocerías

A- ¿Huele olores extraños (como solventes, etc.)? No _____ Si _____

B- ¿Hay mucho polvo proveniente de la carrocería? No _____ Si _____

C- ¿Ruido? No _____ Si _____

D- ¿Humos de soldadura? No _____ Si _____

SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS

7. En caso de tener o haber tenido alguna molestia. ¿Se ha quejado con los dueños? Si _____ No (Vaya a la pregunta 10) _____

8. ¿Qué hicieron los dueños sobre su queja? _____

9. ¿Se ha quejado ante alguna agencia gubernamental? Si _____ No _____

Quién cree usted que deba resolver este tipo de problemas? (Especifique el nombre de la dependencia) Secretaría el Trabajo y Previsión Social, SEMARNAT, PROFEPA, Policía, Ayuntamiento, Gobierno Estatal, otros) _____

PREGUNTAS SOBRE SINTOMAS

10. ¿Ha presentado algún de los siguientes problemas de salud?

a) Asma infantil o en adulto Si _____ No _____

b) Efectos neurológicos Si _____ No _____

c) Irritación Si _____ No _____

d) Tos Si _____ No _____

e) Aborto Espontáneo Si _____ No _____

Si su respuesta es afirmativa. ¿Qué miembro de la familia tuvo el problema?
