

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Controles de exposición ocupacional a polvo de madera
para pequeños talleres de artesanía y elaboración de
muebles en la comunidad de Sarchí**

RESPONSABLES:

ING. CARLOS MATA MONTERO

MÁSTER MARÍA DE LOURDES MEDINA ESCOBAR

ING. ELIGIO ASTORGA

ING. TANNIA ARAYA SOLANO

Cartago

Enero 2007- Diciembre 2008

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



Agradecimientos:

- *Al Instituto Tecnológico de Costa Rica, el Instituto Nacional de Seguros y la Asociación de Ingenieros en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental por su apoyo financiero para la ejecución del estudio.*
- *A las Juntas Directivas de COOPEARSA y ASOARTE por la colaboración ofrecida en el desarrollo del proyecto.*

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



Índice

PRIMERA PARTE	4
1. INTRODUCCIÓN	5
A. SARCHÍ: CUNA DE ARTESANÍA EN MADERA Y MUEBLERÍA	5
B. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:	7
C. OBJETIVOS	8
<i>Objetivo General</i>	8
<i>Objetivos específicos e Indicadores</i>	8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
3. MÉTODOS Y ACTIVIDADES	10
A. SELECCIÓN DE LAS EMPRESAS:	10
B. ENCUESTAS HIGIÉNICAS:	10
C. CAPACITACIÓN:	11
D. SELECCIÓN DE INTERVENCIONES:	11
E. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA:	11
F. DISEÑO DE INTERVENCIONES:	12
G. EVALUACIONES POSTERIORES A LAS INTERVENCIONES:	12
4. RESULTADOS	13
A. CAPACITACIÓN	13
B. INTERVENCIONES	14
C. DIVULGACIÓN DE RESULTADOS	17
5. DISCUSIÓN	19
6. CONCLUSIONES	20
7. APORTES Y ALCANCES:	21
7. BIBLIOGRAFÍA:	22
APÉNDICE 1: MANUAL DE ORO PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIÓN DE POLVO DE MADERA	24
APPENDIX 2: GUÍA DE EVALUACIÓN	25
SEGUNDA PARTE	27

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



PRIMERA PARTE



1. Introducción

a. Sarchí: Cuna de artesanía en madera y mueblería

Sarchí, una comunidad localizada en el cantón de Valverde Vega, es conocida como la cuna de la artesanía en madera y mueblerías. Este reconocimiento se basa en la tradición comunitaria en la elaboración de carretas pintadas, artesanías en madera y elaboración de muebles. Se dan casos de tres generaciones de la misma familia que se han dedicado a estos trabajos. Con una población de 16 239 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2000), más de 200 pequeños talleres de madera han sido identificados por el Ministerio de Salud (2000). La producción de muebles y artesanías son actividades muy importantes, no sólo por los aspectos culturales, sino también por el papel que juega en la economía local.

Imagen No. 1: La elaboración de carretas decoradas ha dado a la comunidad de Sarchí identidad como “Cuna de la artesanía”, promoviendo la producción y comercialización de artesanías y muebles de madera en la región. La carreta pintada fue declarada patrimonio histórico por UNESCO en 1995



“Cuando el día ya no
es día
y la noche aún no
llega,
-perfiles desdibujados,
cielo azul de luces
trémulas-,
por las rutas del
ensueño
van rodando las
carretas.”

Romance de las carretas,

Julián Marchena

Un grupo importante de estos artesanos están agrupados en dos organizaciones: COOPEARSA (Cooperativa de Artesanos de Sarchí) y ASOARTE (Asociación de Artesanos de Sarchí). La primera es una empresa de la economía social creada por aproximadamente 20 artesanos hace más de 25 años y actualmente cuenta con aproximadamente 25 miembros. ASOARTE fue creada hace aproximadamente seis años por 45 artesanos con el objetivo de crear un “parque artesanal” en un área calificada como de uso industrial en el plan regulador para uso de terrenos de la Municipalidad de Valverde Vega. Se pretende en el corto/mediano plazo, que los artesanos puedan construir sus talleres en una finca que ya fue adquirida.

En coordinación con estas dos organizaciones, en el año 2004 se desarrolló un estudio exploratorio relacionado con exposición ocupacional a polvo de madera. El muestreo sobre tareas críticas mostró resultados que generaron preocupación, al tenerse para todos los talleres un valor para el Estimador

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



de Máxima Probabilidad (MLE)¹ de 14,93 mg/m³ (intervalo de confianza al 95%: 9,88 – 27,14 mg/m³). Estos resultados coinciden con la opinión de funcionarios locales del Ministerio de Salud, quienes consideran que las emisiones de polvo de madera representan la principal amenaza a la salud ocupacional y la salud pública (comunicación personal con Director Regional del Ministerio de Salud para el Cantón de Valverde Vega). Las instituciones gubernamentales relacionadas con este tema (Ministerio de Salud, Municipalidad de Valverde Vega, entre otras) han tenido que enfrentar una situación bastante compleja, ya que aunque el problema es claro y visible, estas empresas representan un importante ingreso para la comunidad en general y cientos de familias en particular. Además por los aspectos culturales mencionados en el primer párrafo de este reporte (Sarchí cuna de la artesanía nacional) las intervenciones institucionales han tenido que considerar muchas variables y muchos efectos.

Las empresas del sector presentan adicionalmente otra característica de suma importancia. Según un estudio realizado por la Oficina local del Ministerio de Salud en Valverde Vega, en este cantón sólo el 9% de los talleres de trabajos en madera cuentan con el permiso de funcionamiento de la Municipalidad y de este Ministerio. Esta información hace pensar que un porcentaje similar de la población laboral tiene acceso a los servicios de los sistemas de la seguridad social, incluidos los servicios dedicados a la promoción y protección de la salud laboral mediante el seguro de riesgos del trabajo. Como empresas del sector informal, los artesanos tienen apoyo limitado de las instituciones del gobierno con responsabilidades en salud ocupacional y ambiental. Aunque algunos de ellos han estado desarrollando acciones para reducir los efectos del ruido y el polvo de madera, estos esfuerzos carecen de un enfoque sistemático y técnico.

No obstante, la literatura científica disponible no es prolifera en materia de intervenciones para el control de exposición ocupacional y ambiental a polvo de madera, es bien conocido el estudio de Minnesota, en el cual se reportan mejoras significativas tras intervenciones controladas (Lazovich, 2002). El estudio refiere una reducción de 10,4% (intervalo de confianza: -28,8 a 12,7%) para la media de la concentración entre las empresas del grupo intervenido, respecto a los valores de referencia tras un seguimiento de un año. Se destaca en el estudio que la eficiencia de las intervenciones se ve afectado por un número de diferentes factores, por ejemplo: el número de trabajadores potencialmente expuestos, la diversidad de especies de madera, la falta de conocimiento entre los trabajadores expuestos sobre los efectos tóxicos asociados con maderas tropicales.

Los resultados de exposiciones ocupacionales mencionados en la literatura y ratificados por el estudio exploratorio mencionado anteriormente, así como la falta de apoyo técnico a los artesanos por parte de las instituciones gubernamentales crean una situación donde el diseño e implementación de controles de bajo costo (ingenieriles y administrativos) se requiere para poder prevenir y disminuir los efectos asociados con la exposición ocupacional a este agente.

¹ MLE: mejor estimador de la media para una distribución Log normal.



b. Descripción del problema:

La exposición ocupacional a polvo de madera fue considerada como cancerígena para humanos (Grupo I: Cancerígenos humanos, según la clasificación de la Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer). Dos tipos de cáncer nasal fueron claramente vinculados con el trabajo con madera, particularmente en la elaboración de muebles con maderas duras (IARC, 1995). La exposición a polvo de maderas duras se mostró relacionada con adenocarcinoma nasal, mientras que la exposición a maderas suaves mostró un alto riesgo de cáncer sinonasal y nasofaríngeo (Leclerc et al, 1994). Adicionalmente, la exposición a polvo de madera y otras sustancias bronco activas relacionadas con este agente causan enfermedades de pulmón obstructivas crónicas. (Carosso, A., 1987 y Enarson, D.A., 1990). Un número importante de estudios muestran evidencia de disminuciones significativas de la función respiratoria durante el turno de trabajo entre personas que han estado expuestas a polvo de madera en sus labores (Liou S.H., 1996).

La toxicidad del polvo de madera y sus efectos irritantes sobre la piel y las vías respiratorias en humanos ha sido ampliamente documentada (Woods, B., 1976, Hausen B., 1981). Desafortunadamente, las investigaciones sobre estos efectos han sido enfocadas particularmente a especies de madera utilizadas en países desarrollados con climas templados. Se ha generado muy poco conocimiento sobre estos efectos en relación con maderas tropicales, donde se sospechan mayores efectos irritantes. En Costa Rica, la información relacionada con la caracterización de especies autóctonas se ha limitado a la evaluación de sus propiedades mecánicas y estructurales, y no existe ninguna información sobre componentes químicos y sus posibles efectos biológicos (Comunicación personal con el Dr. Dagoberto Arias, Director del Centro de Investigación en Integración Bosque Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2005).

El valor umbral límite de exposición ocupacional (TLV) expresado como el promedio ponderado en el tiempo (TWA) definido por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, por sus siglas en inglés), para polvo de madera es de 1 mg/m^3 para maderas duras y 5 mg/m^3 para maderas suaves. Estos valores han sido adoptados por la normativa técnica costarricense. La mayoría de las maderas utilizadas en artesanía y muebles en Sarchí, pueden ser clasificadas como maderas duras. Considerando los niveles de exposición ocupacional medidos en los talleres de Sarchí (mencionados en la Introducción) y la falta de controles de exposición ocupacional a este agente, puede concluirse que existe un importante riesgo para la salud entre los empleadores y trabajadores de los talleres afiliados a COOPEARSA y ASOARTE. Desafortunadamente la falta de información (registros médicos) de los síntomas y efectos entre estos trabajadores no permite conocer la magnitud de estos riesgos a la salud.



c. Objetivos

Objetivo General

Desde una perspectiva general, el proyecto pretende promover una mejor calidad de vida, mediante el mejoramiento de las condiciones de trabajo entre los pequeños talleres dedicados a la elaboración de artesanías y muebles, agremiados a COOPEARSA y ASOARTE, a través del diseño participativo y la implementación de controles de exposición a polvo de madera de tipo ingenieriles y administrativos.

Con el propósito de elaborar controles que sean accesibles a las empresas, el proyecto permitirá que los propietarios de los talleres pongan en común sus conocimientos y experiencias con la preparación técnica del grupo de investigadores. Los controles propuestos, diseñados e implementados por las empresas podrán ser utilizados por otros artesanos y crear conciencia de que es posible obtener importantes reducciones en las emisiones de polvo de madera con inversiones de bajo costo.

Se pretende que los resultados del proyecto generen en las organizaciones de los artesanos, las instituciones gubernamentales relacionadas con la promoción de la salud, así como los empleados y los empleadores, la promoción de una cultura de mejoramiento de las condiciones de trabajo. La reducción en las emisiones de polvo de madera pueden tener un importante efecto, no solo sobre los trabajadores, sino también sobre sus familias y la comunidad en general, si se considera que una cantidad importante de estos pequeños talleres en Sarchí están ubicados en áreas residenciales.

Objetivos específicos e Indicadores

Los objetivos específicos fueron formulados considerando los resultados finales y la diseminación de los mismos entre las organizaciones.

- ‡ Desarrollar controles de Ingeniería y/o administrativos a las emisiones de polvo de madera en los pequeños talleres de Sarchí con inversiones iniciales menores o iguales a \$250.
- ‡ Divulgar los resultados de las intervenciones entre los talleristas miembros de COOPEARSA y ASOARTE.

Los siguientes indicadores fueron definidos para medir el alcance de los objetivos:

- ‡ Compromiso de al menos 10 talleristas en identificación de una máquina o tarea que emita polvo de madera y el desarrollo de al menos un control ingenieril o administrativo con un costo de inversión inicial menor a \$250.
- ‡ Reducción de las emisiones de polvo de madera en las máquinas o tareas seleccionadas por los empresarios y medidas en el principal punto de descarga (mg/m^3).
- ‡ Divulgar los resultados entre las Juntas Directivas de COOPEARSA y ASOARTE.



2. Revisión Bibliográfica

Se han identificado alrededor de 12 000 especies de árboles en el mundo, de ellas Costa Rica posee entre 1500 a 2000, de las cuales alrededor de 300 son utilizadas comercialmente (Jiménez & Poveda, 1996). La exposición a polvo de madera, y a los constituyentes y extractivos de la madera puede causar irritación dermal, dermatitis alérgica, irritación respiratoria y asma, enfermedades constructivas crónicas pulmonares, irritación visual y cáncer en las cavidades nasales. (IARC, 1995).

La exposición a polvo de madera incluye múltiples operaciones que van desde el corte de los árboles, descortezado, aserrío, corte, taladrado, lijado, acabado y manufactura de productos de madera. Esta exposición se caracteriza por las dimensiones de la intensidad (usualmente expresada en miligramos de polvo de madera por metro cúbico de aire), patrón de tiempo de exposición y composición química, y características físicas del polvo de madera. Se ha estimado que alrededor del 2.5% de la población laboral costarricense se expone en forma directa a polvo de madera es decir aproximadamente 32 000 personas (Chaves, 2005). Considerando la población expuesta en Costa Rica, el polvo de madera ha sido considerado el sexto agente cancerígeno de exposición más común entre los trabajadores (Partanen, 2003).

En general el lijado manual y con equipos, formado y el corte aparentan ser las tareas que producen las más altas concentraciones y exposiciones ocupacionales. Para talleres de artesanía y muebles de madera ubicados en la comunidad de Sarchí, se han encontrado niveles de exposición que superan en varias veces los límites considerados como seguros por la normativa nacional, particularmente en las tareas mencionadas anteriormente (Mata, 2006). Adicionalmente, los tipos de cáncer en cavidades nasales asociados con exposición a polvo de madera (vale mencionar que se trata de tipos de cáncer con una incidencia muy baja) han sido identificados con riesgos relativos superiores a los del resto de país para el cantón de Valverde Vega, donde se localiza la comunidad de Sarchí, conforme a la información proporcionada por el Registro Nacional de Tumores del Ministerio de Salud (Wesseling, 2003).

Las intervenciones en las empresas para controlar la exposición ocupacional al polvo de madera deben considerar tanto los aspectos personales y de comportamiento, como las técnicas ingenieriles de control. Estas intervenciones han mostrado ser exitosas en múltiples ocasiones, aunque por su naturaleza no siempre se reportan en literatura científica. Sin embargo, es ampliamente conocido entre profesionales de Higiene Industrial el estudio de polvo de madera de Minesota, en el cual los trabajadores y talleres intervenidos, en comparación con otros sin intervención mostraron incrementos en los niveles de conciencia respecto a la prevención de exposición, cambios en comportamientos y la mediana de la concentración de polvo en el grupo intervenido, respecto al nivel de referencia al inicio del estudio, fue de 10.4% menor que en el grupo de referencia (con un intervalo de confianza al 95% de -28.8 a 12.7%) (Lazovich, et al, 2002).

Como suele ser común en las pequeñas y micro empresas nacionales, los procesos son diseñados con base en la experiencia de una persona con conocimientos aprendidos en forma artesanal y los aspectos de prevención y control de exposiciones ocupacionales no son tomados en cuenta. Los artesanos y mueleros de Sarchí, no son una excepción a esta generalización, como lo demuestran los resultados de evaluaciones realizadas en el estudio de exposición anteriormente mencionado



para esta comunidad. Es por lo anterior que el presente estudio trata de abordar como problema la ausencia de controles de tipo ingenieril y administrativos para el control de exposición ocupacional a polvo de madera en los talleres asociados a COOPEARSA R.L. y la Asociación de Artesanos y Muebleros de Sarchí.

Se considera que el proyecto tendrá un importante impacto en la salud de la comunidad de Sarchí, si se considera que la transformación de madera para la elaboración de productos artesanales es una fuente de ingresos de gran importancia para la comunidad y que son muchas las familias que dependen de esta actividad. Con este proyecto las empresas podrán afrontar las amenazas de cierre de talleres, que en algunos momentos ha tenido que afrontar por parte de funcionarios del Ministerio de Salud al encontrarse en situaciones de incumplimiento de normas de calidad de aire interno y externo, por lo cual el impacto económico y social será también significativo para la comunidad, si se considera que las inversiones para control se tendrán que manejar con un enfoque de bajo costo. Finalmente, el proyecto tendrá un importante valor académico, al permitir a investigadores y talleristas trabajar en forma conjunta, generando una experiencia concreta de aprendizaje en ambos sentidos y enriqueciendo el quehacer académico de los participantes. El proyecto permitirá a las Escuelas involucradas contar con información para el estudio de casos concretos que consideran la realidad de pequeñas y micro empresas nacionales.

3. Métodos y Actividades

a. Selección de las empresas:

La iniciativa de proyecto fue presentada a las juntas directivas de COOPEARSA y ASOARTE y se solicitó la participación de diez talleres. La selección de las empresas específicamente fue delegada a los miembros de las juntas directivas, considerando como únicos requisitos para participar en el proyecto un fuerte compromiso del propietario con el mejoramiento de las condiciones de trabajo. Las juntas directivas solicitaron un tiempo para elegir a los talleres (aproximadamente un mes) que participarían. Tras la elección de los talleres se realizaron visitas iniciales a cada tallerista para explicar más detalladamente los objetivos del estudio y el papel que se requería que cada uno desarrollara en el proyecto. Se explicó que al final del proyecto, un panel de expertos evaluaría las intervenciones y seleccionarían las tres modificaciones que tuvieran el mayor impacto, premiándose estos tres lugares con reconocimientos de US\$ 500, US\$ 300 y US\$ 200 para los ganadores.

b. Encuestas Higiénicas:

Se llevó a cabo una segunda visita con el fin de conocer las características de los talleres y realizar un reconocimiento inicial de riesgo por parte del grupo de investigadores. Esta encuesta higiénica ofreció información importante para la fase de capacitación del proyecto y la elección de las intervenciones.



c. Capacitación:

La capacitación fue dividida en dos fases. En la primera parte se abordaron los riesgos a la salud relacionados con la exposición ocupacional a polvo de madera. Mediante el uso de metodologías participativas, se analizaron y discutieron con los talleristas los siguientes temas, mediante seis sesiones de dos horas cada una: ¿Qué es el polvo de madera?, ¿Por qué el polvo de madera es un riesgo ocupacional?, ¿Qué problemas a la salud están relacionados con el polvo de madera?, y ¿Qué está sucediendo en Sarchí con la exposición ocupacional y ambiental a polvo de madera?. El último tema fue desarrollado utilizando información del estudio realizado previamente en talleres de Sarchí

La segunda fase se enfocó en la presentación y discusión de controles ingenieriles y administrativos. Los controles administrativos fueron desarrollados en dos sesiones y se dedicaron tres sesiones a explicar conceptos básicos de ventilación industrial.

d. Selección de intervenciones:

Mediante visitas individuales se seleccionó al menos una situación relacionada con exposición a polvo de madera; esta elección fue realizada por los propietarios de los talleres, aunque en uno de los casos se participó a los trabajadores. Los mismos talleristas realizaron croquis de sus talleres donde identificaron los puntos de emisión, las corrientes de aire, la permanencia de los trabajadores en las diferentes áreas y con base en esta información tomaron la decisión de la maquinaria u operación por intervenir.

e. Caracterización de la situación de partida:

Se realizó una descripción general de la(s) situación(es) seleccionada(s) por cada tallerista, incluyendo una primera evaluación de la emisión de polvo de madera. Cabe destacar que esta evaluación no fue de exposición ocupacional conforme a los requerimientos típicamente considerados en Higiene Industrial (zona respiratoria), sino orientada a los principales focos de emisión de la maquinaria, equipo o tarea, lo anterior con el fin de valorar en forma más directa el impacto de las intervenciones. Las mediciones se realizaron utilizando bombas de muestreo (MSA) y cassettes para filtros de PVC de 37 mm (tamaño de poro 0,8 μm). Las muestras fueron analizadas mediante gravimetría en el Laboratorio de Higiene Analítica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. La humedad de los filtros utilizados fue controlada mediante un filtro de control cuyo peso se monitoreó al inicio y final de cada lote de muestras tanto para la pre-pesada como para la post-pesada. Las variaciones del peso del filtro control se evaluaron por medio de un gráfico de control contemplando dos desviaciones estándar para el límite de alerta y tres desviaciones estándar para el límite de acción. Ninguno de los datos del filtro control estuvo fuera de especificación. A pesar de este resultado, los filtros de las muestras se trataron con un eliminador de estática previo a cada medición de peso. Durante las evaluaciones se tomaron muestras del polvo de madera en bolsas plásticas con cierre hermético, éstas fueron pesadas en el laboratorio y posteriormente colocadas en desecadores por 48 horas para ser pesadas nuevamente tras este período, con el fin de identificar el efecto de la humedad en el material muestreado. Se calcularon promedios simples de las muestras tomadas en cada intervención; la definición del tamaño de muestra no siguió un criterio estadístico



dada la dificultad de establecer repetibilidad en las condiciones de muestreo. Las condiciones de producción en estos talleres varían mucho, por lo cual se tomaron tantas muestras como fue posible en cada visita. Mediante bitácoras de muestreo se registraron las especies de madera trabajadas, las tareas realizadas, humedad relativa, temperatura, trabajadores en el área, equipos utilizados, productos o partes elaboradas y otras tareas que se realizaban en el entorno.

f. Diseño de Intervenciones:

Se ofreció apoyo técnico a los propietarios con el fin de mejorar la eficiencia de las intervenciones. Este apoyo se brindó mediante visitas a los talleres, elaboración de croquis de las intervenciones, discusiones individuales con cada tallerista y consultas telefónicas. Esta fase también buscó mantener motivados y activos a los talleristas en sus mejoras.

g. Evaluaciones posteriores a las intervenciones:

Se recolectaron muestras de polvo de madera en los mismos puntos en los cuales se muestreó antes de las intervenciones. Las concentraciones fueron promediadas y se calculó la reducción o aumento de la cantidad de polvo de madera en el punto de emisión de las maquinarias o equipos mediante la siguiente relación:

$$\% \text{ reducción} = (1 - \{\text{concentración promedio pos- intervención}\} / \text{concentración promedio pre-intervención}) \times 100$$

Dada la naturaleza de la organización del trabajo en estos locales sólo en tres casos fue posible repetir la evaluación utilizando la misma especie de madera y ejecutando la misma operación en los muestreos pre y post intervención.

La relación/costo beneficio (C/B) fue estimada utilizando la siguiente relación:

$$\boxed{C/B = \text{Costos de la mejora} / \text{reducción de la emisión de polvo como } \%}$$

La estimación de los costos de la mejora incluyó todos los materiales, para lo cual se recopiló la información de los materiales utilizados en cada taller y se establecieron los costos de los mismos con base en los precios de mercado. También se incluyó el tiempo dedicado a la implementación de la intervención, solicitando información a cada tallerista sobre el tiempo invertido en la elaboración de la mejora en horas, esta cantidad fue multiplicada por el monto que se cancela por hora a un operario con experiencia, según el taller que tiene más trabajadores. En la mayoría de los casos se utilizaron materiales de desecho del mismo taller, los cuales no fueron considerados en el cálculo. La relación no incluyó los costos de mantenimiento ni operación, se concentró únicamente en la inversión inicial.



4. Resultados

a. Capacitación

La primera fase del entrenamiento contó con la participación regular de quince propietarios de talleres y una representante de uno de ellos (sobrina del propietario). Al finalizar esta primera fase (riesgos a la salud asociados al polvo de madera), los participantes expresaron sus experiencias del proceso de enseñanza-aprendizaje utilizando un “slogan”. Uno de los *slogans* expresado por un tallerista indicaba: “no quiero para otros lo que no quiero para mis hijos”; luego explicó que escuchó la frase de boca del General Omar Torrijos y le pareció que expresaba lo que sentía tras finalizar la primera etapa del entrenamiento.



Imagen No. 2: El entrenamiento se desarrolló utilizando metodologías participativas. Los artesanos dibujaron croquis de sus talleres mediante los cuales identificaron las principales fuentes de emisión de polvo y las posibles rutas de contaminación dentro y fuera de las instalaciones.

La mayoría de los participantes explicaron en sus *slogans* que han estado trabajando expuestos a polvo de Madera por muchos años si percatarse de los problemas a la salud para ellos, sus trabajadores y sus familias. La exposición al polvo de Madera ha sido vista como “normal” y esto significa: “no peligrosa”.

Esta fase buscó un cambio de actitud por parte de los propietarios de los talleres y se considera que fue lograda, ya que la mayoría de los participantes estuvieron interesados en continuar con la segunda fase; sin embargo, desde el inicio se indicó que sería posible dar el seguimiento completo únicamente a diez talleres.

En la segunda fase se realizaron las encuestas higiénicas en los diez talleres seccionados, en compañía de los propietarios. Se documentaron algunas mejoras que ya habían sido diseñadas por los talleristas mediante fotografías; algunas de estas intervenciones sirvieron como punto de partida para la explicación de los principios técnicos de control de polvo de madera en las sesiones de entrenamiento.

Al final de la capacitación la mayoría de los artesanos estaban motivados a iniciar con su intervención. A pesar de que en la fase de capacitación se discutió tanto sobre mejoras en maquinarias y equipos, como de procesos y prácticas de trabajo, la mayoría de los talleristas decidió modificar sus maquinarias y equipos.



b. Intervenciones

Las reacciones a la capacitación fueron diferentes entre los talleristas: mientras que algunos trabajaron en una sola intervención y durante el proceso se les tuvo que dar un seguimiento muy cercano, otros decidieron intervenir más de un equipo o maquinaria. Desafortunadamente uno de los talleres se retiró del proceso en esta segunda fase. En el cuadro No. 1 se muestran las principales características de los talleres y el equipo o tarea que decidieron intervenir. Dos de los talleristas decidieron trabajar en tres mejoras, uno en dos mejoras y seis en una mejora. La mayoría de los talleres son muy pequeños y trabajan en general con una amplia variedad de especies y tipos de maderas, productos, tareas y procedimientos. Usualmente no se encuentran elevadas tasas de uso de la capacidad instalada y no han hecho esfuerzos sistemáticos por mejorar las condiciones de trabajo. En todos los casos, el propietario pasa la mayor parte de su tiempo en los talleres realizando las mismas labores que la mayoría de sus trabajadores.

Cuadro No. 1: Características y equipo/tarea mejorada en los talleres

<i>Taller</i>	<i>Productos</i>	<i>Trabajadores</i>	<i>No. de intervención</i>
A	Mecedoras y muebles	25	1. Sierra de péndulo 2. Lijadora de banda 3. Cepilladora
B	Bisutería de madera	3	4. Sierra Circular
C	Muebles	3	5. Lijadora de disco
D	Artesanías	5	6. Lijadora de disco y trompo
E	Carretas	2	7. Sierra Circular 8. Lijado manual
F	Muebles de cocina	3	9. Lijado (equipo móvil)
G	Muebles	2	10. Lijado (equipo móvil)
H	Muebles	3	11. Sierra Circular
I	Muebles	3	12. Sierra de cinta 13. Sierra Circular 14. Router

En el Apéndice 1: *Manual de Oro para la reducción de emisión de polvo de madera*, se muestra una descripción de las intervenciones, así como fotos y algunos croquis.

Las evaluaciones fueron realizadas tan cerca como fue posible de los puntos de emisión, considerando que la ubicación de los dispositivos de captura no permitiera el ingreso de partículas grandes. Aunque se colocaron los dispositivos de captura en las mismas ubicaciones fue sumamente difícil reproducir las condiciones de producción antes y después de las intervenciones por las características de los talleres. La mayoría de los talleres trabajan atendiendo contratos específicos de muebles con necesidades particulares a cada cliente.

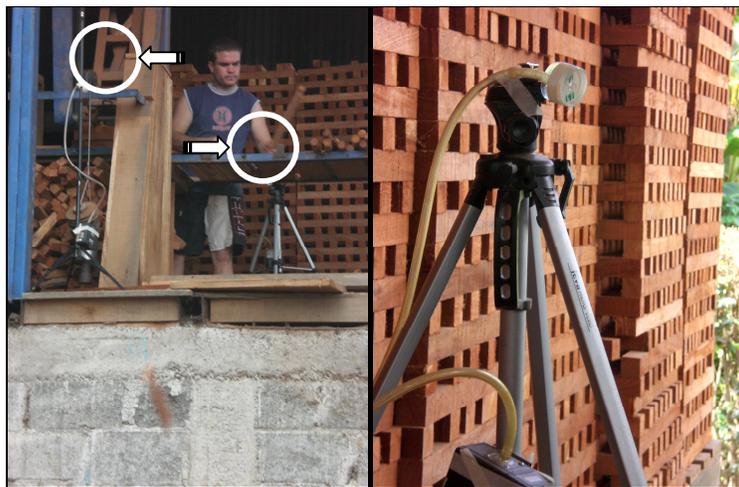


Imagen No. 3: Los equipos de muestreo fueron ubicados tan cerca del (los) punto(s) de emisión como fue posible, sin que generaran interrupciones en las labores regulares de los trabajadores

En el cuadro No. 2 se muestran los porcentajes de reducción de las intervenciones según el mismo orden presentado en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 2: Reducciones de emisión de polvo de madera y razón costo/beneficio

Intervención	Concentración promedio antes de la intervención (mg/m³)	Concentración promedio después de la intervención (mg/m³)	Reducción (%)	Costo (US\$)	Costo/Beneficio
1	134,6	55,6	59	38	0,69
2	36,8	5,4	85	100	0,85
3	225,0	5,4	98	41	0,42
4	17,9	10,5	40	468	11,7
5	1945,5	3,4	99,83	69	0,69
6	27,1	7,5	73	194	2,65
7	9,8	66,1	-88	121	-
8	3,5	0,3	93	491	5,3
9	43,7	27,5	37	103	2,8
10	477,9	76,4	84	56	0,67
11	41,7	4,9	88	77	0,87
12	366,7	5,6	98	29	0,32
13	40,9	4,23	90	40	0,45
14	1,4	1 276,9	99,89	42	0,41

La concentración promedio en la intervención número 7 (sierra circular) mostró un incremento tras la intervención. Desafortunadamente, para el taller que presentó esta situación, en los tres casos en que se realizaron los muestreos tras la intervención, se estaba trabajando el corte de piezas más gruesas que las cortadas en la evaluación previa. El uso del disco de la sierra a mayor altura (por

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



mayor tamaño de la pieza) pudo haber explicado parcialmente estos resultados. Las intervenciones 4 y 8 excedieron el límite de inversión inicial propuesto de US \$ 250. En el caso de la intervención 4, el propietario decidió comprar un sistema de ventilación individual para la sierra circular y no conectarlo con el sistema general de ventilación, dado que esta conexión provocaría algunos problemas de contaminación con otros equipos. Para la intervención 8, el motor del sistema que hace circular el tambor fue la parte más costosa; inicialmente se pretendió utilizar un motor de lavadora que iba a ser desechado; sin embargo posteriormente se decidió comprar uno nuevo, dado que la mejora implicó ahorros significativos en dinero y tiempo.

La relación costo/beneficio expresa la cantidad de dinero que los talleristas invirtieron para disminuir en un 1% su situación inicial de generación de polvo. En nueve de las intervenciones se obtuvieron valores de menos de un dólar para esta razón.

Los Directores de las Escuelas de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental y de Ingeniería Electromecánica del ITCR evaluaron las 14 intervenciones y asignaron puntuaciones tomando como base la guía de evaluación que se muestra en el Apéndice 2. Los resultados de esta evaluación se muestran en el Cuadro No. 3 (la evaluación consideró valores entre 0 y 10, donde 10 significaba la máxima puntuación posible).

Cuadro No. 3: Resultados de la evaluación de las intervenciones

Intervención	Taller	Juez 1	Juez 2	Promedio
4	B	7,9	6,6	7,25
11	H	8,0	8,9	8,44
9	F	8,0	9,4	8,69
7	E	9,6	8,9	9,25
10	G	9,8	8,8	9,25
1	A	9,5	9,1	9,31
6	D	9,9	8,8	9,31
3	A	9,6	9,6	9,63
8	E	10,0	9,4	9,69
2	A	9,8	9,8	9,75
5	C	9,9	9,8	9,81
12	I	9,8	10,0	9,88
13	I	9,9	10,0	9,94
14	I	10,0	10,0	10,0

Como se muestra en el Cuadro No. 3, las mejoras desarrolladas en el taller I ganaron los tres primeros lugares. Considerando que el objetivo del proyecto, se juzgó inconveniente otorgar los tres premios al mismo tallerista, ya que esta decisión podría ejercer un efecto desmotivante entre los demás participantes para que continúen en procesos de mejora de sus condiciones de trabajo. El primer premio fue finalmente ofrecido a la mejora 14, el segundo a la intervención 5 y el tercero a la intervención 2; sin embargo, las intervenciones 12 y 13 fueron consideradas como intervenciones meritorias.



c. Divulgación de Resultados

Actualmente la divulgación se ha realizado en forma parcial. Grupos de profesionales en Salud Ocupacional de diferentes países visitaron los talleres en Junio del 2008 (63 profesionales de 24 países) como parte de las actividades de las conferencias de los Comités de Epidemiología y Neurotoxicología de la Comisión Internacional de Salud Ocupacional (ICOH, por sus siglas en inglés).

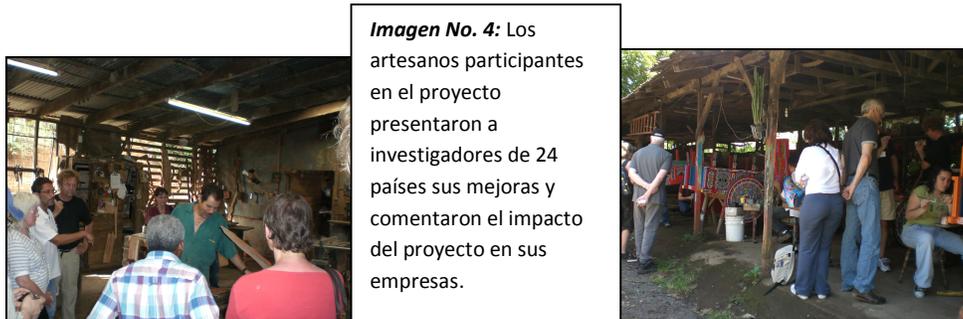


Imagen No. 4: Los artesanos participantes en el proyecto presentaron a investigadores de 24 países sus mejoras y comentaron el impacto del proyecto en sus empresas.

Adicionalmente, en octubre del mismo año, un grupo de 18 ingenieros en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental visitaron los talleres como parte de una visita técnica organizada con la Asociación de Ingenieros de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Colegio de Ingenieros Tecnólogos.

También un reportero de “La Nación” publicó información de los riesgos a la salud y los esfuerzos realizados por los talleristas para controlar este agente. En estas publicaciones se hace referencia a la participación del ITCR en estas iniciativas. La información se encuentra disponible en:

http://www.nacion.com/ln_ee/2008/agosto/17/pais1664651.html , y
http://www.nacion.com/ln_ee/2008/agosto/17/pais1664645.html

Como recomendación de personeros del Ministerio de Salud, se realizó una presentación parcial de los resultados al Alcalde de la Municipalidad de Valverde Vega. El Alcalde propuso hacer la rendición de cuentas sobre el proyecto a la comunidad utilizando una de las reuniones del Concejo Municipal; indicó que, considerando la importancia del estudio, no sólo en sus impactos sobre la salud ocupacional, sino sobre la salud pública era importante divulgar la información tanto como fuese posible.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



Imagen No. 5: La Sesión Municipal del Concejo de Valverde Vega del 25 de noviembre tuvo como tema central los resultados del proyecto. Vecinos, talleristas, así como autoridades locales y regionales del Ministerio de Salud escucharon la presentación.

Imagen No. 6: Se entregaron premios a las tres mejores intervenciones del proyecto (\$500, \$400 y \$300). Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta la reducción en las emisiones de polvo de madera y la inversión inicial.



Atendiendo esta invitación, el día 25 de noviembre se realizó la presentación de los resultados del estudio, se entregaron reconocimientos de participación a los talleristas y se otorgaron los premios a los tres primeros lugares en el concurso. Adicionalmente se presentó al Alcalde un desplegable con los principales resultados, diseñado de forma tal que pueda ser reproducido por la Municipalidad y entregado a las personas que actualmente cuentan con talleres, o para aquellos que pretendan obtener licencias municipales para la actividad. La presentación fue escuchada por 30 personas de la comunidad, incluyendo funcionarios locales y regionales del Ministerio de Salud.

El lunes 8 de diciembre se realizó la presentación a los asociados de ASOARTE en la Escuela de Sarchí Norte. La presentación fue realizada en forma conjunta entre los investigadores y los artesanos que participaron en el proyecto. Estos últimos explicaron a otros talleristas sus intervenciones y promovieron la incorporación de estas mejoras entre sus compañeros, ofreciendo evidencia de la baja inversión requerida y motivando a realizar modificaciones de este tipo periódicamente. La presentación fue escuchada por 25 artesanos.

Finalmente, se entregaron informes individuales a cada uno de los participantes con información detallada de las evaluaciones previas y posteriores para cada intervención.



5. Discusión

El proyecto permitió demostrar que es posible disminuir la concentración de polvo de madera en los puntos de emisión de la maquinaria y los equipos, y como consecuencia de esto, reducir la exposición ocupacional y ambiental, con bajos costos de intervención. Las reducciones obtenidas (entre 37 y 99,98%) en los puntos de emisión son una evidencia sólida de que los propietarios de los pequeños talleres pueden mejorar sus condiciones de trabajo. Se espera que estos resultados sean reproducidos por los mismos talleristas que participaron en el proyecto y que puedan continuar divulgando los resultados entre sus compañeros de COOPEARSA y ASOARTE.

Las intervenciones demostraron ser no sólo eficientes sino accesibles para empresas con presupuestos pequeños. Doce de las catorce intervenciones fueron desarrolladas con inversiones iniciales menores a los U.S.\$ 194. El uso de material de desecho, madera, partes de equipos descompuestos y el conocimiento práctico de sus negocios permitió a los propietarios alcanzar el objetivo de mejoras a bajo costo. Cabe mencionar que al finalizar la primera fase de la capacitación, los artesanos solicitaron elevar el monto máximo de inversión de US\$ 200 a US\$ 250; sin embargo, como se demostró, esta modificación no fue necesaria para la mayoría de las intervenciones.

El compromiso de los propietarios y su experiencia en el trabajo con madera fueron recursos de gran importancia en el proyecto, que en combinación con la fase de entrenamiento fueron fundamentales para la aplicación de los conceptos básicos de control, particularmente los de ventilación.

Es importante considerar que el tiempo que los talleristas dedicaron al proyecto, significó dejar de trabajar en su actividad con la consecuente disminución de ingresos. Esta condición pudo ser una limitación importante, particularmente en la última fase, en la cual se desarrollaron las intervenciones. Esta restricción pudo explicar algunos atrasos e inconvenientes que tuvieron que enfrentarse en el desarrollo del proyecto.

La ausencia de reproducibilidad en las condiciones de muestreo (tareas repetitivas, uso de diferentes tipos de madera y equipo), así como la imposibilidad de repetir las condiciones ambientales laborales, introdujeron un importante sesgo en los resultados presentados y desafortunadamente, la organización del trabajo, los productos y las especies maderables, son determinantes que podrían incorporar una considerable variación en los datos recolectados. Se tomaron 329 muestras para las 14 intervenciones, pero las condiciones de muestreo anteriormente indicadas generaron una importante variabilidad en los datos.

La participación de las Juntas Directivas de COOPEARSA y ASOARTE fue crítica para el éxito del proyecto. Como se indicó anteriormente, la mayoría de los talleres funcionan sin las licencias de las autoridades nacionales, por lo cual son sumamente cautelosos ante iniciativas como este proyecto.



6. Conclusiones

- El desarrollo de un proceso de capacitación permitió un mayor involucramiento de los talleristas con el proyecto y mayor compromiso con sus intervenciones. Se observó en la mayoría de los participantes una actitud favorable a mejorar sus condiciones de trabajo cuando se discutieron los posibles riesgos a la salud por exposición a polvo de madera, pero también se valoraron las posibles soluciones de bajo costo.
- Estudios de intervención en talleres tan pequeños y con tareas tan diversas (enfoque artesanal) dificulta la evaluación de los efectos de las mejoras, ya que resulta casi imposible tener control de las condiciones de muestreo con un mínimo grado de repetibilidad.
- Las mejoras diseñadas entre los talleristas y los investigadores mostraron ser muy eficientes ya que se obtuvieron disminuciones considerables para la mayoría de las intervenciones. La combinación de los aspectos teóricos ofrecidos por los investigadores y la experiencia de los talleristas permitió consolidar el éxito en la mayoría de las mejoras.
- Se pudo demostrar a los artesanos de la zona que es posible realizar intervenciones con inversiones iniciales de muy bajo costo y accesibles a sus economías. La demostración vino por parte de sus propios compañeros y las mejoras están disponibles en los talleres que participaron.
- El proyecto permitió el enriquecimiento profesional de los investigadores del ITCR, ya que se pudo recopilar información valiosa relacionada con mejoramiento de condiciones de trabajo en empresas pequeñas nacionales. Esta información no está disponible en la bibliografía o literatura científica.



7. Aportes y alcances:

El Instituto Tecnológico de Costa Rica pudo ofrecer un aporte importante al mejoramiento de las condiciones de vida de la población de Sarchí, mediante el diseño de controles de exposición ocupacional al polvo de madera en talleres que por su condición de informalidad no han tenido apoyo técnico de las instituciones nacionales encargadas de la promoción de la salud.

Como se indica en el apartado C de los Resultados, la divulgación se ha realizado por diversos medios: visitas guiadas a estudiantes e investigadores nacionales y extranjeros, presentación del estudio ante la Municipalidad de Sarchí y asociaciones participantes, publicaciones en prensa nacional y más recientemente en InformaTEC.



7. Bibliografía:

Brosseau, L. , et al: Designing Intervention Effectiveness Studies for Occupational Health and Safety. *American Journal of Industrial Medicine* 41:54-61 (2002).

Chaves, J., et al: TICAREX Exposiciones laborales a agentes cancerígenos y plaguicidas en Costa Rica. *Arch Prev Riesgos Labor* 2005 8 (1), 30-37.

Carosso, A.: *Respiratory Diseases in Wood Workers*. *Br J Ind Med*. **1987**: 44(1) 53-6

Enarson, D.A, Chan Yeung M. *Characterization of health effects of wood dust exposures*. *Am J Ind Med* **1990**: 17(1): 33-8

Hausen BM, Rothernberg HW. *Allergic contact dermatitis caused by olive wood jewelry*. *Arch Dermatol*. **1981**: 117(11): 732-4

Hernández, Roberto: *Metodología de la Investigación*. Editorial Mc Graw Hill, Tercera Edición, México 2003

IARC . *Wood dust and formaldehyde Monograph*. **1995**

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: *Censo Nacional de Costa Rica 2000*

International Agency for Research on Cancer. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk in Humans*. Vol 62: Wood dust and formaldehyde. Lyon: IARC 1995

Jiménez Q. Poveda L.: *Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica*. *Contribuciones del Departamento de Historia Natural* 1991; 5

Lazovich, D., et al: Effectiveness of a Worksite Intervention to Reduce an Occupational Exposure: The Minnesota Wood Dust Study. *American Journal of Public Health*. September 2002, Vol 92, No. 9.

Lazovich D.: *Sample size considerations for studies of intervention efficacy in occupational setting*. *Ann Occup Hyg*. **2002**:46(2): 219-27

Leclerc A, Martínez Cortes M, Gérin M, Luce D. Brugère J.: *Sinonasal cancer and Wood dust exposure: Results from a case-control study*. *Ame J. Epidemiol*. **1994** 15; 140 (4): 340-9.

Liou S.H., Cheng SY Lai FM, Yang JL: *Respiratory symptoms and pulmonary function in mill workers exposed to wood dust*. *Am J Ind Med*. **1996**: 30(3) 293-9

Mata, C. *Exposición Ocupacional a polvo de Madera en pequeños talleres de muebles y artesanías en Sarchí*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ing. en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental. **2006**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



Ministerio de Salud. *Diagnóstico de talleres de Madera en el Cantón de Valverde Vega*.
Dirección Regional de Valverde Vega, **2000**.

NIOSH: Manual of Analytical Methods. Method 0500 Particulates

Partanen T., et al: Workplace carcinogen and pesticide exposures in Costa Rica. *Int J Occup Environ Health* 2003; 9:104-111.

Vinzents, P., et al: Variations in Exposure to Inhalable Wood Dust in the Danish Furniture Industry. Within-and between worker and Factory Components Estimated from Passive Dust Sampling. *Ann. Occup. Hyg.* Vol 45, No. 7, pp. 603-608, 2001.

Woods B, Calnan CD. *Toxic woods*. *Br J Dermatol.* **1976**: 94 (13 Suppl): 1-97



**Apéndice 1: Manual de Oro para la reducción de emisión de
polvo de madera**

(DOCUMENTO ADJUNTO)



Appendix 2: Guía de Evaluación

Intervención No.:	_____
Taller:	_____
Máquina intervenida:	_____
Infraestructura previa a la intervención:	_____

Descripción de la intervención:	_____

Porcentaje de reducción de emisión en la fuente (promedio en mg/m^3)	_____

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



Mediante una X califique cada uno de los siguientes aspectos, otorgando un valor creciente de 1 a 10

- Innovación (facultad de crear o modificar con un sentido práctico)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Ingenio (facultad para discurrir o inventar con prontitud y facilidad)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Uso de materiales disponibles
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Presencia de principios técnicos básicos para control de materia
particulada
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Armonización en los controles de aspectos ocupacionales y ambientales
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- La intervención no genera otros problemas ocupacionales o ambientales
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Mejora la productividad
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Relación costo/beneficio
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



SEGUNDA PARTE

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



DOCUMENTO II

I. Cumplimiento de objetivos:

<i>Objetivos propuestos</i>	<i>Objetivos alcanzados</i>
General	
Promover un mejoramiento en los niveles de salud de la comunidad de Sarchi, mediante el desarrollo participativo de alternativas de bajo costo para el control de exposición ocupacional a polvo de madera en los micro y pequeños talleres de artesanía y elaboración de muebles incorporados a COOPEARSA R.L. y la Asociación de Artesanos y Muebleros de Sarchí.	Igual, se alcanzó satisfactoriamente
Específicos	
1. Intercambiar conocimientos y habilidades entre los artesanos y muebleros de Sarchí e investigadores del ITCR en principios y métodos de diseño de controles de exposición ocupacional a polvo de madera	Igual, se alcanzó satisfactoriamente
2. Desarrollar en forma participativa controles de exposición a polvo de madera de tipo ingenieriles y administrativos de bajo costo, en forma conjunta con los artesanos y muebleros de Sarchí que permitan mantener la exposición de los trabajadores en niveles seguros y cumplir con los requerimientos normativos y legales en materia de salud labora, utilizando la jerarquía de controles: fuente, medio, receptor.	Igual, se alcanzó satisfactoriamente
3. Divulgar los resultados y productos obtenidos entre los asociados a COOPEARSA y la Asociación de Artesanos y Muebleros y profesionales de Higiene Ocupacional en Costa Rica	Igual, se alcanzó satisfactoriamente

II. Limitaciones y problemas encontrados:

- Disponibilidad de tiempo de los artesanos: el tiempo que los artesanos dedicaron a la capacitación, diseño e implementación de las mejoras compitió con sus labores cotidianas y particularmente con sus ingresos. Esto generó que en algunos periodos fuese difícil

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD
LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL

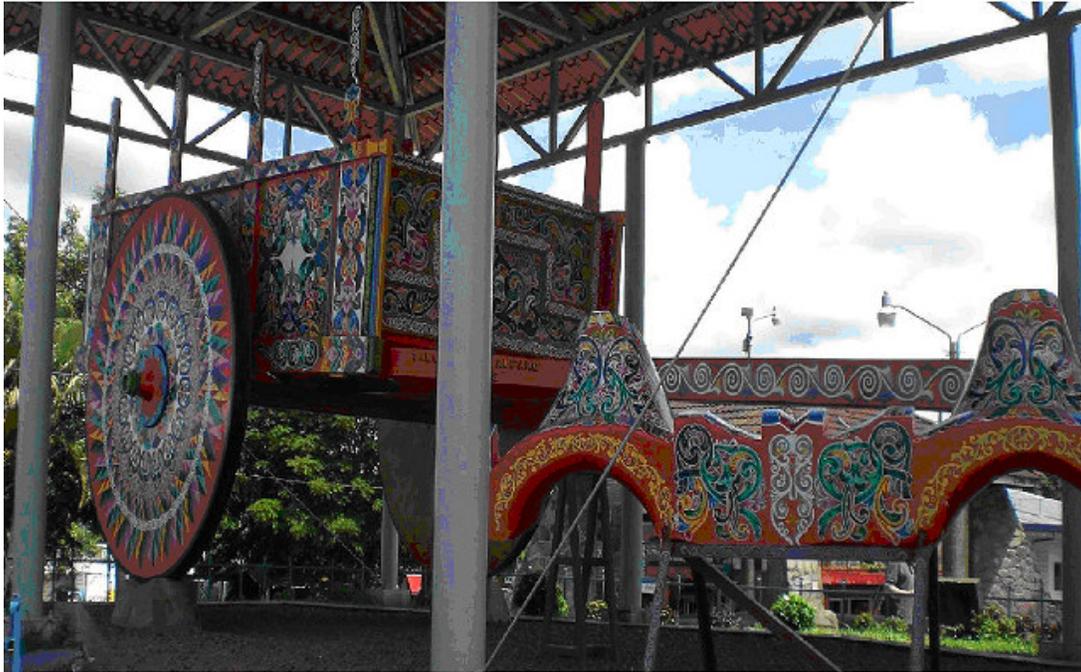


coordinar citas con ellos o en algunos casos, a pesar de coordinada la visita, los resultados que se pretendía de las mismas no se conseguían. Esto generó atrasos respecto a los cronogramas planteados originalmente en el proyecto, ya que implicó aumentar el número de visitas.

III. Observaciones generales y recomendaciones:

- La asignación de transporte pudo ser un factor parcialmente limitante, ya que tuvimos que hacer coincidir la disponibilidad de transporte con la poca disponibilidad de tiempo de los talleristas. No obstante contamos con suficiente presupuesto para el proyecto, en muchos casos no se contó con vehículo (a pesar de que el coordinador del proyecto estaba autorizado para conducir vehículos del ITCR). Adicionalmente, se tuvo que afrontar alguna inflexibilidad a la hora de solicitar y coordinar el servicio, era particularmente difícil el contacto vía telefónica o electrónica.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**



**MANUAL DE EJEMPLOS INTERVENCIONES DE BAJO COSTO PARA
LA REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN A POLVO DE MADERA**

Proyecto de Investigación:

Controles de exposición ocupacional a polvo de madera para pequeños talleres de artesanía y elaboración de muebles en la comunidad de Sarchí

Investigadores:

C. Mata; L. Medina, E. Astorga
Cartago, 2009

Introducción

En el presente manual se muestran 14 ejemplos de intervenciones de bajo costo realizadas por nueve artesanos propietarios de talleres de artesanía y muebles ubicados en Sarchí.

Las intervenciones son el resultado del trabajo conjunto de talleristas asociados a COOPEARSA y ASOARTE e investigadores del Instituto Tecnológico de Costa Rica durante el periodo comprendido entre el 2007 y 2008.

Los resultados son evidencia de que es factible diseñar e implementar controles ingenieriles con inversiones iniciales accesibles a pequeñas empresas. Con las intervenciones realizadas se lograron reducciones en las emisiones a polvo de madera entre 37 y 99% en los principales puntos de salida del contaminante a un costo promedio de US \$135 por mejora desarrollada.

Se espera que los resultados que se presentan en este manual, sirvan de motivación para que otros pequeños empresarios introduzcan cambios que mejoren la calidad de vida tanto de sus trabajadores como de ellos mismos y sus familias.

Reconocimientos:

Los investigadores del ITCR desean reconocer el ingenio y esfuerzo realizado por los talleristas en el desarrollado del diseño y ejecución de los controles implementados, en particular:

Alfredo González
Antonio Rodriguez
Arsenio Ramírez
Cristian Torres
Francisco Alfaro
Horacio Paniagua
Javier Quesada
José Eddy Pérez
Mariano Rodriguez
William Rodriguez

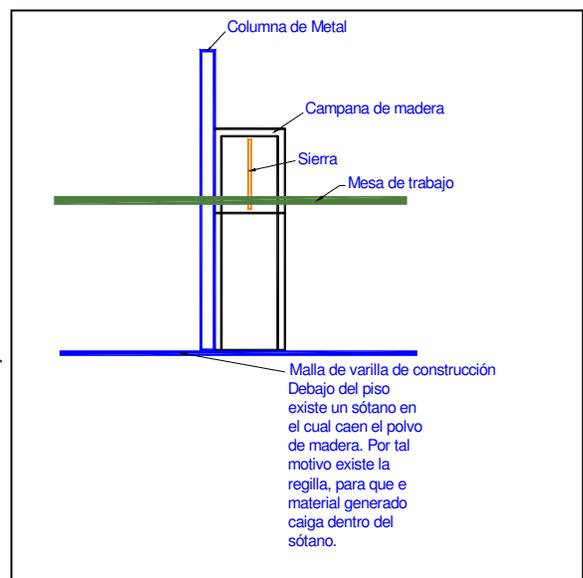
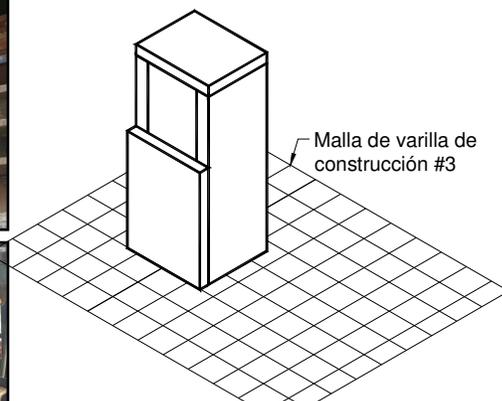
Intervención No. 1 Taller A

Sierra de Péndulo

Descripción del problema: Esta sierra fue diseñada por los mismos artesanos. La emisión del polvo es ocasionada por dos mecanismos: a) El giro de la sierra desprende el material a alta velocidad. Las partículas emitidas son relativamente grandes por el tipo de corte, y b) La sierra fue ubicada encima de una fosa destinada a recoger el polvo de varias máquinas, así como aserrín y borucha, parte de este material se levanta (por la acción de la misma sierra) y alcanza al operador ya que el piso es de rejilla. Se contaba con un resguardo que además de ofrecer protección contra cortes detenía una parte de las partículas emitidas; sin embargo no se controlaban todas las emisiones y una cantidad importante era dispersada a la parte trasera de la sierra, provocando emisiones al ambiente.



Descripción de la intervención: Considerando que la sierra está colocada sobre la fosa para almacenamiento temporal de los desechos de madera y que la partícula es relativamente pesada se consideró pertinente aprovechar la fuerza de gravedad para sedimentarla y que se depositara en la misma fosa, esto requería detener la partícula para que precipitara. Se construyó un dispositivo que intercepta las partículas muy cerca del punto de emisión (reduce su velocidad tangencial) y las dirige hasta la entrada de la fosa, el resto de la sedimentación es lograda por la gravedad. Adicionalmente se tapó la rejilla del piso permitiendo únicamente el paso de las partículas hacia la fosa.



**Reducción en la emisión de polvo: 59% Inversión Inicial: US \$ 38
Se invirtieron US\$ 0,69 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial**

Materiales y tiempo: 3 pies de madera, 20 tornillos, 10 horas de trabajo

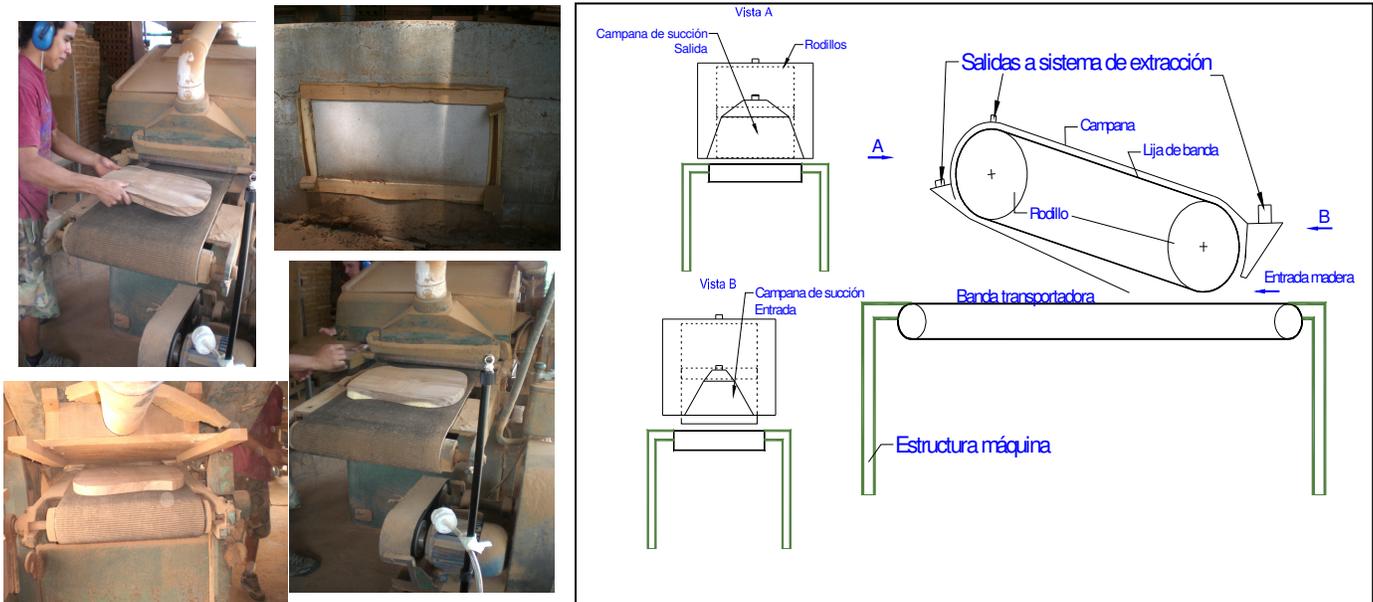
Intervención No. 2 Taller A

Lijadora de banda

Descripción del problema: Se cuenta con una lijadora de banda que fue adquirida cuando ya había sido desechada por otra empresa. Originalmente el equipo contó con previstas para controlar las emisiones de polvo; sin embargo, al adquirirla no estaban disponibles los controles. El polvo era emitido principalmente en el punto de contacto entre la banda de lija y la pieza, pero la emisión se extendía a lo largo de la banda, saliendo por varios puntos. La intervención inicial se enfocó en captar el polvo en el punto de contacto con la pieza, quedando pendiente de controlar las emisiones que tenían lugar en la entrada de la misma. Tras controlar también este último mecanismo de emisión, el polvo se escapó desde la fosa donde es capturado a través de las aberturas entre la tela que filtra el aire y las paredes de la fosa.



Descripción de la intervención: La primera parte de la intervención buscó aumentar la velocidad de captura de las partículas extendiendo la campana ubicada en el punto de contacto entre la lija y la pieza y capturando el polvo en el punto de emisión (además de la extracción se usó a favor la fuerza de salida del polvo generado por la rotación de la lija). Seguidamente se colocó tubería para capturar el polvo emitido a la entrada de la pieza, utilizando la campana que la máquina había conservado de su diseño original. Finalmente, se sellaron las aberturas de los filtros de la fosa con espuma y se lavó la tela utilizada en el filtro para disminuir el tamaño del poro.



Reducción en la emisión de polvo: 85% Inversión Inicial: US \$ 100
Se invirtieron US\$ 0,85 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: 3 pies de madera, 26 tornillos, Tubo PVC 4" (6 metros), uniones T de 4", codos 4", 15 horas de trabajo

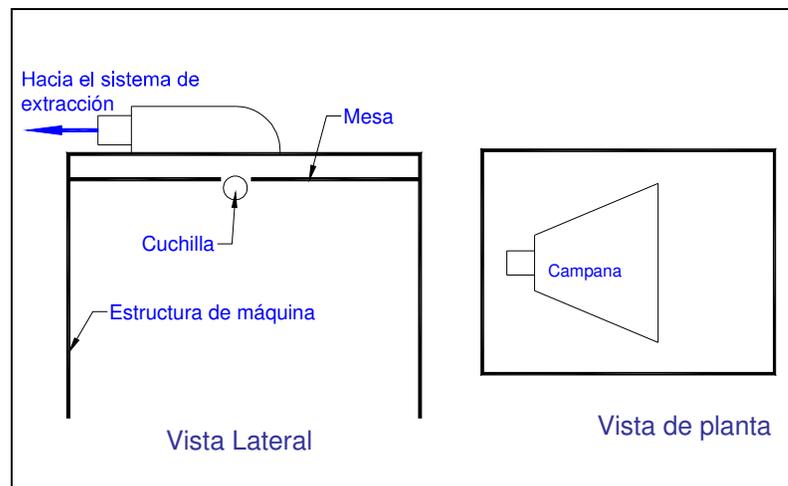
Intervención No. 3 Taller A

Cepilladora

Descripción del problema: Se adquirió una cepilladora que emitía una importante cantidad de partículas grandes y polvo de madera en su operación regular. El punto de emisión coincide con la salida de la pieza cepillada. El operador debe adoptar posturas incómodas cuando va a recibir las piezas para evitar quedar en el área donde se emiten los desechos. Las partículas son emitidas con mucha velocidad por lo cual el problema no sólo afecta al operador de la máquina, sino a personas que estén a varios metros del equipo, esto ocasiona que un área del taller no pueda ser utilizada por otros trabajadores mientras se esté trabajando con la cepilladora. La empresa cuenta con un sistema de extracción, pero no ha diseñado un dispositivo que capture las emisiones y las conecte al sistema general.



Descripción de la intervención: La intervención buscó encerrar el área donde se emitían las partículas y atraparlas antes de que salieran del equipo. Para ello se construyó una campana con una abertura igual al ancho de la cuchilla de la cepilladora y que se reduce hasta unos pocos centímetros a la salida, para desembocar en una tubería de PVC que se conecta con el sistema de extracción general. Además de permitir capturar los desechos emitidos, esta mejora permitió hacer la tarea más segura para el operador, ya que imposibilita un contacto accidental con la cuchilla del equipo. Finalmente, el taller pudo hacer uso del área que estaba parcialmente utilizada por las emisiones de la cepilladora.



Reducción en la emisión de polvo: 98% Inversión Inicial: US \$ 41
Se invirtieron US\$ 0,42 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: 3 pies de madera, 20 tornillos, Tubo PVC 4" (2 metros), 2 codos 4", 8 horas de trabajo

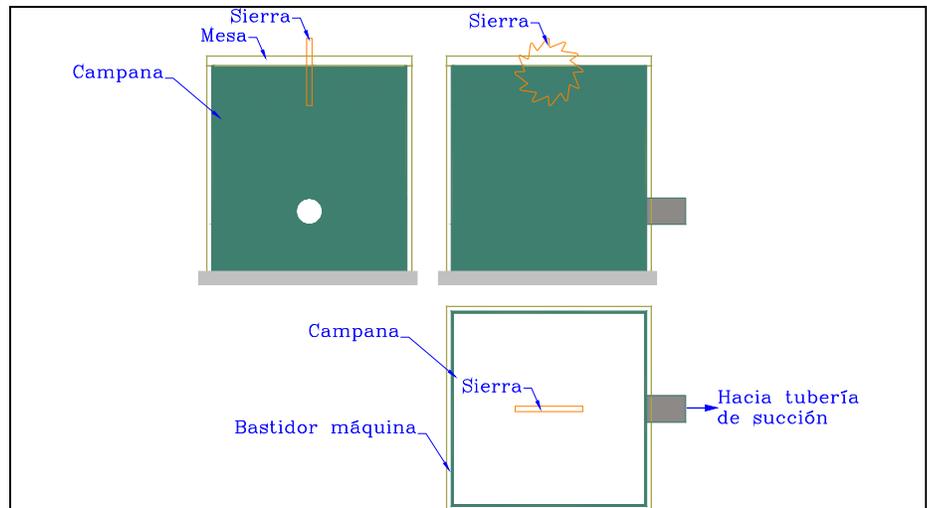
Intervención No. 4 Taller B

Sierra circular

Descripción del problema: Se cuenta con una sierra circular en la cual se realizan cortes de diversa naturaleza (piezas pequeñas o muy grandes), en un área con espacio reducido y donde permanecen otros trabajadores durante la mayor parte de la jornada laboral. Los desechos son emitidos del disco a alta velocidad centrífuga, siendo dispersados por la parte superior de éste; la mayoría quedan en la parte interna de la sierra. Al no contarse con un sistema que permita su remoción automática, estos desechos son removidos manualmente por el operario cuando se almacena una cantidad considerable; entre tanto, el polvo permanece en el área de trabajo y por acción del viento, del funcionamiento de la misma sierra o por manipulación de materiales se levanta y queda accesible a la zona respiratoria del personal. Por el tipo de productos elaborados, este taller utiliza una gran variedad de maderas, algunas con propiedades altamente irritantes.



Descripción de la intervención: El primer intento por controlar el problema contempló la conexión de la sierra al sistema interno de ventilación con que cuenta el taller; sin embargo, se generaron problemas con otra maquinaria; posteriormente se trató de instalar un motor y un ventilador a la máquina y conectarlo con el sistema general; pero en este caso se generaron emisiones de ruido molestas para el personal. Desde el inicio, se elaboró un cono que permitió capturar los desechos que caen en la parte interna de la sierra. Finalmente se decidió adquirir un extractor individual e instalarlo exclusivamente a la sierra circular; el equipo fue conectado al cono que atrapa el polvo. Esta intervención alertó sobre la importancia de ajustar la altura del disco a la pieza que se corta, con el fin de disminuir las emisiones por encima de ésta.



Reducción en la emisión de polvo: 40% Inversión Inicial: US \$ 468
Se invirtieron US\$ 11,70 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: Tubo PVC 4" (2 metros), 2 codos 4", extractor, 10 horas de trabajo

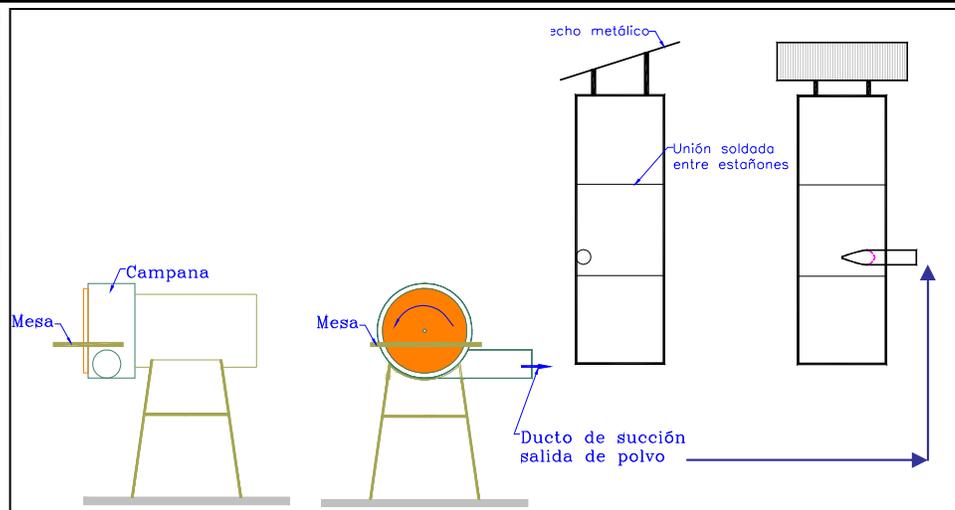
Intervención No. 5 Taller C

Lijadora de disco

Descripción del problema: La lijadora de disco con que cuenta el taller emite mucho polvo, por lo cual se mantiene fuera del mismo, pero debe guardarse todos los días al finalizar la jornada o cuando llueve. Este equipo no puede utilizarse dentro del taller, por lo cual en época de lluvia debe programarse la tarea de lijado en los periodos en que no llueve. La emisión del polvo se presenta en toda el área de lijado (aproximadamente un radio de 15 cm), es liberado con una importante fuerza centrífuga por el giro del disco (aproximadamente 10 000 rpm). Al ser comprada, el fabricante (persona de la misma región de Valverde Vega) colocó un ventilador ligado al motor, de forma tal que siempre que se usa la lijadora el ventilador está trabajando con la misma energía del motor y se previó un ducto para la salida de las partículas capturadas en una campana ubicada casi al mismo nivel que el disco. Se requería conectar el equipo con un recipiente de almacenamiento de los desechos.



Descripción de la intervención: La lijadora fue ubicada en un área que será dedicada exclusivamente a operaciones de lijado. Mediante una manguera flexible se conectó el ducto de salida de las partículas con un dispositivo de captación elaborado con tres estañones, ubicado fuera del taller. El diseño del dispositivo permitió usar el efecto ciclón para sedimentar rápidamente el polvo más grande, el más pequeño es filtrado en la parte superior del dispositivo utilizando "sarán" (tejido utilizado en los viveros para proteger las plantas de la radiación solar directa) obtenido gratuitamente en los viveros de la zona. En la parte inferior del dispositivo se abrió una compuerta para la descarga y limpieza periódica del mismo. La lijadora quedó permanentemente dentro del taller sin que las emisiones de polvo sean consideradas un problema por los trabajadores.



Reducción en la emisión de polvo: 99,83% Inversión Inicial: US \$ 69
Se invirtieron US\$ 0,69 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: Tubo PVC 4" (1 metros), 3 estañones, manguera flexible (2 metros), 15 horas de trabajo.

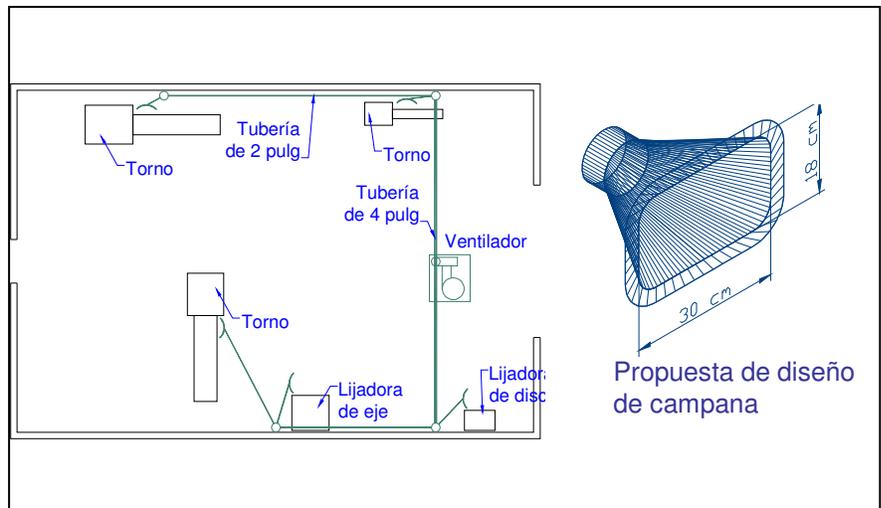
Intervención No. 6 Taller D

Lijadoras de disco y trompos

Descripción del problema: El taller cuenta con múltiples fuentes de emisión de polvo de madera, ya que por el tipo de producto el lijado es la tarea más frecuente. Se realiza lijado utilizando lijadoras de disco y trompos (para piezas cilíndricas), entre otros equipos. Una cantidad importante de los productos que se fabrican están elaborados con madera de “cocobolo”, especie altamente irritante. El trabajo requiere detalles minuciosos, lo que hace que los trabajadores deban estar revisando los acabados que se dan a las piezas acercando sus caras a las piezas que se están lijando, con la consiguiente exposición al polvo. En todo el taller se realizan labores de lijado y pulido de las piezas.



Descripción de la intervención: El propietario contaba con un equipo de extracción de aire que no tenía en uso. La intervención consistió en colocar ductos hacia cada uno de los puntos de lijado conectados al extractor. Como campanas de extracción utilizó platos plásticos de sopa a los cuales añadió un anillo de madera para conectarlos a la tubería. Por el tamaño y distribución de estos platos se logra la extracción sin que se interfiera en las labores de lijado (los operarios deben realizar movimientos alrededor de la pieza que están lijando ya que ellos sostienen la lija mientras que las piezas rotan). Para mejorar la eficiencia del extractor diseñó tapones de madera para cerrar los ductos en los equipos que no están siendo utilizados. Con un sólo extractor el sistema diseñado permite atender cinco equipos a la vez.



Reducción en la emisión de polvo: 73% Inversión Inicial: US \$ 194
Se invirtieron US\$ 2,65 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: Tubo PVC 4” (14 metros), Tubo PVC 2” (28 metros), Ts PVC: 5, codos PVC: 9, Reducciones PVC: 4, Uniones PVC: 2 manguera flexible: 2 metros, platos plásticos: 5, tornillos 2. 20 horas de trabajo.

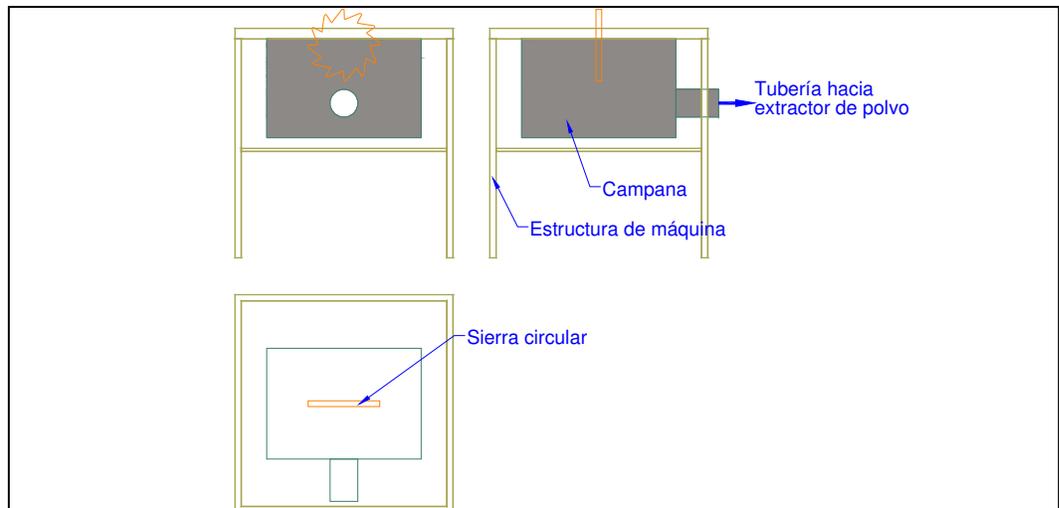
Intervención No. 7 Taller E

Sierras circulares

Descripción del problema: Se cuenta con dos sierras circulares que no tienen ningún mecanismo para controlar el polvo y otros desechos. El polvo es emitido por la parte superior del disco, pero la mayoría cae en el piso, bajo la sierra. Se trabaja con madera seca (en horno), por lo cual el corte provoca mayor cantidad de polvo que en otros casos y se cortan piezas de medianas a muy pequeñas. No obstante, el taller presenta buenas prácticas de orden y limpieza, en muy poco tiempo de trabajo se acumula una cantidad importante de desecho. Las dos sierras se encuentran ubicadas a aproximadamente seis metros.



Descripción de la intervención: Se diseñaron y construyeron cajas para recibir el polvo de madera y dirigirlo hasta un extractor que fue adquirido antes del desarrollo del proyecto. Las cajas fueron colocadas en la parte inferior del disco de la sierra y cuentan con una compuerta que permite cerrar el flujo de aire proveniente del extractor con el fin de mejorar la eficiencia del sistema. Se conectaron las dos sierras al mismo sistema. Al realizar las evaluaciones pre y post intervención las condiciones de producción fueron muy diferentes (operario, tipo de pieza cortada) por lo cual los resultados tras la intervención arrojaron valores más altos que antes de la misma; sin embargo, el propietario del taller, sus familiares (el taller se encuentra muy cerca de la casa de habitación) así como el trabajador, aseguran que la intervención tuvo efectos muy positivos respecto a la situación previa.



Reducción en la emisión de polvo: -88% Inversión Inicial: US \$ 121
No se calculó relación costo beneficio para esta intervención por lo explicado anteriormente

Materiales y tiempo: lámina de hierro, remaches, manguera flexible (3 metros), compuertas (2).

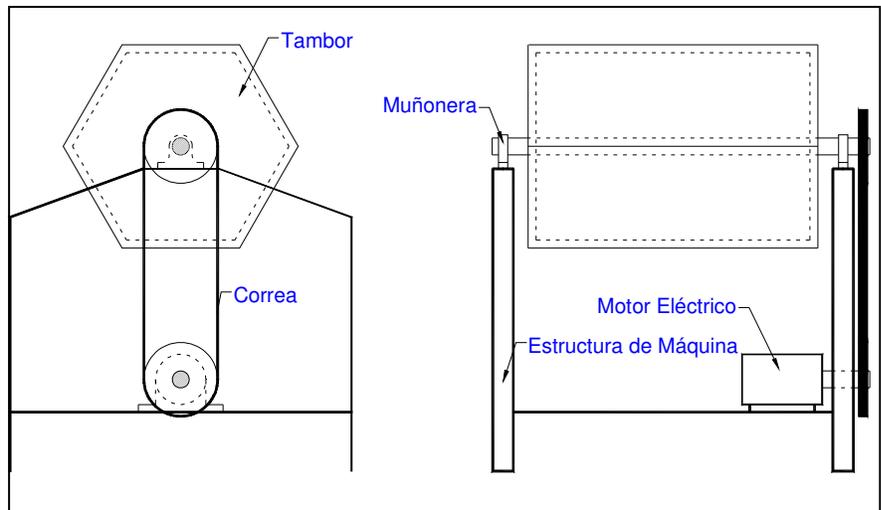
Intervención No. 8 Taller E

Lijado manual

Descripción del problema: El lijado manual es una tarea que consume mucho tiempo y está asociado a altos niveles de exposición ocupacional a polvo de madera. En esta empresa se requiere lijar pequeñas piezas, antes y después de aplicársele selladores y la labor es tediosa, costosa y de alto riesgo. Se han presentado situaciones en las cuales la velocidad a la cual se realiza el lijado no es suficiente para atender la demanda del producto y al tener que aumentar la velocidad de trabajo se tiene el riesgo de comprometer la calidad final del producto. Se trabaja con madera de plantación, la cual ha sido secada al horno, por lo cual la emisión de polvo en el lijado es mayor. Finalmente, por el tipo de acabados requeridos, se trabaja con lijas muy finas, que producen una partícula predominantemente pequeña y que fácilmente es levantada por el viento.



Descripción de la intervención: El propietario construyó en madera un recipiente hexagonal con una puerta la cual se reforzó con espuma para mejorar el cierre. El recipiente se colocó sobre una estructura metálica y mediante poleas y fajas se hace girar. Dentro del recipiente se colocan las piezas que requieren acabados en su superficie y arena. Dependiendo del tamaño de las piezas, éstas se fijan dentro del recipiente (permitiendo que se mueva sólo la arena) o se dejan sueltas para que se muevan con la arena. El tamaño de la pieza y el acabado requerido determinan el tiempo que deben permanecer girando dentro del recipiente. Al final del periodo de pulido se sacan las piezas y la arena se reutiliza. Esta intervención eliminó la necesidad de lijado manual para las piezas medianas y pequeñas, con y sin sellador. El mayor monto de la inversión correspondió a la compra del motor.



Reducción en la emisión de polvo: 93% Inversión Inicial: US \$ 491
Se invirtieron US\$ 5,3 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: 2 muñoneras, 4 poleas, 2 fajas industriales, 1 motor eléctrico, 1 tornillo sin fin, angular y 20 horas de mano de obra.

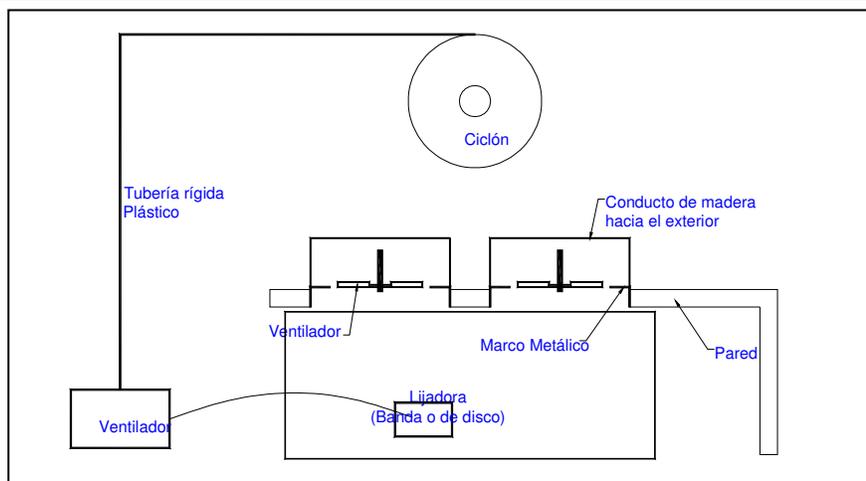
Intervención No. 9 Taller F

Operación de lijado

Descripción del problema: El taller cuenta con una mesa donde se realizan las labores de lijado. En ocasiones, el trabajo requiere que dos personas estén realizando lijado de piezas utilizando diferentes equipos: lijadora de patín, lijadoras orbitales o lijadora de disco portátil (conocida como Metabo). Algunos de estos equipos emiten cantidades considerables de polvo y cuando estaban siendo utilizados, otros los trabajadores debían retirarse a otras áreas del taller para evitar la exposición a los niveles elevados de materia particulada. La zona no tenía ningún tipo de extracción localizada y la ventilación natural había sido cancelada colocando plástico, ya que empujaba el polvo dentro del taller. El propietario contaba con varios motores y abanicos que ha comprado en diferentes momentos en buenos precios, pero no había decidido la mejor forma de usar estos recursos para disminuir la exposición.



Descripción de la intervención: La mesa donde se realiza el lijado fue reubicada de forma tal que los equipos para la recolección del polvo pudieran ser adecuadamente colocados en la pared. Se instalaron dos ventiladores en la pared y uno en el techo, este último se utiliza exclusivamente para colocarlo en una carcasa que cubre el disco de la lijadora portátil y con ello extraer tan directamente como es posible el material emitido. Los tres ventiladores están conectados a un dispositivo elaborado con estañones y ubicado fuera del taller que recoge el polvo. Utilizando el principio de ciclón este dispositivo permite que el polvo más pesado se deposite rápidamente al fondo. Los plásticos que tenía la pared fueron sustituidos por láminas transparentes, permitiendo el paso de la luz, pero no del viento. Las evaluaciones posterior a la intervención se realizaron en condiciones significativamente diferentes de las iniciales, se supone que la reducción de emisión puede ser mayor a la reportada.



Reducción en la emisión de polvo: 37%% Inversión Inicial: US \$ 103
Se invirtieron US\$ 2,8 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: Madera (18 pies), tornillos (40), tubo PVC 4": 2 metros, tubo PVC 2": 2 metros, codos PVC: 2, uniones "Y" PVC: 2, láminas transparentes 2, estañones 2, 20 horas de trabajo.

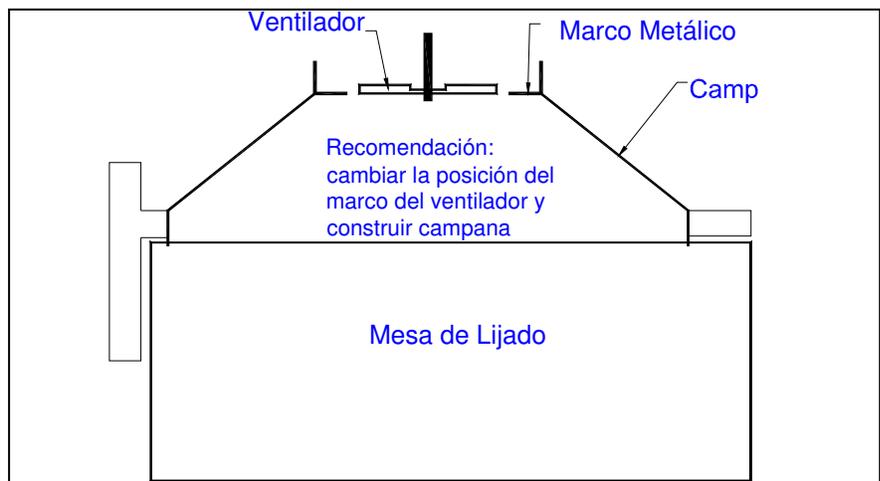
Intervención No. 10 Taller G

Operación de lijado

Descripción del problema: Las operaciones de lijado, particularmente con la lijadora de disco portátil se habían convertido en un problema por las emisiones de polvo a los vecinos. El taller contaba con un extractor que permitía controlar el problema dentro del área de trabajo, pero el polvo llegaba hasta los vecinos. El propietario tuvo que afrontar una denuncia de una vecina ante el Ministerio de Salud. Si el extractor se ponía a funcionar el polvo alcanzaba las propiedades vecinas, si no se ponía a funcionar, las concentraciones afectaban la salud de los trabajadores y la productividad del taller, ya que se requería realizar tareas fuera del taller, mientras se realizaba el lijado. Era necesario capturar el polvo una vez que había sido extraído del taller.



Descripción de la intervención: Se construyó un encerramiento al extractor que permitía capturar el polvo emitido. Este encerramiento se trató de un cajón de madera que mediante estañones fue conectado a un recipiente ubicado a aproximadamente cuatro metros del punto de emisión, fuera del taller. La parte trasera de un pick-up fue usada como recipiente, sosteniéndola con estañones y haciéndole aberturas en la parte inferior en las cuales se colocaron sacos de manta, los cuales funcionan como los filtros del recipiente. El polvo cae en los estañones y sólo una parte del mismo sale del recipiente (por las aberturas de la fibra de los sacos), pero no llega hasta las propiedades vecinas. El polvo es removido de los estañones cada tres meses. El encerramiento de madera y los estañones que conectan el encerramiento con el recipiente fueron cubiertos con plástico para protegerlos de la humedad.



Reducción en la emisión de polvo: 84% Inversión Inicial: US \$ 56
Se invirtieron US\$ 0,67 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: Madera (5 pies), tornillos (20), estañones 8, bolsas de plástico (basura –jardín) 10, sacos de manta 4, 20 horas de trabajo.

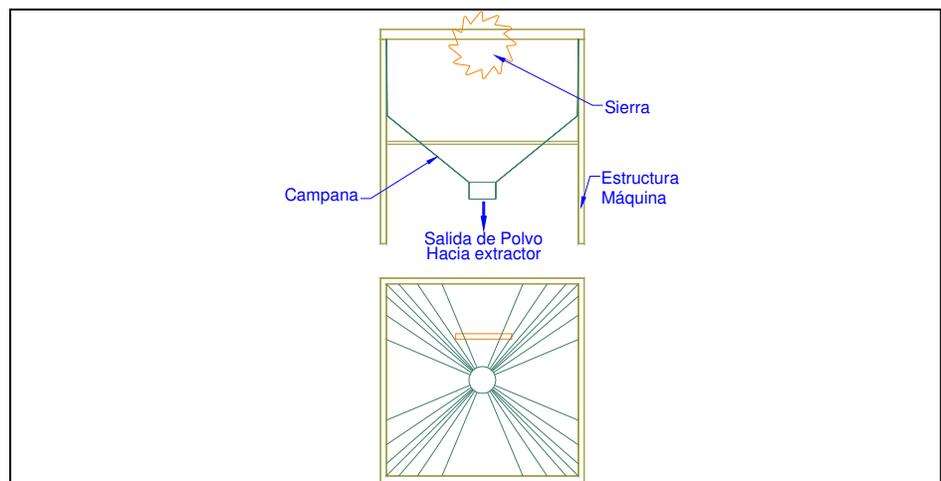
Intervención No. 11 Taller H

Sierra circular

Descripción del problema: Se cuenta con una sierra circular que es utilizada en la primera parte del proceso productivo para cortar las piezas más grandes que requiere el producto. Estos cortes generan una cantidad considerable de desecho ("borucha" y polvo). La sierra no contaba con ningún dispositivo de captura de los desechos. La emisión de los desechos se produce en la parte superior de la sierra y en su parte inferior, aunque las emisiones alcanzan una altura y distancia importante, ya que son lanzadas a alta velocidad por el disco de la sierra. La empresa trabaja principalmente con madera de plantación la cual ha sido secada en horno, lo cual favorece la emisión de polvo.



Descripción de la intervención: Se elaboró un embudo que se colocó en la parte inferior de la sierra, este equipo a su vez fue conectado con un extractor que era utilizado únicamente para controlar las emisiones de polvo generadas por los equipos de lijado. La distribución de planta en este taller requirió que se pusiera tubería desde la sierra de cinta hasta el extractor. No obstante una buena cantidad del desecho es captado por el embudo, la emisión de polvo por la parte superior de la sierra continúa siendo considerable cuando no se ajusta adecuadamente la altura de la misma al grosor de la pieza que se corte.



Reducción en la emisión de polvo: 88% Inversión Inicial: US \$ 77
Se invirtieron US\$ 0,87 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: Tubo PVC 4": 8 metros, codos PVC 2, Embudo metálico, 10 horas de trabajo

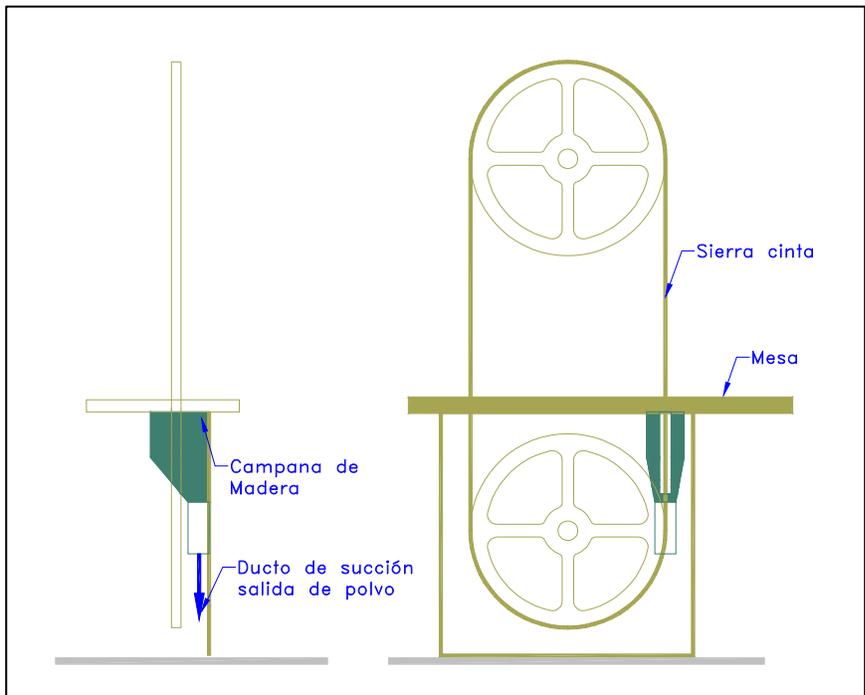
Intervención No. 12 Taller I

Sierra de cinta

Descripción del problema: La sierra de cinta con que cuenta el taller no cuenta con ningún dispositivo para retener el polvo, el principal punto de emisión se da en el punto de corte, la cantidad de polvo que es emitido en el resto del recorrido de la sierra es reducido. Las opciones diseñadas para capturar el polvo en este tipo de sierras usualmente incluye un encerramiento total, lo cual dificulta la operación cuando se hace necesario cambiar o ajustar la cinta. Por el diseño de los muebles que se elaboran en este taller, la sierra de cinta es un equipo utilizado muy frecuentemente. El taller cuenta con un sistema de extracción general centralizado y la ductería ha sido colocada en forma subterránea.



Descripción de la intervención: Para este equipo se diseñó un dispositivo de captura localizado directamente en el punto de emisión, fue elaborado con madera y partes de una lavadora de ropa descompuesta. El dispositivo puede removerse fácilmente con solo mover una prensa de madera, y con ello realizar los ajustes necesarios sobre la cinta. Adicionalmente se colocó una compuerta que cierra la extracción, de forma tal que no se comprometa la eficiencia del sistema general cuando no se está utilizando la sierra de cinta.



Reducción en la emisión de polvo: 98% Inversión Inicial: US \$ 29
Se invirtieron US\$ 0,32 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: 5 pies de madera, 10 tornillos, Tubo PVC 4" (2metros), 2 codos PVC, manguera flexible (2 metros) 5 horas de trabajo

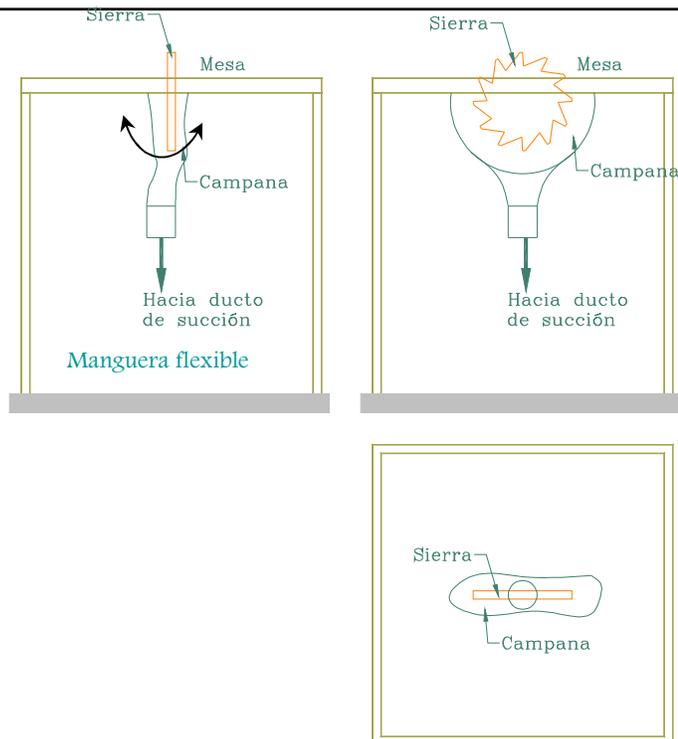
Intervención No. 13 Taller I

Sierra circular

Descripción del problema: Se cuenta con una sierra circular ubicada a la entrada del taller y que se utiliza para hacer los cortes de piezas más grandes, por lo cual se genera una importante cantidad de desechos (“borucha” y polvo). De no retirarse oportunamente este desecho, podría ser arrastrado por el viento al resto del taller. Los desechos son emitidos por la sierra, tanto hacia el suelo, como a la parte superior de la sierra; sin embargo, dentro de las prácticas de trabajo del lugar se considera ajustar la altura de la sierra al espesor de la pieza cortada, por lo cual estas emisiones son relativamente bajas. El taller actualmente cuenta con un sistema general de ventilación centralizado en un solo motor y con conexiones de ductería bajo el piso.



Descripción de la intervención: Se diseñó un embudo que recoge el material desprendido del disco de la sierra utilizando láminas metálicas de desecho. El embudo fue conectado mediante manguera flexible al sistema general de extracción. Este embudo tiene la particularidad de permitir un desplazamiento angular, lo cual permite que también el ángulo de la sierra pueda ser ajustado sin tener que remover el recipiente de los desechos. La cercanía del embudo al disco de la sierra permite que la mayor cantidad de desecho pueda ser atrapado conforme es emitido. Este beneficio se logra por la innovación introducida por el tallerista, al permitir que el embudo gire con el disco de la sierra.



Reducción en la emisión de polvo: 90% Inversión Inicial: US \$ 40
Se invirtieron US\$ 0,45 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial

Materiales y tiempo: 5 pies de madera, 20 tornillos, Tubo PVC 4" (2metros), 2 codos PVC, manguera flexible (2 metros), 5 horas de trabajo

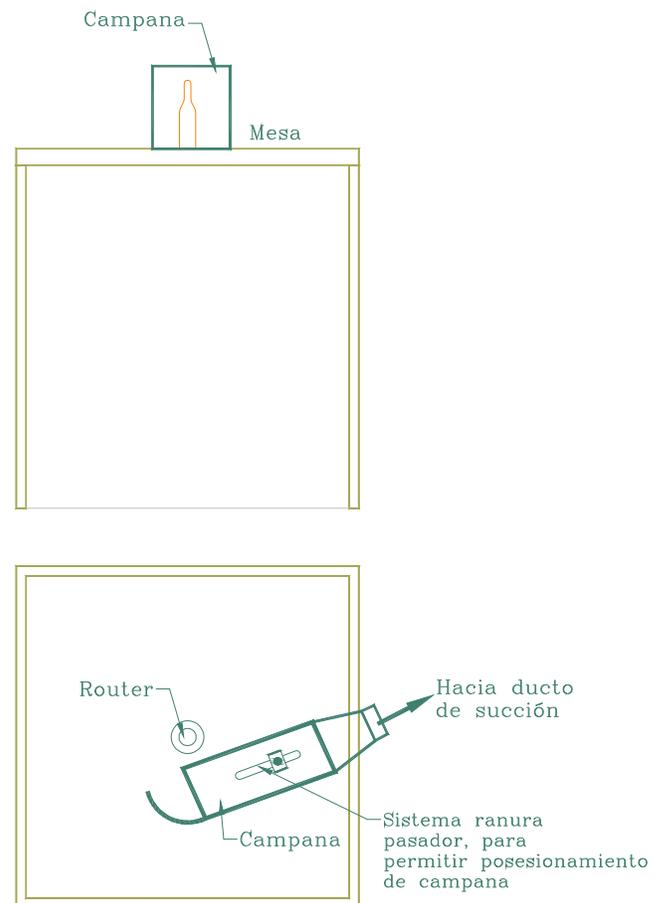
Intervención No. 14 Taller I

Router

Descripción del problema: El router es ampliamente utilizado en este taller por el tipo de productos elaborados que requieren acabados y perfiles particulares. La velocidad de giro de las cuchillas, así como la diversidad de tamaños de partículas desprendidas representa no sólo un problema de exposición crónica a polvo de madera sino posee riesgos de seguridad importantes, tanto por partículas proyectadas como por cortes asociados a contactos involuntarios con la cuchilla. Algunas de las piezas que se procesan en este equipo son curvas por lo cual el diseño de un control de demanda que se tome en cuenta este requerimiento para no interferir con la tarea.



Descripción de la intervención: se diseñó un dispositivo conectado mediante manguera flexible al sistema general de ventilación. El mismo permite un encerramiento casi total de la cuchilla, con sólo una abertura para el contacto de la pieza a maquinar con la cuchilla. Utilizando partes de una lavadora de desecho y resortes se diseñó una ranura con un pasador que permite el trabajo con piezas curvas, el resorte permite que la ranura se abra únicamente en el área requerida. El dispositivo cuenta con una compuerta que permite que el sistema de extracción general central con que cuenta el taller no pierda eficiencia cuando el router no esté siendo utilizado.



**Reducción en la emisión de polvo: 99,89% Inversión Inicial: US \$ 42
Se invirtieron US\$ 0,41 por reducir 1% de las emisiones en la situación inicial**

Materiales y tiempo: 2 pies de madera, 15 tornillos, Tubo PVC 4" (2metros), 2 codos PVC, manguera flexible (2 metros), 5 horas de trabajo