
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE–REGION METROPOLITANA

**GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCION DE LA
CONTAMINACION INDUSTRIAL**

TALLER METALMECÁNICO

**Santiago
Febrero 2001**

INDICE

Página

1.	INTRODUCCION.....	1
1.1	IDENTIFICACION DEL RUBRO.....	1
1.2	PRODUCTORES.....	1
2.	ANTECEDENTES DE PRODUCCION.....	3
2.1	PROCESO DE PRODUCCION.....	3
2.1.1	Tratamiento térmico.....	4
2.1.2	Tratamiento en frío.....	5
2.2	MATERIAS PRIMAS.....	7
2.2.1	Líquidos o fluidos de trabajo.....	8
2.2.2	Pastas.....	11
2.2.3	Lubricantes sólidos.....	12
2.2.4	Recubrimientos.....	12
2.2.5	Aditivos.....	12
3.	GENERACION DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES.....	14
3.1	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES.....	14
3.1.1	Emisiones atmosféricas.....	14
3.1.2	Residuos líquidos.....	14
3.1.3	Residuos sólidos.....	14
3.1.4	Calor.....	16
3.1.5	Equipos y maquinas.....	16
3.1.6	Ruido y vibraciones.....	16
4.	PREVENCION DE LA CONTAMINACION Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.....	17
4.1	MEDIDAS GENERALES DE PREVENCION.....	17
4.2	PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUO METÁLICO.....	19
4.3	PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE FLUIDOS DE TRABAJO.....	20
4.3.1	Selección del fluido.....	20
4.3.2	Extensión de vida útil del liquido refrigerante. Introducción.....	21
4.3.3	Equipo para mantenimiento y limpieza.....	24
4.3.4	Limitaciones y beneficios de sistemas de refrigeración alternativos.....	29
4.3.5	Mantenimiento de concentraciones de refrigerantes y aditivos.....	29
4.3.6	Prevención de Vibración y Ruido.....	31
4.4	IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL.....	32
5.	CONTROL DE LA CONTAMINACION.....	34

5.1	CONTROL DE LA CONTAMINACION DE FLUIDOS DE TRABAJO	34
5.1.1	Contratación de terceros.....	34
5.1.2	Evaporación	35
5.1.3	Tratamiento Químico	36
5.1.4	Tratamiento biológico	37
5.1.5	Separación por membranas.....	38
5.2	CONTROL DE OLORES.....	39
5.3	RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS	39
5.4	RUIDO	41
6.	PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	42
6.1	APLICABILIDAD DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	42
6.1.1	Concepto residuo peligroso	42
6.1.2	Procedimiento de determinación de residuos peligrosos.....	42
6.2	APLICACIÓN AL RUBRO.....	43
6.3	COMPONENTES PLAN DE MANEJO	43
7.	ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION	45
7.1	GENERAL.....	45
7.2	INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTIÓN AMBIENTAL.	45
7.2.1	Créditos Bancarios.....	46
8.	SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.....	47
8.1	PROBLEMAS ASOCIADOS AL RUBRO	47
8.2	ENFERMEDADES COMUNES	47
8.3	ESTADÍSTICAS.....	48
8.4	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD LABORAL.....	48

9.	LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA	49
9.1	NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS.....	49
9.2	NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS	50
9.3	NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS	52
9.4	NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS	53
9.5	NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS	55
9.6	NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	56
9.7	NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.....	59
9.7.1	Normas relativas al agua.....	59
9.7.2	Normativas de salud y seguridad ocupacional ²	59
10.	PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE PERMISOS.....	62
10.1	CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN TÉCNICA.....	62
10.2	INFORME SANITARIO.....	62
10.3	PERMISOS MUNICIPALES	64
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
12.	REFERENCIAS	66

PRESENTACION

El rápido crecimiento industrial que ha sufrido Chile en los últimos años, ha traído consigo serios problemas de contaminación ambiental, como la polución de aire, agua y suelo. La Región Metropolitana, por su parte, concentra la mayor parte de la actividad económica del país donde la base industrial es diversa, incluyendo rubros tan variados como alimentos, textiles, productos químicos, plásticos, papel, caucho y metales básicos.

Comprometido con formular y desarrollar una política ambiental tendiente a resolver estos problemas y con el propósito de promocionar un desarrollo industrial sustentable, la Comisión Nacional del Medio Ambiente– CONAMA, ha venido desarrollando una serie de instrumentos de apoyo, entre los que se encuentran las Guías Técnicas para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. El objetivo principal de estas guías, a ser distribuidas a todas las empresas de cada rubro estudiado, es orientar al sector en materia ambiental, entregándole herramientas de prevención y control de la contaminación. A su vez, pretende contribuir a las actividades de fiscalización que realiza la autoridad, optimizando la calidad de las mismas, si bien las guías en sí no son un instrumento fiscalizable.

Los rubros industriales estudiados han sido seleccionados en base a criterios tales como la representatividad dentro del sector manufacturero y los impactos ambientales que generan.

Las Guías Técnicas entregan una reseña sobre los impactos ambientales provocados por el rubro específico estudiado. A su vez, identifica las medidas de prevención de los potenciales impactos, los métodos de control de la contaminación (“*end-of-pipe*”) recomendados, los costos asociados y los aspectos relacionados con la seguridad y salud ocupacional. Como marco legal, entrega la información referente a la normativa medioambiental vigente en el país, y los procedimientos de obtención de permisos requeridos por la industria.

En la elaboración de las guías han participado consultores nacionales en conjunto con una contraparte técnica conformada por CONAMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Asociación Chilena de Seguridad y Sociedad de Fomento Fabril. La coordinación general del proyecto estuvo a cargo de la Unidad de Residuos de CONAMA, Dirección Región Metropolitana, y de la Unidad de Residuos del Departamento de Descontaminación Planes y Normas de CONAMA.

La presente guía para el control y prevención de la contaminación en el rubro Talleres Metal Mecánicos, ha sido elaborada en base a un estudio realizado por el Centro Nacional del Medio Ambiente – CENMA.

1. INTRODUCCION

Se entenderá en este documento como taller metalmeccánico, aquella instalación donde se realizan tratamientos de metales con el fin de darle formas adecuadas para su uso tanto como elementos estructurales o piezas mecánicas.

La importancia ambiental que se adjudica a una gestión apropiada de este rubro radica principalmente en la gestión de los fluidos de trabajo, los cuales pueden contener eventualmente sustancias peligrosas, y por lo tanto su disposición puede constituirse en un problema ambiental importante. La mayoría de estas empresas de este rubro es de tamaño reducido, que caen dentro de la clasificación de un taller, pero existen también grandes complejos generadores de un volumen importante de emisiones y residuos.

IDENTIFICACION DEL RUBRO

Los procesos desarrollados en los talleres metal mecánicos abarcan una gran cantidad de rubros industriales (US EPA, 1992). No se considera que exista un CIU que se ajuste exactamente a lo descrito, sólo a nivel de referencia se dará preferencia a industrias del tipo *Fabricación de productos metálicos no clasificados en otra parte, exceptuando maquinaria y equipo* CIU 3819; CIU 2891: *Forja, prensado, estampado y laminado de metal, pulvimetalurgia*; CIU 3710: *Industrias básicas de hierro y acero*; y CIU 3720: *Industrias básicas de metales no ferrosos*¹.

PRODUCTORES

Según la *Base de Datos de Actividades Económicas* del INE en 1997 se tenían inscritas aproximadamente 120 empresas en alguno de los rubros indicados en el párrafo anterior (INE 1997)

El tamaño de las empresas fluctúa desde grandes complejos hasta el nivel artesano al (INE, 1995). Los siguientes gráficos muestran la proporción porcentual de la cantidad de industrias agrupadas por número de empleados para los rubros especificados:

¹ La US EPA compiló los rubros industriales relacionados con procesos de metalworking (US EPA, 1992). Se mencionan como rubros de interes los SIC 34 a SIC 39. En relación a esta guía el rubro más similar a lo propuesto es el SIC 34, *Fabricated metal products, except machinery and transportation equipment*.

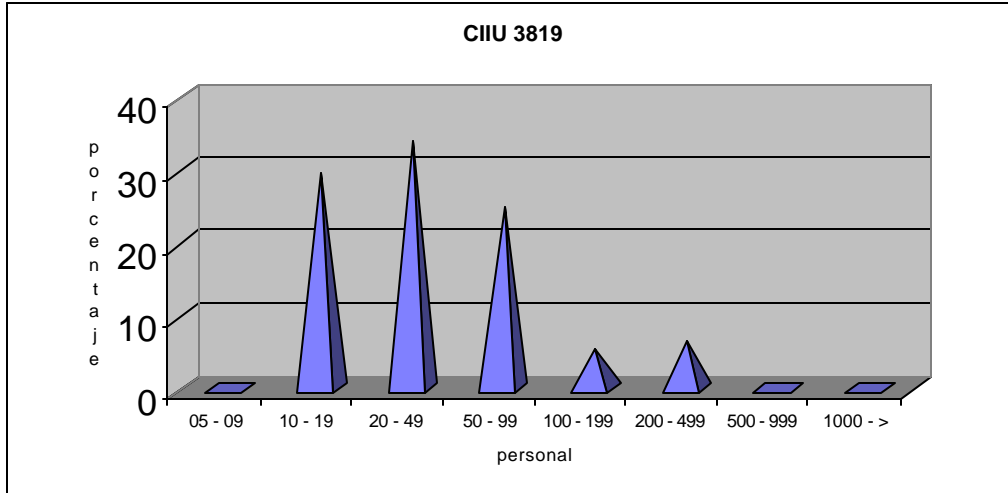


Figura 2.1: Proporción de Tamaños de Empresas, por Número de Empleados rubro CIU 3819

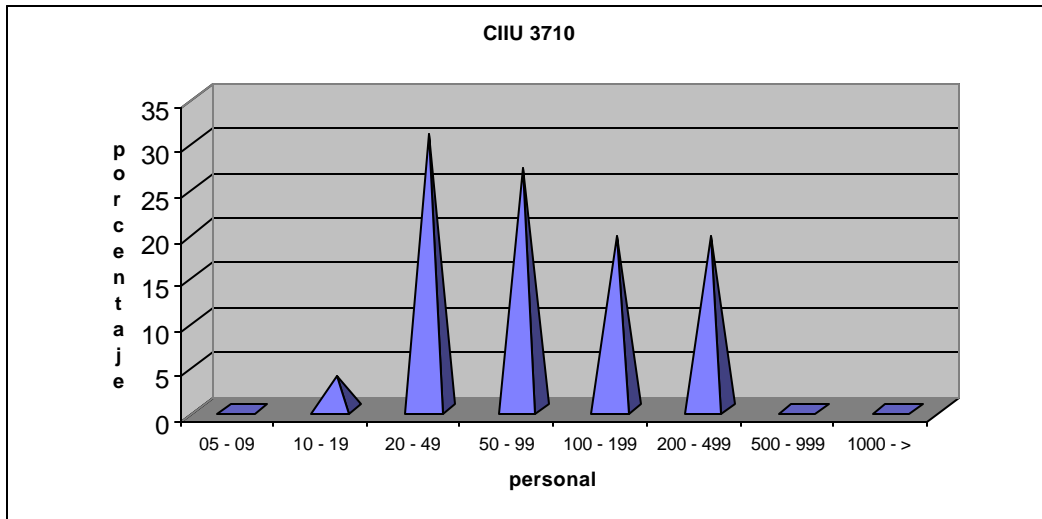


Figura 2.2: Proporción de Tamaños de Empresas, por Número de Empleados rubro CIU 3710

2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION

En general los procesos de manufactura de procesos metálicos pueden ser clasificados en tres grupos principales:

- Forma
- Tratamiento de superficies
- Terminado de superficies

Cada una de estas operaciones puede consistir a su vez en varios sub procesos, con diferentes operaciones y secuencias para poder obtener el producto deseado.

La siguiente tabla presenta un resumen de las operaciones típicas asociados a los procesos descritos:

TABLA 2.1: Procesos Mecánicos y de Terminación del Metal (Basado en US EPA, 1992)²

PROCESO	OPERACIÓN ASOCIADA
Forma	Maquinado Trefilado Moldeo
Tratamiento de superficies	Limpieza en base solventes Tratamiento térmico
Terminado de superficies.	Galvanoplastía Terminado de superficie Pintura

Se entenderá que tratamientos de cobertura, como pintura y galvanizado pueden presentarse en este tipo de talleres (al menos en el caso de Chile) pero se trata de una línea de proceso un tanto ajena a esta guía, por lo cual se mencionarán pero a un nivel de profundidad menor que el de los siguientes:

- Procesos de forma en calor
- Proceso de forma en frío

Los aspectos relacionados con fundición y procesos de galvanoplastia y similares no serán cubiertos por esta guía.

2.1 PROCESO DE PRODUCCION

En general un taller metal mecánico se hace la operación de forma, que consiste en tomar la materia prima y alterar su forma para lograr formas intermedias y finales. Existen dos fases fundamentales en la forma, primaria y secundaria. La etapa primaria consiste en tomar el metal desde su forma de materia prima para llegar a una forma fácil de trabajar, como hojas barras, platinas o alambres. Los procesos comúnmente desarrollados en la etapa primaria son:

Maquinado abrasivo a chorro (<i>Abrasive jet machining</i>)	Moldeo (<i>Casting</i>)	Revestimiento (<i>Cladding</i>)
--	---------------------------	-----------------------------------

² CONAMA ha desarrollado previamente una serie de guías de otros rubros. Estas guías están disponibles en Internet (http://www.conama.cl/htm/informacion_portada/guias_tecnicas_rm/guias_tecnicas_rm.htm), en particular galvanoplastía y fundiciones.

Estirado (<i>Drawing</i>)	Maquinado con descarga eléctrica (<i>Electrical discharge machining</i>)	Maquinado electro químico (<i>Electrochemical machining</i>)
Maquinado con flujo eléctrico (<i>Electro beam machining</i>)	Extrusión (<i>Extruding</i>)	Forjado (<i>Forging</i>)
Deformación por impacto (<i>Impact deformation</i>)	Maquinado con flujo LASER (<i>LASER beam machining</i>)	Maquinado por arco de plasma (<i>Plasma arc machining</i>)
Deformación por presión (<i>Pressure deformation</i>)	Enrollamiento (<i>Rolling</i>)	Chorro de arena (<i>Sand blasting</i>)
Corte térmico (<i>Thermal cutting</i>)	Maquinado ultrasónico (<i>Ultrasonic machining</i>)	

La etapa secundaria consiste en tomar la forma primaria y alterar su forma a formas intermedias hasta llegar a la forma final. Esta guía se centra fundamentalmente en la etapa secundaria. Los procesos comúnmente desarrollados en esta etapa son:

Estampado (<i>Stamping</i>)	Torno (<i>Turning</i>)	Perforar (<i>Drilling</i>)
Trefilado (<i>Milling</i>)	Escariar (<i>Reaming</i>)	Roscar (<i>Threading</i>)
Corte y forma (<i>Cutting and shaping</i>)	Pulir (<i>Polishing</i>)	Cepillar (<i>Planing</i>)
Molienda o maquinado (<i>Grinding</i>)		

Para llegar a la forma final, el trabajo desarrollado en un taller mecánico se divide en dos grandes procesos (Nachtman, 1990):

- Remoción de metales, producción de chips y viruta
- Formado o movimiento de metales, deformación

El corte y el maquinado (*cutting o grinding*) son operaciones de producción de chips o virutas, que significa la obtención deseada de la forma de metal a través de la remoción de material. El torno, perforación y trefilado entre otras son operaciones de corte; en tanto el molienda superficial, molienda de cuna, molienda cilíndrica e interno, son operaciones de molienda típicas.

Los lubricantes y refrigerantes son compuestos utilizados para facilitar las operaciones de trabajo en el metal. Deben también cumplir requisitos de protección a la salud, operaciones subsecuentes, impactos ambientales y disposición final. Pese a que los fluidos de trabajo pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, prácticamente todos los utilizados en la actualidad son líquidos (Foltz, 1990). En general los fluidos de trabajo se clasifican en:

Fluidos para remoción de metal: aquellos utilizados en operaciones diseñadas para alterar la pieza de metal a través de la formación y remoción de chips y virutas. Las operaciones de remoción incluyen todas aquellos procesos de corte y molido.

Fluidos para formación de metal: son aquellos utilizados en operaciones diseñadas para alterar la forma del metal sin formar viruta o chips. Las operaciones de forma incluyen todas las formas de estampado, forjado y extrusión.

Los procesos descritos se pueden efectuar mediante sistemas térmicos o en frío, las siguientes dos secciones introducen estos procesos.

2.1.1 Tratamiento térmico

El tratamiento térmico de los metales involucra procesos de calentamiento y enfriamiento para efectuar cambios estructurales en un material, los cuales modifican sus propiedades mecánicas. Se pueden ejecutar operaciones de tratamiento térmico sobre una parte de trabajo metálica en varios pasos de la secuencia de manufactura. En algunos casos, el tratamiento se realiza antes del proceso de formado, por ejemplo para ablandar el metal y ayudar a formarlo

más fácilmente mientras se encuentra caliente. En otros casos, se usa el tratamiento térmico para aliviar los efectos del endurecimiento por deformación que ocurre durante el formado y poder destinarla a una deformación posterior. Finalmente, el tratamiento térmico puede realizarse durante o casi al finalizar la secuencia de manufactura para lograr la resistencia y dureza requeridas en el producto terminado.

2.1.2 Tratamiento en frío

El trabajo en frío es el formado de metal que se realiza a temperatura ambiente o ligeramente superior. Las ventajas significativas del formado en frío comparado con el trabajo en caliente son: 1) proporcionar mejor precisión, lo que significa tolerancias más estrechas, 2) mejorar el acabado de la superficie, 3) el endurecimiento por deformación aumenta la resistencia y dureza de la pieza, 4) el flujo de granos durante la deformación brinda la oportunidad de obtener propiedades direccionales convenientes en el producto resultante y 5) al no requerir calentamiento del trabajo se ahorran costos de horno y combustible y permite lograr mayores velocidades de producción. Debido a esta combinación de ventajas, se han desarrollado procedimientos de formado en frío para operaciones importantes de producción en masa. Estos procedimientos proporcionan tolerancias estrechas y buenas superficies, minimizan la cantidad de maquinado y permiten que estos procedimientos se clasifiquen como procesos de forma neta o casi neta. El trabajo en frío es muy utilizado en varias operaciones con laminas metálicas. Las más importantes son las siguientes:

a) Doblado: Implica la deformación de una lamina metálica o placa para que adopte un ángulo con respecto a un eje recto en la mayoría de los casos. Ver figura 2.3a.

b) Embutido (estirado): En el trabajo de laminas metálicas, el embutido se refiere a la transformación de una lamina plana de metal en una forma hueca o cóncava, como una copa, mediante el estirado del metal. Se usa un sujetador para mantener fija la plantilla, mientras el punzón empuja la lamina de metal. Para distinguir esta operación del estirado de barras y alambres, se usan frecuentemente los términos embutido o estirado en copa o embutido profundo. Ver figura 2.3b

c) Corte: A pesar de no ser un proceso de formado vale la pena mencionarlo por ser una operación muy común en el trabajo de laminas metálicas. En esta operación se corta la parte usando un punzón y un dado. Ver figura 2.3c

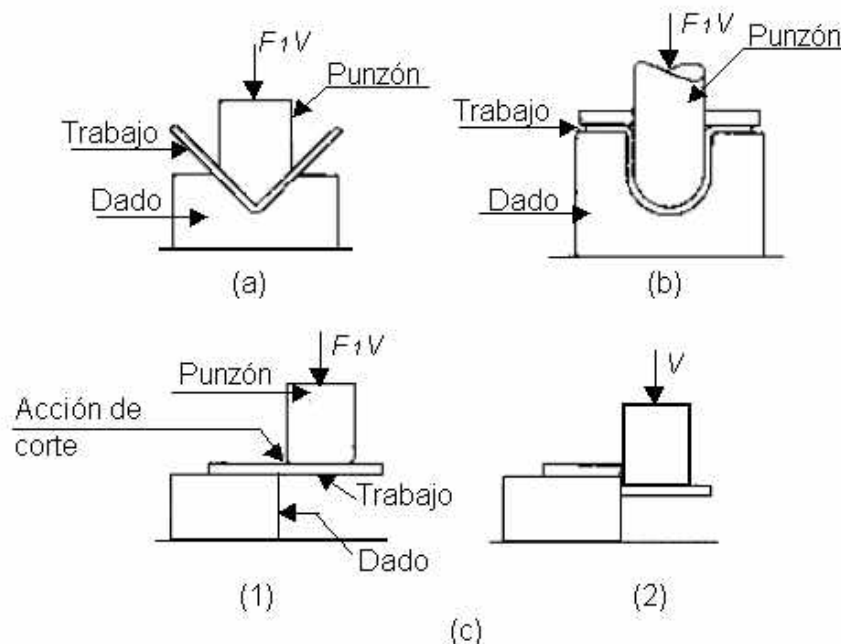


Figura 2.3: Esquema de diferentes tratamientos en frío

Se describen a continuación dos de los procesos más comúnmente usados en talleres metal mecánico, y ya mencionados anteriormente, que son el trefilado y forjado.

Trefilado: El trefilado es un proceso de conformado en frío mediante el cual se consigue reducir el diámetro de un alambroón o de un alambre. Para ello se hace pasar el alambre a través de un dado fabricado usualmente de carburo de tungsteno, con la sección que se muestra en el esquema de la figura 2.4.

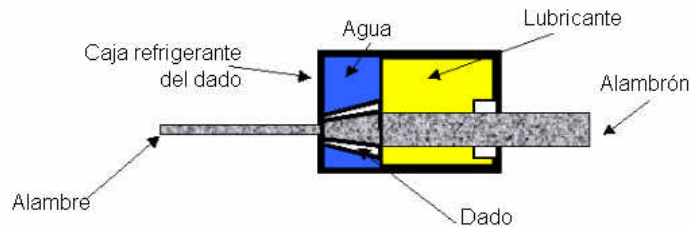


Figura 2.4: Esquema de trefilado



Figura 2.5: Trefiladoras de bobina horizontal

Al igual que en la laminación, cuando el grado de reducción total es muy grande (mayor a 25 %) se deben aplicar varios pasos de trefilado (es decir, varios dados con diámetros de salida sucesivamente más pequeños). Los grados de reducción y sus secuencias varían de trefilería en trefilería, aunque existen trabajos donde se ha determinado una secuencia óptima, a partir de un promedio obtenido para el número de pasos dado. El proceso de trefilado es un proceso en frío; aunque la deformación mecánica genera lógicamente calentamiento del material, éste raramente sobrepasa los 80 o 90 °C. Los parámetros de operación más importantes son (en ese orden de importancia):

- grado de reducción y secuencia de reducciones
- lubricante usado
- enfriamiento adecuado de los dados

El lubricante usualmente es un jabón de tipo sódico o en base potasio. Es importante que el jabón sea de buena calidad, que prenda fácilmente sobre el alambre, que no forme rápidamente grumos duros los cuales muchas veces rayan el alambre y ocasionan roturas. Un buen lubricante se pega en forma pareja sobre el alambre dándole brillo y un color oscuro conforme es trefilado. Los lubricantes más corrientes suelen quemarse rápidamente, formando grumos y agarran un color terroso. Los dados usualmente tienen un sistema de enfriamiento de agua alrededor de ellos (en el portadado) para evitar el calentamiento excesivo del dado y del alambre. Adicionalmente, muchas trefiladoras colocan ventiladores en los tambores que enrollan el alambre trefilado después de pasar por cada dado, con el fin de contribuir al enfriamiento del alambre. Esto es importante sobre todo en aceros de alto carbono, pero en trefiladoras de alambre de bajo carbono, muchas veces se omiten estos ventiladores.

Los mayores inconvenientes que surgen en una operación de trefilado lo constituyen las roturas del alambre entre dados. Estas roturas pueden deberse a mala lubricación, baja resistencia del alambre, defectos internos del alambroón, ovalidad del alambroón, ángulo inadecuado de entrada del alambre en el dado, reducción excesiva en ese paso; menos frecuentemente, debido a una alta tensión o torque del motor del tambor; en ese orden de importancia.

Forjado: El forjado es un proceso de deformación en el cual se comprime el material de trabajo entre dos dados, usando impacto o presión gradual para formar la parte. En la actualidad el forjado es un proceso industrial importante mediante el cual se hacen una variedad de componentes de alta resistencia para automóviles, vehículos aeroespaciales y otras aplicaciones. Estos componentes incluyen flechas y barras de conexión para motores de combustión interna, engranes, componentes estructurales para aviación y partes para turbinas y motores a propulsión.

El forjado se lleva a cabo de diversas maneras. Una manera de clasificar las operaciones de forja es mediante la temperatura de trabajo. La mayoría de las operaciones de forja se realizan en caliente (por arriba y por debajo de la temperatura de recristalización), dada la deformación que demanda el proceso y la necesidad de reducir la resistencia e incrementar la ductilidad del metal de trabajo, sin embargo, el forjado en frío es la mayor resistencia del componente que resulta del endurecimiento por deformación.

En el forjado se aplica la presión por impacto o en forma gradual. La diferencia depende más del tipo de equipo que de las diferencias en la tecnología de los procesos. Una máquina de forjado que aplica cargas de impacto se llama martinete de forja, mientras la que aplica presión gradual se llama prensa de forjado. Otra diferencia entre las operaciones de forjado es el grado en que los dados restringen el flujo del metal de trabajo. Atendiendo a esta clasificación hay tres tipos de operaciones de forjado: a) forjado en dado abierto, b) forjado en dado impresor y c) forjado sin rebaja. Los diagramas de estos tres tipos se presentan en la figura 2.9. En el forjado en dado abierto el trabajo se comprime entre dos dados planos (o casi planos), permitiendo que el metal fluya sin restricciones en una dirección lateral con respecto a las superficies del dado. En el forjado en dado impresor, las superficies del dado contienen una forma o impresión que se imparte al material de trabajo durante la compresión, restringiendo significativamente el flujo de metal. En este tipo de operación una parte del metal fluye más allá del dado impresor formando una rebaja, como se muestra en la figura. La rebaja es un exceso de metal que debe recortarse más tarde. En el forjado sin rebaja, el dado restringe completamente el material de trabajo dentro de la cavidad y no se produce rebaja excedente. Es necesario controlar estrechamente el volumen de la pieza inicial para que iguale al volumen de la cavidad del dado. Si el volumen del material de trabajo es demasiado pequeño, no llenará la cavidad del molde; si es demasiado grande puede dañar al dado o a la prensa (Grover, 1996).

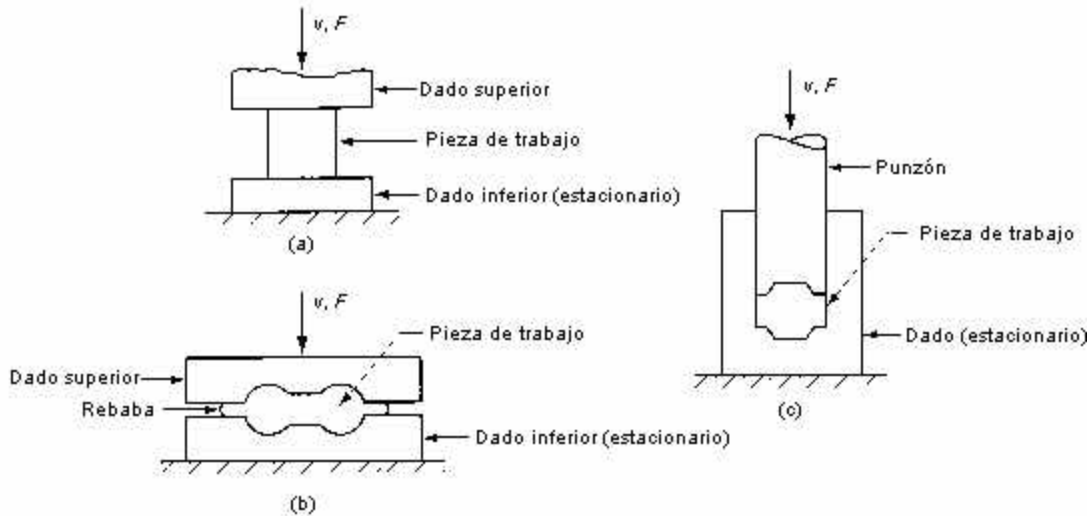


Fig. 2.6 Tres tipos de operación de forja ilustrados por diagramas de sección transversal: (a) forjado en dado abierto, (b) forjado con dado impresor y (c) forjado sin rebaja

2.2 MATERIAS PRIMAS

Básicamente los grandes grupos de materias primas en los talleres mecánicos o procesos equivalentes son las piezas metálicas en sí, y los sistemas de lubricación. Los metales utilizados varían desde acero y cobre común hasta aleaciones específicas e incluso metales preciosos. Respecto a los sistemas de lubricación, como se mencionó anteriormente pueden existir en diferentes formas, se puede establecer cinco grupos fundamentales (aunque el primero y el último son los más comúnmente utilizados):

- Líquidos o fluidos de trabajo (lubricantes y de enfriamiento)
- Pastas
- Lubricantes sólidos
- Recubrimientos
- Aditivos

En las siguientes secciones se describe en detalle cada uno de estos elementos.

2.2.1 Líquidos o fluidos de trabajo

No existe unanimidad en la forma de clasificar los fluidos de trabajo, para este trabajo se ha adoptado la definición aceptada por la *Independent Lubricant Manufacturers Association* de Estados Unidos (Foltz, 1990; Nachtmann, 1990), sin embargo se pueden encontrar clasificaciones un tanto diferentes, pero en líneas generales todas son equivalentes. Los fluidos de trabajo, o fluidos lubricantes, son comúnmente llamados líquidos de enfriamiento, aunque en muchos de los procesos el enfriamiento es sólo una de varias las características importantes que debe poseer el fluido, tales como lubricación, protección contra moho, estabilidad, capacidad de limpieza.

La necesidad del líquido de enfriamiento nace de que los procesos descritos para el trabajo del metal, donde se genera calor y fricción. Si el calor y la fricción no se reducen, las herramientas usadas en el proceso se dañan y/o se destruyen rápidamente. También, la calidad de los productos finales disminuye debido a herramientas averiadas y a que se daña el producto. Los líquidos de enfriamiento reducen la fricción en la interface de herramienta/sustrato (*tool/substrate*) y transfieren calor fuera de las herramientas y del material que esta siendo procesado, reduciendo el tiempo de proceso del metal, aumentando la calidad de la mano de obra, y aumentando vida útil de la herramienta.

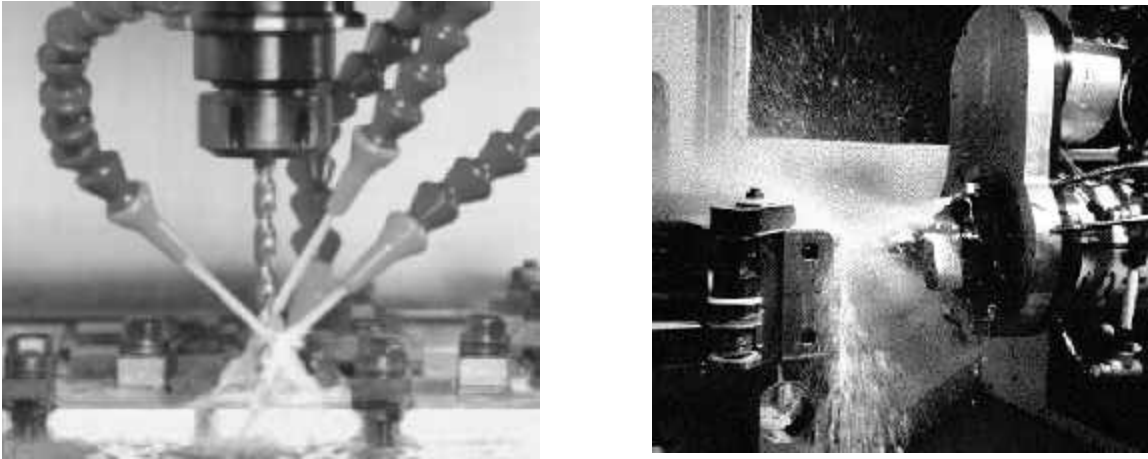


Figura 2.7 Ejemplos de aplicación de líquidos de trabajo.

La capacidad de transferir el calor fuera del proceso de trabajo del metal es la causa porque los líquidos de operación del metal a menudo se llaman los líquidos de enfriamiento. Para entender la función del fluido de trabajo también es necesario comprender el proceso de formación de chips y viruta. Una representación simple, bidimensional, idealizada, se presenta en la figura 2.8. La formación de viruta se aproxima al deslizamiento y desprendimiento de una serie de niveles deformados de metal. La zona donde se produce el desprendimiento se conoce como plano de desprendimiento. El metal desprendido luego se desliza sobre la cara de la herramienta (*rake face*). Además de la formación de la pieza y las virutas y chips otro subproducto del proceso es la generación de calor. Las temperaturas en la zona de corte fluctúan en un rango de 260 a 480 °C para tornos de alta velocidad y en rangos de 420 a 650 °C para herramientas de carbón. Un fluido de trabajo aplicado en forma apropiada en la zona de corte absorbe el calor y lo traslada fuera del sistema. Durante el trabajo mecánico, la temperatura depende del balance entre la tasa de generación y la tasa de disipación de calor.

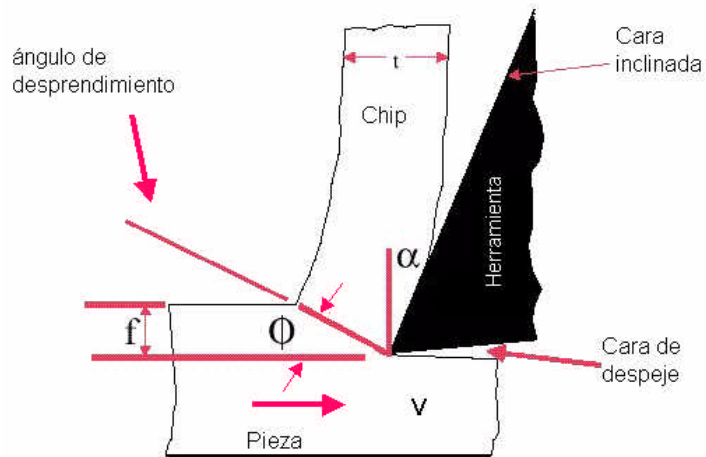


Fig. 2.8: Proceso idealizado de formación de chip y viruta (Basado en IAMS, 1995)

La acción de frotamiento del chip a medida que se mueve a lo largo de la cara de la herramienta (*rake face*) también genera calor, aunque en un menor grado que el ocasionado por la formación misma del chip. También existe una generación de calor adicional como resultado de la fricción entre el flanco de la herramienta y la superficie del corte. La reducción de la fricción, en los casos descritos, implica una reducción en la generación de calor. Generalmente, la forma de reducir la fricción es aplicar lubricante en la zona de corte.

Además de disminuir la fricción entre la interface chip-herramienta-pieza, la adición de lubricante influye en la generación de calor durante la formación del chip o viruta. El monto de calor producido en la zona de desprendimiento depende de la magnitud del ángulo de desprendimiento (*shear angle*). Si el ángulo de desprendimiento es corto, el plano en que la deformación se verifica (zona de desprendimiento) se extiende a una distancia considerable de la herramienta. El resultado es una viruta corta y gruesa y considerable generación de calor. Si el ángulo de desprendimiento es grande, la ruta de desprendimiento es corta y el resultado es una viruta larga y delgada. Este tipo de corte genera menos calor. La aplicación de un fluido de trabajo reduce la fricción entre la viruta y la herramienta, aumentando en forma efectiva el ángulo de desprendimiento y reduciendo el calor. Este efecto se presenta en la figura 2.9.

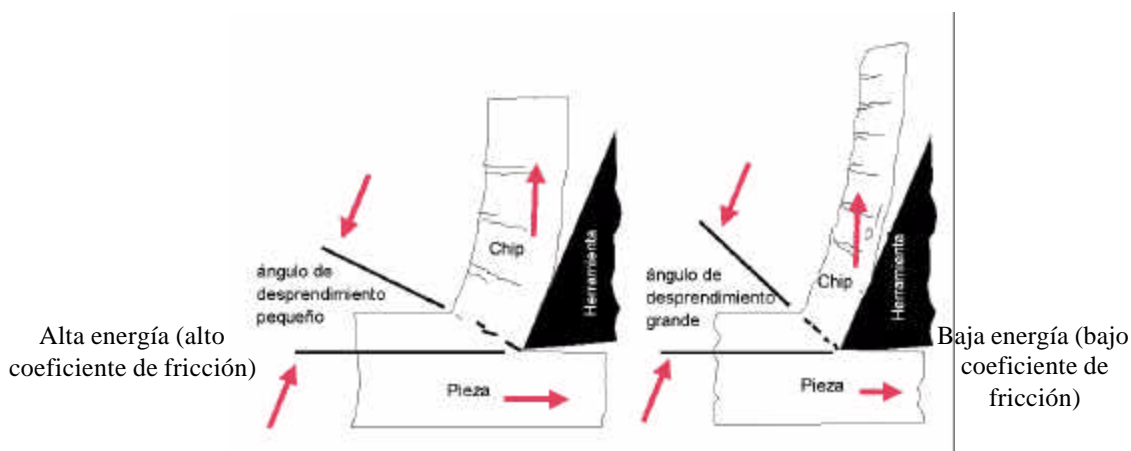


Fig. 2.9: Efecto del fluido de trabajo en la formación de chip y viruta

Los fluidos de trabajo se dividen en cuatro clases fundamentales³:

- Aceites
- Aceites solubles
- Semi sintéticos
- Sintéticos

La base para esta clasificación es la cantidad de aceite mineral contenido en el concentrado de cada producto. Los del tipo aceite se trabajan sin diluir con agua, mientras que las otras clases si. En la actualidad, la mayoría de los fluidos de trabajo utilizados son del tipo solubles en agua (Iowa, 1990). La siguiente tabla presenta los diferentes porcentaje de concentración de aceites minerales en cada uno de las clases mencionadas (IAMS, 1995):

TABLA 2.2: Fluidos de trabajo metalmeccánico, según concentración de aceite mineral

Tipo	Aspecto ⁴	% aceite mineral	Lubricante	Refrigerante
Aceite mineral	Aceitoso, ambar a café	100	(+)	(-)
Aceite solubles	Blanco lechoso	50-90		
Semi sintético	Translucido, a menudo coloreado	2-50		
Sintético	Transparente, a menudo coloreado verde u otro	0	(-)	(+)

Los aceites son lubricantes naturales y entregan esta característica a los líquidos refrigerantes que son a base de petróleo. Características adicionales para reducir la fricción vienen de aditivos. Durante el proceso de trabajado del metal, el calor se difunde al refrigerante. El flujo caliente de liquido refrigerante se mueve hacia fuera del área de trabajo y es colectado en un contenedor o sumidero, donde es enfriado y vuelve a entrar al ciclo. El agua tiene excelentes características del liquido refrigerante y muchos líquidos refrigerantes la contienen como su compuesto principal. Aceites solubles y aceites semi sintéticos tienen tanto compuestos de agua y aceites. Los líquidos refrigerantes de estas características requieren surfactantes para formar o mantener emulsiones (mezcla agua y aceite), así de esta forma ambas propiedades pueden trabajar en conjunto.

Aceites de formado / remoción: Un aceite de formado / remoción puede ser a base de petróleo, o de origen animal, marino, vegetal o sintético, utilizado solo o combinado con aditivos. Generalmente no se diluyen con agua para su uso y se les usa como aceites de cortado o maquinado. Aditivos *extreme pressure* (EP), tales como sulfuros,

³ Existen autores que hablan de suspensiones (Nachtman, 1990). Básicamente, se trata de compuestos sólidos, tales como grafito, carbonato de sodio o disulfuro de molibdeno se encuentran suspendidos en un fluido guía, que puede ser aceite, agua o un fluido sintético. Estas suspensiones dependen de la densidad específica, tamaño de partículas y viscosidad para poder lograr una suspensión estable.

⁴ Basado en Whittaker, 1997b

cloruros, o fosfatos son utilizados para mejorar las propiedades anti soldantes, para aplicaciones de uso frecuente. Los aceites de cortado son clasificados como activos o inactivos.

Aceites solubles: Los aceites solubles o emulsificables son una combinación de aceites y agentes emulsionantes, y pueden incluir otros aditivos. El aceite, generalmente 60 a 90% de aceite mineral en el concentrado, contiene agentes emulsionantes, principalmente sulfonatos. El tamaño de las partículas emulsionantes es suficientemente grande para refractar la luz y crear una apariencia lechosa y oscura. Estos tipos de aceites son de uso general, capaces de ser utilizados en diversas operaciones, tanto para materiales ferrosos como no ferrosos. Ofrecen una buena lubricación debido a su alta concertación de aceite, y una buena condición de enfriamiento debido al efecto de disipación de calor del agua. Los aceites solubles presentan algunas desventajas. Cuando son mezclados con agua dura, algunos aceites solubles pueden formar precipitados que pueden incrustarse en partes, máquinas o filtros; en casos extremos se puede llegar a romper la emulsión. Puede generarse problemas de moho, sino se han agregado suficientes aditivos de prevención en la formulación. Debido a que el agua es un medio propicio para el crecimiento bacteriano, problemas de rancidez son posibles. Aproximadamente entre un 90 a 98% de los líquidos de trabajo en base a aceites solubles es agua (Higgins, 1989)

Fluidos semi sintéticos: Los fluidos semi sintéticos tienen un contenido de aceites minerales mucho menor que los aceites solubles, variando generalmente entre un 2 a 30% del concentrado. En general, cuando se mezcla con agua se forma una emulsión traslúcida, pero pueden verificarse mezclas transparentes a opacas. En general estos fluidos contienen aditivos para otorgar adherencia de soldadura (*wetting*), control de corrosión, limpieza, control microbiano y lubricación. Algunos fluidos pueden contener aditivos EP. En general los fluidos semi sintéticos son considerados un intermedio entre los aceites solubles y los sintéticos, ofreciendo las propiedades más apreciadas de cada uno. Tienen, generalmente, suficiente lubricidad para aplicaciones intensas y moderadas. Con mejores propiedades de enfriamiento y *wetting* que los aceites solubles, los fluidos semi sintéticos hacen posibles mayores velocidades y tasas de aplicación. Tienen además mejores propiedades de sedimentación y limpieza manteniendo los equipos y maquinas más limpias, aunque se puede formar espuma (*foam*). Debido a que se trata de emulsiones, en contacto con agua dura pueden formar espuma (*hard water scum*).

Fluidos sintéticos: Estos fluidos no contienen aceites minerales. Se les puede clasificar en tres tipos: *simples*, *complejos* y *emulsionables*. Cuando se diluye en agua (generalmente de 1 a 10%), los tipos simple y complejo forman una solución transparente, mientras que el tipo emulsionable forma una emulsión opaca. Debido a que los fluidos simples y complejos son transparentes permiten al operador ver el trabajo. Los fluidos sintéticos simples consisten básicamente en sales orgánicas e inorgánicas disueltas en agua. Se caracterizan por ofrecer control a la corrosión y acción de limpieza, así como buena disipación de calor. Usualmente son utilizados como fluidos de maquinado, para operaciones poco intensas. Los fluidos complejos, además de los componentes de los diluidos sintéticos simples, contienen compuestos químicos sintéticos lubricantes y solubles en le agua, haciendo apropiados a estos fluidos para operaciones moderadas y muy intensas. Poseen excelentes características de enfriamiento y lubricación.

Los fluidos simples y complejos tienen gran control bacteriano, y sus buenas características de sedimentación y limpieza permiten extender la vida útil del producto. También son estables en aguas duras. Por otro lado, al no contener aceite, no ofrecen lubricación del tipo física; esto puede originar inconvenientes en operaciones intensas de maquinado o y corte. Algunas soluciones sintéticas bajo condiciones de agitación moderada o intensa pueden generar espuma (*foam*).

Un tipo más nuevo de fluido es el sintético emulsionable. Es sintético por definición, ya que no contiene aceite mineral, pero su apariencia opaca y muchas de sus propiedades operacionales lo hacen similar a un aceite soluble. Estos productos contienen, por lo general, una combinación de sistemas de lubricación química y física, con la lubricación física siendo generada a partir de compuestos orgánicos solubles en agua, tales como ésteres. Tienen en general las mismas ventajas y desventajas de los otros fluidos sintéticos a excepción de la falta de transparencia y la inclusión de lubricación física. Los fluidos sintéticos emulsificables hacen posibles algunas aplicaciones particulares, especialmente el trabajo en aluminio.

2.2.2 Pastas

Las pastas se forman cuando polímeros solubles en agua y jabones son adicionados a un fluido base haciendo que el mismo se vuelva más espeso (agua o aceite mineral). Se forma un gel, el cual posee una buena resistencia a niveles de película y además, mantiene niveles de viscosidad apropiados bajo condiciones de presión y temperatura relativamente altas. Pastas de jabón pigmentado son utilizadas para condiciones de operación muy intensas (*press*

work, wire drawing, cold heading). Los pigmentos son en realidad lubricantes sólidos (grafito, carbonato de sodio, mica y otros).

2.2.3 Lubricantes sólidos

Compuestos sólidos, tales como jabones metálicos, grafito, vidrio, y disulfuro de molibdeno sirven como lubricantes en *wire drawing*, extrusión caliente, *cold heading and bar drawing*. Estos sólidos son generalmente aplicados como polvos.

Estearatos de aluminio o calcio y otros jabones metálicos, con o sin grafito o disulfuro de molibdeno son la elección frecuente para la lubricación de un proceso de *wire drawing*. Para el proceso de extrusión caliente del acero (sobre 1370°C -2500°F) vidrios con un punto de fundición bajo (alrededor de 450°C -850°F).

2.2.4 Recubrimientos

Varios tipos de recubrimientos, tales como cobertura de cobre o recubrimientos de fosfatos, son utilizados como películas de lubricación primaria, previo a la deformación de diseño, en particular en procesos de fabricación de barras, alambres, y similares. Los recubrimientos de cal o bórax son aplicados como una película lubricante, previa a la deformación, en molino de barro o alambre. En general los recubrimientos operan en conjunto con lubricantes líquidos.

2.2.5 Aditivos

Los aditivos agregan o mejoran características de los fluidos de trabajo. La selección y aplicación de estos aditivos depende de la operación a realizar y además de las reacciones entre ellos y sus transformaciones al estar sometidos a las temperaturas y presiones propias de la operación realizada. A continuación se presenta una tabla con los aditivos más importantes y comunes en el rubro.

TABLA 2.3: Relación de aditivos y sus funciones en las operaciones en metal⁵

Aditivo	Función	Compuesto químico típico
Surfactante	Emulsificación	Sulfonato de sodio
Asociador (<i>coupler</i>)	Estabilidad	Glicol hexileno
Viscosidad	Viscosidad	Esteres ácidos acrílicos
Detergente	Limpieza	Sulfonatos overbased
Plasticantes	Reducir pegajosidad (<i>tackiness</i>)	Esteres de glicol
Anti-neblina	Reducir neblina	Acrilatos
Agente aceitoso	Incrementar resistencia de película	Jabones de ácidos grasos
Dispersante	Prevenir aglomeración de finos	Poliacrilatos
Extrema Presión (<i>EP</i>)	Reacción de películas lubricantes	Compuestos de sulfuros, cloruros, y fósforos
Passivators	Prevenir manchas	Diaminas orgánicas
Anti espuma	Prevenir formación de espuma	Siloxanos
Reserva alcalina	Control de acidez	Sulfonatos overbased
Lubricante sólido	Resistencia de la película	Grafito, mica
Máscara de olor	Mejorar olor	Aceite de pino
Inhibidor de corrosión	Prevenir moho	Aminas toluyltriazole
Agente anti microbiano	Prevenir proliferación bacteriana	Kathon 886MW, Groton, HD2

⁵ Basado en Nachtman, 1990

3. GENERACION DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES

3.1 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES

Los problemas ambientales más importantes respecto al medio ambiente son la generación de dos tipos de residuos, la chatarra (chips y viruta) y los residuos generados a partir de los usos de los fluidos de trabajo (lubricantes y enfriamiento), además de emisiones de calor, maquinaria vieja y ruido.

3.1.1 Emisiones atmosféricas

El problema más importante respecto a los generaciones de emisiones atmosféricas es la generación de olores, ocasionados por la descomposición bacteriana en los fluidos de trabajo y la respiración por parte de los trabajadores de material particulado y algunos compuestos orgánicos.

Además existe la posibilidad de emisión de material particulado, PM10, y el potencial de emisiones de metales pesados, dependiendo del tipo de metal de la pieza con que se trabaje. Se ha informado en la bibliografía presencia de compuestos orgánicos volátiles (COVs), estos últimos asociados al uso de fluidos de trabajo y solventes para maquinaria. Existe en general muy poca información sobre sus tasas de generación (NPI, 1999).

3.1.2 Residuos líquidos

El rubro no debería generar residuos líquidos de importancia, salvo que por malas prácticas se dispusiera en el alcantarillado fluidos de trabajo, cuando estos no cumplan las normas⁶. En la bibliografía norteamericana se menciona que pequeños volúmenes de fluidos de trabajo usados pueden ser dispuestos al alcantarillado si no son considerados residuos peligrosos. Se recomienda, según bibliografía, que cumplan las siguientes condiciones:

- Solubles en agua
- Hayan recibido dosis regulares de biocidas
- No se hayan vuelto sépticos
- Se haya removido chips y finos
- Se haya absorbido el aceite de trampa (*tramp oil*, ver sección 4) a menos de 100 mg/l
- Tenga pH entre 6.0 y 9.0
- No contenga concentraciones tóxicas de iones de metales pesados.

3.1.3 Residuos sólidos

Desde el punto de vista de gestión de residuos sólidos los principales problemas son la generación de virutas y chips y los residuos de fluidos de trabajo, los cuales son manejados usualmente como sólidos, razón por la cual se presentan en esta sección, aunque pueden ser manejados también como líquidos. En rigor se puede hablar de residuos sólidos metálicos (chips y viruta) y residuos de fluido de trabajo.

⁶ Para esta guía se ha optado en colocar fluidos de trabajo como un residuo sólido, básicamente pensando en su disposición final. Se solicita analizar a contrapartes ese supuesto, para la versión definitiva

3.1.3.1 Chips y virutas

La virutas pueden resultar del material removido de la pieza original así como un porcentaje de fluidos de trabajo, provenientes previos y durante los trabajos mecánicos.,



Figura 3.1: Viruta de sistema de trefilado

La morfología de los chips y viruta esta influenciada directamente por el material trabajado, condiciones del proceso (velocidad, alimentación, geometría de las herramientas) y transferencia de calor (con o sin refrigerantes). La forma, tamaño y textura de los chips y virutas determinan la forma y dificultad de manejo y disposición. Además, la geometría del chip o la viruta interactúa con el fluido de trabajo para definir el monto de fluido que se adhiere al chip, y por lo tanto influye el volumen de fluido extraído del sistema y la eficiencia de filtrado. Volúmenes importantes de chips y virutas pueden hacer factible su reciclaje, asumiendo que los chips o virutas no se encuentran contaminados con materiales extraños.

3.1.3.2 Fluidos de trabajo

Al existir gran variedad de tipos de liquido refrigerantes y otros lubricantes utilizados en los talleres metal mecánicos la determinación de sus características no siempre es algo sencillo. En el caso de la US EPA se recomienda por principio precautorio, en caso que no exista información confiable, clasificar el residuo como un residuo peligroso. Se recomienda en primer lugar analizar las hojas de seguridad, asociadas a estos compuestos; sin embargo los fluidos de trabajo pueden eventualmente adquirir la característica de peligrosidad durante su uso. Lo anterior se debe a que estos liquido recogen residuos de otros materiales. Por ejemplo si se trabaja con metales diferentes a acero existe la posibilidad de encontrar metales pesados, tales como cadmio, cobre, cromo, plomo, mercurio, níquel, plata y zinc. La única forma de saber si el residuo es peligroso o no es considerar un estudio analítico. En el caso de los Estados Unidos y de Chile el procedimiento pasa por utilizar el TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*)

Estos líquidos comúnmente se deterioran o se contaminan debido a su uso prolongado o a su reuso. En general estos fluido son en base de petróleo, emulsiones agua aceite, y emulsiones sintéticas. Cuando son dispuestos estos aceites, generalmente son rotulados como residuos peligrosos, ya que pueden contener metales (cadmio, cromo, y plomo), siendo esto una función del metal trabajado. Muchos fluidos pueden contener compuestos químicos como cloruros, sulfuros y fosfatos, fenoles, cresoles y álcalis. En el pasado dichos aceites solían mezclarse con solventes para limpieza y otros (incluidos solventes clorados).

Aunque durante los últimos años se han introducido importantes cambios en la formulación de los fluidos de trabajo, lo que ha resultado en productos más seguros, no es posible asegurar que esto se cumpla en todos los casos (Whittaker, 1997). Además, debido a sus patrones de uso, química y toxicología compleja se ha encontrado bastante difícil determinar conexiones específicas entre formulaciones o ingredientes determinadas y efectos; en particular con los trabajadores (Whittaker, 1997b). Sin embargo los componentes de mayor cuidado son los siguientes:

- Aceites minerales: se debe verificar la composición ya que en las dosificaciones antiguas se ha reportado la presencia de hidrocarburos policíclicos aromáticos
- Nitrosaminas: pueden ser cancerígenas

- Triatanolamina: puede ser cancerígena
- Biocidas: Existen básicamente de dos tipos los agentes liberadores de formaldehído y los otros. Los primeros pueden ser cancerígenos.
- Parafinas cloradas: puede ser cancerígena
- Contaminantes: se requiere estudios caso a caso.

3.1.4 Calor

La energía consumida durante un trabajo de remoción o forma puede ser considerado que se convierte en residuo energético o calor. El monto de calor generado por el proceso se encuentra mecánicamente relacionado con las entradas al sistema. Generalmente el calor es ignorado como un problema, tanto del punto de vista medioambiental como operacional, a menos que éste afecte el comportamiento del equipo, genere deformaciones térmicas no aceptables en el trabajo, o reduzca la vida útil de la maquinaria. Ya que el calor generado en este tipo de procesos no es recuperable es en teoría posible efectuar operaciones con un mejor uso de recursos ambientales.

3.1.5 Equipos y maquinas

Bajo condiciones ideales y suponiendo un mantenimiento apropiado, los equipos y maquinarias pueden durar por muchos años, sin embargo cada cierto tiempo estos deben ser dados de bajas y se convierten en residuos.

3.1.6 Ruido y vibraciones

Se generan vibraciones como resultado del movimiento de los equipos. Este movimiento causa también ruido. En general los equipos de trabajo en metal se debe ubicar aislados del suelo, a través de su montajes en sistemas de aislación; o los equipos deben quedar aislados dentro de estructuras de aislación acústica. Los talleres con un nivel de ruido importante deben proveer a su trabajadores con equipos de seguridad apropiados (ver sección de seguridad). Las vibraciones son el resultado del movimiento entre los procesos mecánicos asociados a la actividad. Este movimiento causa en forma natural ruido. El ruido y la vibración es un subproducto no deseado, y tiene un efecto ambiental negativo. En resumen las principales causas son:

- Pobre rigidez de la herramienta. Si la herramienta no es suficientemente rígida, esta deflecta demasiado durante las operaciones, especialmente de corte. El ruido se incrementa linealmente a mediada que la herramienta se hace más larga.
- Maquinaria y herramienta desajustadas
- Montaje inadecuado de la maquinaria.

El ruido y las vibraciones tienen efectos primarios limitados en los límites de la instalación; sin embargo el ruido puede también ser percibido e impactar fuera de la planta, haciendo el medio externo menos hospitalario.

Las vibraciones tienen un impacto sobre el equipo y maquinaria, incidiendo el proceso de manufactura, induciendo formación de chips y viruta, provocando la formación adicional de residuos y afectando la calidad del producto final (Habeck, 2000).

4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Se entenderá la prevención de la contaminación como la reducción o eliminación de residuos en el punto de generación, así como proteger los recursos naturales a través de la conservación o uso más eficiente de la energía, agua u otros materiales. En base a esto, la prevención de la contaminación comprende actividades como reducción de residuos (o de su peligrosidad) en el origen y reciclaje en el sitio de generación (como parte del proceso productivo).

No se consideran actividades de prevención de la contaminación las operaciones de reciclaje y/o recuperación realizadas por un tercer establecimiento, el concentrar los componentes peligrosos para efectos de reducir su volumen o la transferencia de componentes peligrosos de un medio a otro (por ejemplo, evaporación de solventes). Tampoco son medidas de prevención el tratamiento de residuos y la disposición final de los mismos, si bien son medidas apropiadas de manejo; estas deben ser tomadas posterior a las medidas de prevención de contaminación y son materia del siguiente capítulo. Fuentes de información pertinentes se entregan en el Anexo 1 de este documento.

4.1 MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN

Mantenimiento preventivo: La mantención preventiva debe ser la primera opción para prevenir la contaminación. Al implementar un programa completo de mantención preventiva, los equipos funcionarán en su nivel óptimo, manteniendo la generación de residuos al mínimo. Se sugiere usar las recomendaciones presentadas en el manual de operación del equipo como punto de partida para un programa de mantención preventiva.

Control de inventario: El manejo de inventarios químicos incluye la rotación del stock, de modo que el producto más antiguo sea utilizado primero y mantener de esta manera un suministro apropiado a mano. Esto reduce el riesgo de mantener compuestos químicos viejos.

Plan de respuesta a derrames: En cualquier ocasión en que una solución es derramada en forma no intencional debe revisarse el tamaño de ésta, para saber si es necesario una limpieza simple (pañó o esponja) o se requiere, dada la envergadura del problema, materiales y procedimientos de limpieza especializados. Para lo anterior se precisa de la elaboración de un plan de prevención y acción. Un buen plan de minimización de derrames minimizará el efecto en el medio ambiente y asegura al taller una vuelta rápida a la rutina normal de trabajo. Los puntos básicos que de contener un plan de derrames son:

- Un inventario de todos los compuestos químicos utilizados en el taller
- Un plano (en planta) mostrando la localización de todos los compuestos químicos en el área de proceso, los drenajes, los extintores y los elementos de respuesta a los derrames.
- Una descripción de los sistemas de contención utilizados para la planta, los cartuchos de recuperación, los tanques de mezcla, los tanques de almacenamiento de compuestos químicos y cualquier otro contenedores que pueda romperse o filtrarse.
- Un listado de los elementos para responder a los derrames, tales como trapos, baldes, esponjas, copolímeros y otros materiales absorbentes, materiales neutralizadores y equipo de seguridad personal
- Un conjunto de procedimientos probados para responder a los derrames

EJEMPLO DE PLAN DE RESPUESTA A DERRAMES ⁷		
Equipamiento Requerido		
<input type="checkbox"/> Guantes	<input type="checkbox"/> Baldes	<input type="checkbox"/> Material absorbente
<input type="checkbox"/> Delantal	<input type="checkbox"/> Escobillón	<input type="checkbox"/> Material neutralizante
<input type="checkbox"/> Lentes de seguridad	<input type="checkbox"/> Esponjas	
Procedimientos		
1. Ponerse guantes, lentes de seguridad y delantal		
2. Contener el derrame con un escobillón o el material absorbente que esté disponible. No debe permitirse que el material alcance el drenaje.		
3. Revisar la hoja de seguridad del compuesto derramado, para ver la necesidad de algún manejo especial, tal como ventilación, protección personal u otro		
4. Limpiar de la forma indicada		
5. Use el escobillón y la esponja para limpiar bien el área del derrame		
6. Empacar y rotular todo el material absorbente para disposición final		
7. Notificar al encargado responsable que ha ocurrido un derrame (ver abajo)		
8. Notificar a la autoridad sanitaria que ha ocurrido un derrame (ver abajo)		
Personal responsable		
Sr. Juan Pérez		555-5555
Nombre		Teléfono
Sr. Juan Soto		555-5555
Nombre		Teléfono
Sr. Pedro Tapia		555-5555
Nombre		Teléfono

Aseo apropiado: En una operación con operación ordenada y limpia, existe mayor control sobre los materiales y los equipos y menor probabilidad de derrames. El resultado es una reducción en los residuos operacionales y prevención en la contaminación. Un aseo apropiado es una practica de manejo económica que puede reducir significativamente el volumen de residuos generados, incrementar la productividad y disminuir los costos. Tres aspectos básicos de esta práctica son:

- Designación de un área de almacenamiento apropiada para todos los materiales.
- Requerir a todos los empleados retornar todos los materiales y equipos a sus áreas designadas.
- Establecer un procedimiento y programación para inspeccionar compuestos químicos ingresados, almacenados, mezclados y las áreas designadas para planes de derrame y limpieza.

Seguridad: El mantener todos los compuestos químicos en áreas seguras puede minimizar la ocurrencia de derrames y/o accidentes:

- Mantener siempre alguna persona entrenada para respuesta a derrames en la instalación o disponer de algún profesional que pueda ser contactado de inmediato.
- Restringir el ingreso de personal a áreas donde los compuestos químicos estén siendo utilizados o manejados; sólo deben ingresar personas con conocimientos de los peligros y cuidados involucrados.
- Asegurarse de que se disponga de la hoja de seguridad de cada compuesto químico existente en el taller.

⁷ City of Albuquerque (1998)

- Mantener un sistema de seguridad que permita saber qué personal esta presente en el taller.

4.2 PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUO METÁLICO

Fundamentalmente lo que se puede hacer en el caso de los chips y virutas es una modificación en los proceso de manera de reducir volumen de generación de las mismas, ver sección 2.3.1. Respecto al reciclaje interno, dado su tamaño y forma es difícil realizarlo y poco factible, por lo cual se trabajara en el capítulo siguiente como una alternativa de reciclaje externo.

4.3 PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE FLUIDOS DE TRABAJO

En esta sección se explican fundamentos para prevenir generación de contaminación a partir de fluidos de trabajo, además de presentarse explícitamente metodologías de prevención. La prevención de la contaminación para los fluidos de trabajo debe ser practicada siempre que sea posible. Históricamente, se tendía a disponer los líquidos enfriamiento o líquidos de trabajo tan pronto como mostraran signos de suciedad o disminuyeran su eficiencia. Un programa completo de manejo puede, en teoría, prolongar indefinidamente la vida de estos fluidos (Ohio EPA, 1993).

4.3.1 Selección del fluido

Los fluidos de trabajo tienen muchas características que aumenten su eficiencia, amplíen su vida, y reducen al mínimo el potencial de dañar las herramientas y productos. Por lo tanto, al elegir un líquido refrigerador, muchos factores necesitan ser considerados. Estas consideraciones incluyen:

- Rechazo al aceite de trampa (*tramp oil*)
- Favorecer la sedimentación de sólidos
- Resistencia bacteriana
- Resistencia a la corrosión y a la oxidación
- Capacidad emulsificadora
- Naturaleza espumosa y resistente
- Vida útil óptima como refrigerante
- Costo
- Restricciones químicas y reactividad del refrigerante
- Calidad lubricante
- Capacidad de reciclar la característica de refrigerante
- Capacidad del refrigerante reciclado de impedir ataque galvánico
- Requerimientos de agua y de pH, agua desionizada, contenido de metales y dureza
- Problemas de alergia y enfermedad (dermatitis)

Sin embargo, en la actualidad no hay gran respaldo científico para realizar la selección del mejor fluido de trabajo (NSF-ARP, 1995). Se asume que los fluidos actúan como medios lubricantes en la interfase entre el chip y la herramienta, reduciendo la fricción y ayudando al flujo del chip y viruta. El mecanismo de lubricación, sin embargo, no está aún completamente caracterizado o cuantificado; por lo tanto la transferencia de calor desde el metal caliente, en el área de corte hacia el fluido no está suficientemente bien modelada para poder realizar predicciones exactas de temperaturas en la zona de corte y el área circundante. Otro aspecto que debe ser considerado sobre los fluidos de trabajo es su rol como medio de flujo de chips y virutas. En general, para poder eliminar o reducir los efectos ambientales de los fluidos de trabajo se debe conocer

mejor el comportamiento del mismo, esto aún esta en una etapa de desarrollo (NSF-ARP, 1995), sin embargo, con el grado de conocimiento actual, es posible tomar una serie de medidas para atenuar estos efectos.

Eficiencia: La eficiencia de un líquido de enfriamiento o fluido de trabajo para el traspaso térmico y como lubricante depende de un número de razones. Los líquidos acumulan sustancias extrañas incluyendo el aceite de trampa, viruta y finos, los minerales disueltos, y cualquier suciedad del proceso. Estas sustancias impiden que el líquido trabaje en forma apropiada. El agotamiento selectivo de un componente o aditivo del fluido también puede reducir la eficiencia. Por ejemplo, la presencia de viruta crea fricción, disminuyendo y eventualmente haciendo desaparecer las capacidades de lubricante y enfriamiento del fluido. El aceite de trampa interviene en una forma similar.

Desgaste: Durante el proceso de trabajo del metal, el calor de la operación y la reactividad química de los compuestos de la viruta inicia la degradación del fluido de trabajo. Las partículas afectan químicamente los aceites en las emulsiones, debilitando la emulsión y destruyéndola, induciendo separación. La viruta también facilita el crecimiento de las bacterias y de moho. Las bacterias utilizan las emulsiones, los aditivos y el aceite como sustrato y contribuyen de igual forma a la degradación del fluido. La degradación del fluido da lugar a una reducción de la capacidad de lubricar y de transferir calor fuera del sistema. Las bacterias y otros microorganismos prosperan en el ambiente creado por las impurezas en el líquido de enfriamiento. Se alimentan de los aceites mineral, los ácidos grasos, los emulsionantes, los inhibidores de la corrosión, otros aditivos y además de algunos compuestos sintéticos. Por ejemplo, los inhibidores de la corrosión se consumen. Las bacterias anaerobias crecen en los ambientes en que falta oxígeno. Se alimentan del fluido de trabajo y producen subproductos nocivos tales como sulfuro del hidrógeno. Esto se refiere comúnmente como el olor del lunes por la mañana. La acción bacteriana afecta directamente el fluido de trabajo dando como resultado la destrucción de emulsiones, disminución de pH, aumento de la corrosión, la degradación de los ingredientes en el líquido y pérdida de la capacidad de lubricación. Los olores que se pueden desarrollar pueden incluir el sulfuro del hidrógeno como producto del metabolismo de las bacterias. Las bacterias pueden también exponer a trabajadores a enfermedades y contribuir a la irritación respiratoria y a la irritación de piel, como dermatitis.

4.3.2 Extensión de vida útil del líquido refrigerante. Introducción

El aceite de trampa y con viruta se debe quitar en proceso. La presencia del aceite de trampa y con viruta crea un hábitat que promueve el crecimiento de bacterias. Las bacterias y los hongos aeróbicos y anaerobios se alimentan de los componentes orgánicos del aceite y/o de las emulsiones, lo que reduce la eficacia del líquido de enfriamiento. Un plan de manejo debe considerar los siguientes pasos fundamentales:

- Remoción de compuestos químicos reactivos;
- Remoción de sustancias que interfieren físicamente con el fluido de trabajo
- Remoción de organismos que degradan al fluido de trabajo;
- Remoción de sustancias que crean medios para el desarrollo de organismos;
- Iniciación de un sistema de manejo del fluido de trabajo al largo plazo.

Remoción aceite de trampa: Los talleres metal mecánicos utilizan fluidos de trabajo, dichos fluidos son evacuados de los sistemas, colectados en un sistema de sumidero o estanque y luego son recirculados. Durante su uso el fluido capta aceite lubricante del sistema de lubricación de los equipos. Este aceite, llamado aceite de trampa (*tramp oil*), cubre la superficie del fluido, e induce los efectos mencionados en las secciones anteriores. Este aceite además puede inducir condiciones de acidez en el sistema, produciendo la disolución de los chips y virutas y haciendo eventualmente al fluido de trabajo un residuo peligroso. Existe una gran variedad de medios filtrantes, equipos de filtración y sistemas de arrastre de aceites para poder remover impurezas incluido en aceite de trampa y con viruta, desde el refrigerante. Los equipos de filtración incluyen filtros gravitatorios o tanques de sedimentación, centrifugas,

unidades de osmosis inversa, e hidrociclones. Para remover aceite desde el sumidero se utilizan sistemas de arrastre de tambor, discos y cintas; además de almohadillas absorbentes.

Control bacteriano: Existen diversos métodos de control bacteriano. El mejor sistema es impedir el crecimiento de una población bacteriana. Esto se logra consiguiendo mantener al refrigerante y al sumidero libre de impurezas que puedan crear los medios para soportar el crecimiento. Los organismos pueden encontrar medios propicios de desarrollo en poros, esquinas e imperfecciones. Las esquinas de los sumideros deben ser por lo tanto redondeadas, para impedir la acumulación de impurezas. En base a lo anterior se recomienda evitar el uso de sumideros y sistemas de enfriamiento de cemento ya que por las características de dicho material es fácil el desarrollo de una población bacteriana. Para evitar lo anterior la solución final pasa por el reemplazo del material por sistemas de acero inoxidable o sistemas cubiertos en forma epóxica, los cuales crean barreras e impiden el desarrollo bacteriano. Otro método es la adición de biocidas en los refrigerantes. Los biocidas son compuestos tóxicos y destruyen a las bacterias. Muchos biocidas son consumidos mientras destruyen las bacterias. Por lo anterior los biocidas necesitan periódicamente ser agregados al refrigerante. Sin embargo el agregado de biocidas puede generar problemas para la disposición final del refrigerante. Se ha encontrado que la respuesta a la aplicación de biocidas varía en gran forma, dependiendo especialmente de las tasas y concentración de aplicación. Se ha encontrado que usualmente dosis con baja frecuencia y alta concentración son más eficientes que dosis de alta frecuencia y concentración baja. La razón de lo anterior es la presencia de concentraciones residuales de biocidas y los cambios en las especies bacterianas predominantes en el medio.

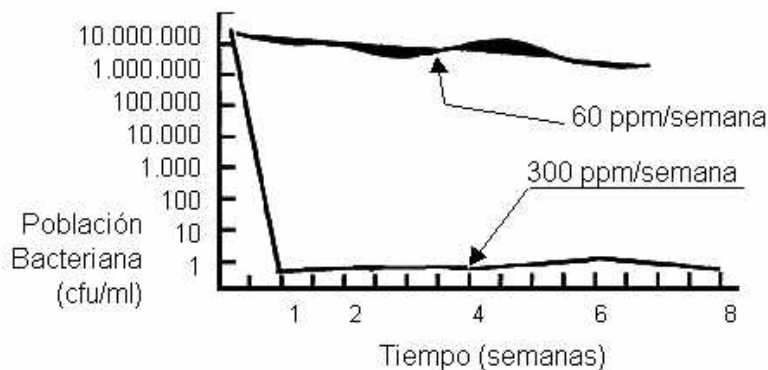


Figura 4.1: Comparación de eficiencia de tasas de aplicación de biocidas (Iowa, 1990)

Existen a nivel comercial fluidos de trabajo con características biocidas (en el sentido que impiden el desarrollo de microorganismos). Sin embargo no siempre dichos productos mantienen al largo plazo esta cualidad. Algunos fluidos pueden ser sometidos a un proceso de pausterización para destruir las bacterias. Otro método es el ajuste de pH para neutralizar los efectos de las bacterias. Los efectos de bacterias anaerobias pueden ser controlados mediante el agregado y mantenimiento de oxígeno en el refrigerante. Las bacterias anaerobias son más activas en los fines de semana donde el proceso no se realiza. Para prevenir lo anterior se puede adosar sistemas de agitación, sin embargo lo anterior puede crear problemas en el sistema de refrigeración y aumentar el nivel de espuma.

Prácticas de Housekeeping: El refrigerante debe ser filtrado y reciclado en forma regular. Los equipos y herramientas también deben ser mantenidos al menos una vez al año. Además se debe realizar una limpieza periódica del sumidero y sistema de refrigeración. El sistema de manejo debe incluir los siguientes pasos:

- Remoción continua de viruta metálica y finos y aceite trampa
- Limpieza periódica de sistema refrigerante
- Bombeo del refrigerante desde el sumidero

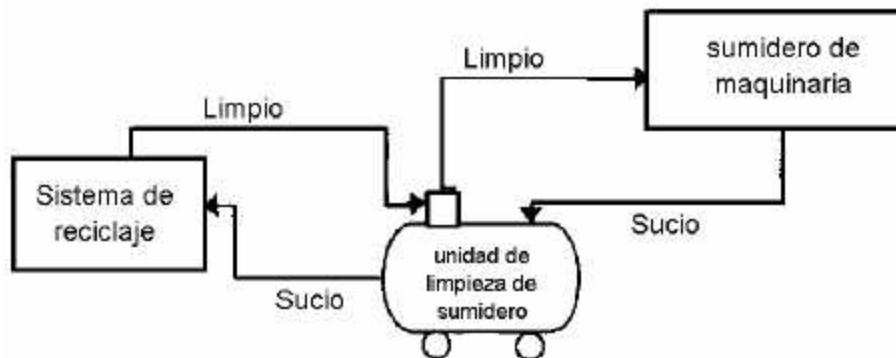


Figura 4.2: Sistema de reciclaje de fluido de trabajo batch (Michigan, 1994)

- Limpieza de cualquiera superficie aceitosa
- Llenado del sumidero con un buen sistema de limpieza y circular a través del sistema de refrigeración durante algunas horas
- Aplicar soluciones de limpieza a superficies de las maquinarias que no estén en contacto con el sistema refrigerante durante la operación
- Pasar paños con solución de limpieza en el sumidero
- Enjuagar sistema completo de refrigeración con agua. Pasar paños. Volver a enjuagar si aparece como necesario.
- Recargar el sistema con líquido refrigerante nuevo o recuperado inmediatamente para proteger las superficies metálicas contra la corrosión

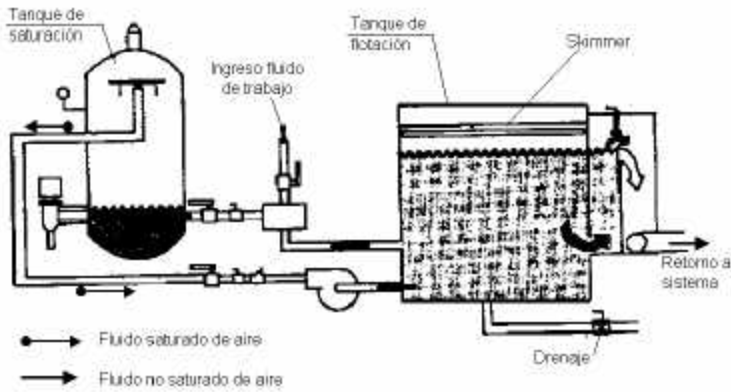
En general la colección de refrigerante sucio desde el sumidero es más simple y más rápido que la utilización de sistemas al vacío. Además es mejor para la limpieza de las esquinas. Se recomienda agitación del líquido refrigerante durante los fines de semana.

4.3.3 Equipo para mantenimiento y limpieza

Se presenta un listado de los equipamientos comúnmente utilizados en estas operaciones. Varias de estas unidades también son utilizadas en tratamientos (ver siguiente capítulo)

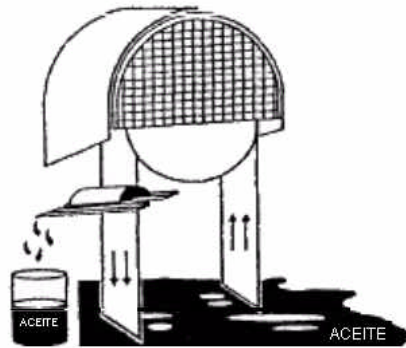
Método	Descripción
	Se trata de un sistema que usa aireación para hacer flotar los sólidos y aceites en la superficie del fluido desde donde son arrastrados.

Sistema de flotación asistida con aire



Una correa de arrastre atrapa aceite y virutas desde el contenedor de aceite.

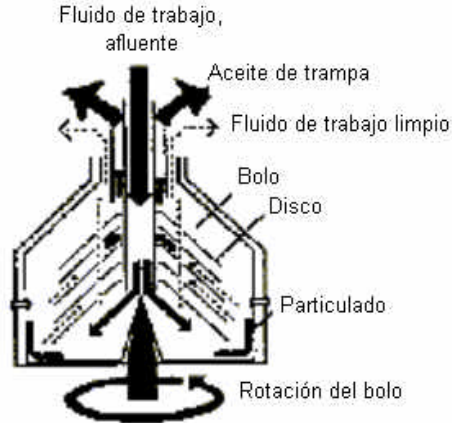
Arrastre por correa



Método	Descripción
--------	-------------

Una carcasa rotatoria que usa fuerza centrifuga para separar sólidos y aceites.

Centrifuga



Precipitación química

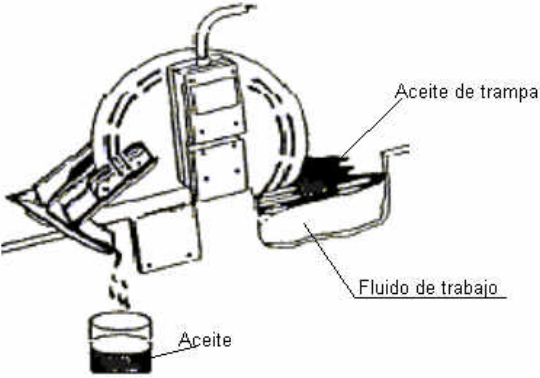
Productos químicamente tratados son agregados a soluciones de residuos para neutralizar los desechos, aceites y metales disueltos, permitiendo que el lodo es arrastrado afuera o caiga al fondo de un sistema de captación.

Filtro de paño / tela

El fluido drena a través de un medio de tela para remover los sólidos.

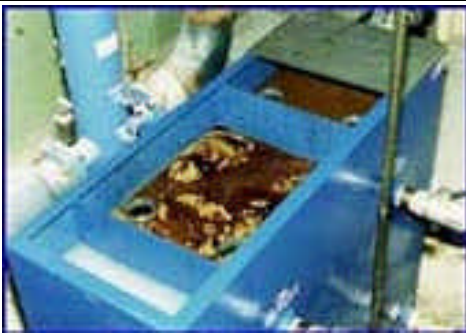
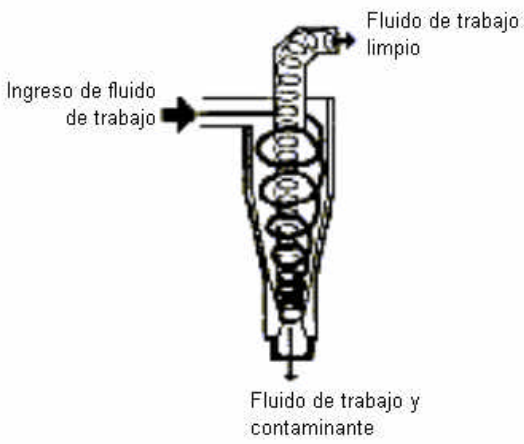
sistema en base de disco de arrastre que atrae aceite de trampa y lo lleva a un contenedor de aceite

Sistema de arrastre de disco



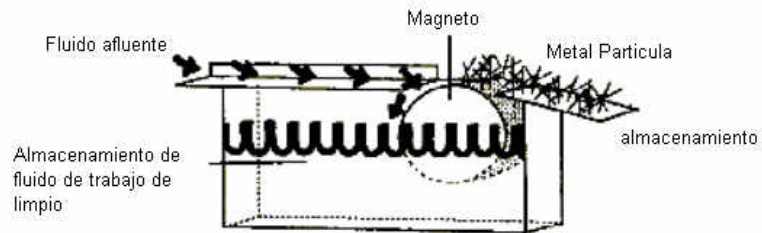
Tanque de dragado

Sistema de tanque con una barra de dragado que remueve virutas metálicas y otros residuos sedimentados.

Método	Descripción
	
Evaporación	<p>La solución sucia es hervida, ocasionado la evaporación del agua y eliminada, los aceites libres son removidos a través de un vertedero de rebalse, y los sólidos sedimentados son removidos a través de una salida de fondo.</p>
Hidrociclón	<p>Un sistema ciclónico que separa sólidos de líquidos.</p> 
Intercambio iónico	<p>Camas de resinas de intercambio iónico remueven los metales disueltos desde la mezcla sucia. El sistema es reciclable.</p>

Método	Descripción
--------	-------------

Se utiliza para recolectar viruta ferrosa



Separador magnético



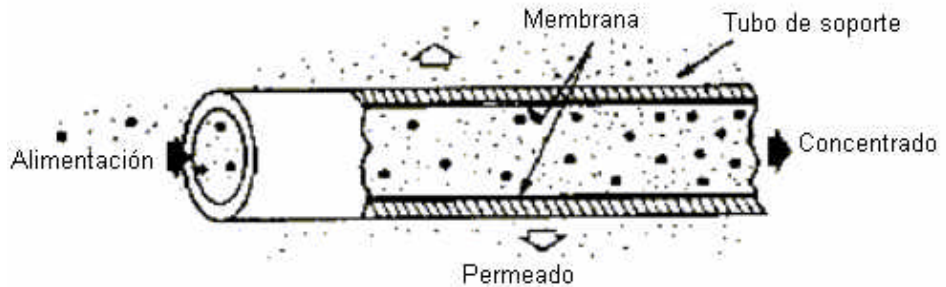
Unidad de Filtración⁸

Pausterización	El fluido es calentado para favorecer la separación de sólidos, reducir la actividad biológica, reducir aceites y eliminar olores.
Filtros a presión	El fluido es conducido a presión contra un canister o filtro.
Tanques de decantación	Un tanque contiene baffles y vertederos para colaborar a la sedimentación de sólidos.

⁸ Inter-Source Recovery Systems, Inc. <http://www.Inter-Source.com/>

Método	Descripción
	El fluido es presurizado y pasado a través de tubos cilíndricos conteniendo membranas semi permeables, conteniendo fluido limpio (llamado permeado o “ <i>permeate</i> ”) que pasa a través de la membrana, mientras el fluido sucio se concentra y es reciclado y eventualmente evacuado para su disposición.

Ultra filtración (UF)



Filtro al vacío	El fluido es succionado por vacío a través de un medio cilíndrico rotatorio.
-----------------	--

La siguiente tabla resume las principales funciones de los sistemas anteriormente descritos, en el caso de un mantenimiento tipo batch.

TABLA 4.1 Utilización de sistemas de remoción y limpieza

Sistema	Remueve aceite	Remueve suciedad	Remueve bacterias
Sistema basados en medios			
Filtro gravitatorio		X	
Filtro a presión		X	
Filtro al vacío		X	
Sistema basados en propiedades naturales			
Decantación		X	
Arrastre de aceite	X		
Aireación	X		
Sistemas basados en separación mecánica			
Ciclones		X	
Centrifugas	X	X	
Separación magnética		X	
Otros			
Pasteurización			X

4.3.4 Limitaciones y beneficios de sistemas de refrigeración alternativos

Existen diversas alternativas para reemplazo de líquidos refrigerantes o cambios de proceso: Sistemas de refrigeración alternativa, tales como pistolas de aire, sistemas de trabajo sobre el metal alternativos y que no requieren refrigerantes (tecnologías *low waste*). Entre otras se incluyen maquinado eléctrico (*electrical discharge machining*), Corte con chorro de agua (*water jet cutting*), corte con arco de plasma (*plasma arc cutting*), corte con láser (*laser cutting*), maquinado electroquímico (*electrochemical machining*) y moldeo electromagnético (*electromagnetic forming*). El problema de estas alternativas es que generalmente son de costos prohibitivos.

4.3.5 Mantenimiento de concentraciones de refrigerantes y aditivos

Respecto al mantenimiento de los fluidos de trabajo, hay que consignar que hasta hace algunos años a nivel mundial los fluidos de trabajo eran diseñados para una corta vida útil, previo a su disposición. Debido a que los costos y requerimientos en esta etapa del manejo del residuo han aumentado, el mantenimiento del fluido ha ganado importancia dentro de las estrategias de manejo adecuadas; postulándose que no importa en esencia el tipo de fluido utilizado siempre es posible el diseño de un plan de mantenimiento y extensión de su vida útil. La meta de un plan de mantenimiento es la optimización de la eficiencia del fluido, la reducción del residuo líquido (o sólido, según el manejo que se defina), y la reducción de los costos de manejo durante su disposición. Como se ha mencionado anteriormente fluidos vencidos y contaminados son la fuente principal de residuos en los procesos de un taller metal mecánico. El plan de mantenimiento permite tomar acciones correctivas previo a que los fluidos se conviertan en residuos o los generen. La mantención de la razón agua y líquido refrigerante es un aspecto crítico ya que los sistemas de refrigeración se encuentran usualmente diseñados para eficiencias dentro de rangos específicos de concentración. Refrigerantes que se encuentren muy diluidos o muy concentrados pueden provocar la reducción de la vida útil de los equipos, o resultar en uso mayor del líquido refrigerante que el teóricamente necesario. La misma situación pasa para los aditivos. La información sobre concentraciones apropiadas debe ser suministradas por el proveedor. Se recomienda la generación de un documento que presente el plan de acción. Este plan debería contener los siguientes elementos:

TABLA 4.2: Elementos Fundamentales de un Plan de Mantenimiento

Elemento	Descripción
Responsabilidades del operador	Lista de todos los empleados relacionados con el plan de mantenimiento y sus responsabilidades efectivas.
Monitoreos y pruebas a fluidos	Los fluidos pueden ser monitoreados para anticipar los problemas. Características físicas como la concentración, pH, olor y color son buenos indicadores de la degradación del fluido. Los más importantes son: La concentración en el fluido puede ser realizada usando un refractómetro por titulación El pH puede ser fácilmente medido, con un papel de tornasol, o un pHímetro. Si la medición en el sumidero cae bajo 8,5, indica que el fluido esta perdiendo eficiencia, puede oxidarse y la actividad microbiana puede incrementarse.
Registros	Se debe mantener un registro y bitácora de las pruebas y observaciones realizadas
Criterio para cambio del fluido	El establecimiento de estándares internos reduce la generación innecesaria de residuos y crea una mecánica de operación muy conveniente. Los parámetros de decisión más importantes son: Olor Apariencia (un aspecto lechoso es normal) Tiempo de uso pH (entre 8,4 y 9 es normal) Residuos o presencia de películas en las piezas terminadas.
Procedimientos de cambio	Se debe documentar como manipular y operar el fluido conducido a disposición a un sistema de reciclaje.
Limpieza del sumidero	El propósito es evitar el crecimiento bacteriano en el sumidero. Operaciones regulares de limpieza reducen los riesgo a la salud y aumentan la vida útil del fluido. Se debe recordar que el sistema completo debe ser limpiado.
Remoción de chips	La remoción regular de chips reduce el hábitat para microorganismos en el sistema.
Programa de capacitación	Se deben generar documentos y realizar procesos de capacitación en forma frecuente, para los nuevos y antiguos empleados.

Existen en general dos métodos para monitorear la concentración de los fluidos de trabajo.

Por titulación, que utiliza reactivos químicos. Kits de titulación están disponibles por proveedores de lubricantes. El método de titulación es el método más preciso para medir concentración.

Por refracción, utilizando un aparato llamado refractómetro, que también puede ser adquirido de proveedores de lubricantes. El índice de refracción es una medida de cuanta luz es refractada en su paso por un medio. En el caso de los fluidos de trabajo a mayor lectura del refractómetro, mayor concentración del fluido. Gracias a este equipo se puede controlar las perdidas de agua de dilución del sistema y reemplazarla rápidamente, manteniendo diluciones optimas en el sistema.



Figura 4.3: Refractómetro (Iowa, 1990)

La carta de lectura de un refractómetro se muestra en la figura 4.6

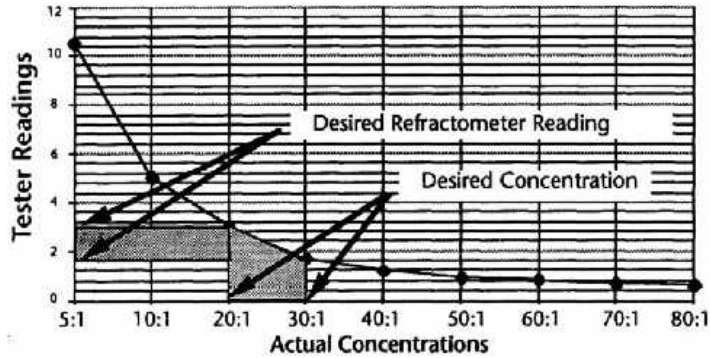


Figura 4.4: Ejemplo de carta de comparación refractómetro / concentración (Iowa, 1990)

Por otro lado, los sistemas de dosificación son generalmente como los de la figura 4.5, *eductor-type proportioning device*, los cuales mezclan agua con fluidos de trabajo, manteniendo concentraciones consistentes durante la operación.

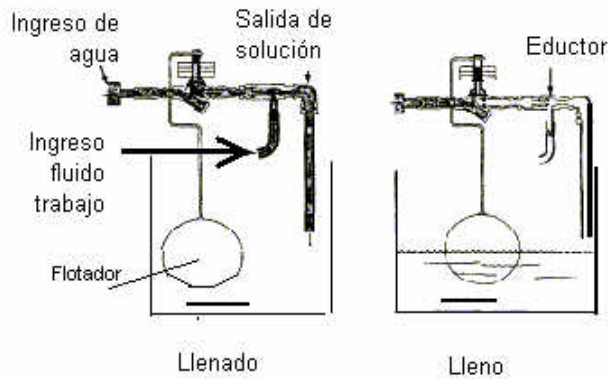


Figure 4.5: Dosificador de agua para dilución

4.3.6 Prevención de Vibración y Ruido

En general la mejor prevención es ubicar los equipos y maquinaria aisladas del suelo o piso, mediante el usos de sistemas de montaje especiales, los cuales limitan la transmisión de la vibración. El objetivo primordial de esto es evitar efectos sobre equipos y maquinarias adyacentes. Para atenuar ruido y vibraciones las superficies de montaje deben acoplarse a poca distancia, de modo que el soporte de la maquinaria o herramienta se encuentre asegurado y totalmente soportado alrededor de su circunferencia. La figura 4.7 muestra ejemplos de montajes.

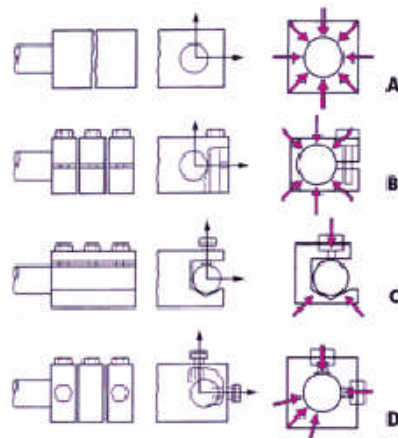


Figura 4.6: Ejemplos de Montajes de Herramientas (Habeck, 1999)

TABLA 4.3: Descripción de tipos de montajes de piezas metálicas

Tipo de Montaje	Descripción
Montaje A	El escenario A es la mejor manera de fijar una pieza metálica, sin embargo no siempre es posible. La pieza se encuentra completamente protegido por el montaje o soporte sin la ayuda de ningún tornillo o fijación. Las flechas de la figura más a la derecha muestran que la pieza esta completamente soportada en los 360 grados.
Montaje B	La forma B también es conveniente desde el punto de la generación de vibraciones. Se trata de un montaje dividido con tornillos fijaciones. Las fijaciones no deben quedar en contacto con la pieza metálica. Una simple operación para asegurar una superficie de contacto adecuada entre la herramienta y el sistema de montaje es tener una ranura transversal en un lado de la pieza o barra tal como se aprecia en las dos figuras de la derecha. En la figura de más a la derecha se aprecia que pese a que la pieza no es soportada tan bien como en A, aún tiene seis puntos de soporte.
Montaje C	En C y D las fijaciones o tornillos están en contacto directo con el montaje.. Se trata de un montaje en V (Vseat) con tornillos o fijaciones. No es apropiado desde el punto de vista de generación de vibraciones y ruido y debe ser utilizado como último recurso. Se produce una rigidez dinámica deficiente y altos niveles de vibración y por ende ruido.
Montaje D	Es un portador cilíndrico con fijaciones o tornillos. Es la situación menos deseable. Se produce una rigidez dinámica deficiente y altos niveles de vibración y por ende ruido.

Los equipos y maquinarias pueden ser aislados cerrándolos en estructuras rígidas e aisladas acústicamente, con el fin de impedir su transmisión al exterior. Esto se realiza en especial para proteger a los trabajadores. La Norma 1331 indica procedimientos de cálculo de niveles efectivos de exposición de ruido con el uso de protectores en ambiente laboral. La regulación de la exposición aparece en el Decreto 745.

Respecto a los efectos externos, el Decreto 146, del Minsecpres, se refiere a los niveles maximos de ruido permisible para la comunidad. Para vibración se esta elaborando una norma.

4.4 IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL

La implementación de buenas prácticas de gestión de operaciones al interior de la empresa se basa en la puesta en práctica de una serie de procedimientos o políticas organizacionales y administrativas destinadas a mejorar y optimizar los procesos productivos y a promover la participación del personal en actividades destinadas a

lograr la minimización de los residuos.

Calidad es definida de muchas formas por el sector industrial, usualmente en términos de producir un producto que cumpla los requerimientos del cliente. Generalmente, la calidad de un producto no es causada por coincidencias si no que se basa en programas de mejora de calidad establecidos o sistemas de manejo de calidad, tales como la ISOs. Estos sistemas se focalizan en la reducción de defectos, reducción de costos, análisis de procesos, acciones preventivas y correctivas y mejoramiento continuo. Los defectos son residuos, por ejemplo materia prima desechada, trabajo desechado, productos desechados y dinero desechado. Los esfuerzos por mejorar la calidad y reducir estos defectos son finalmente esfuerzos por reducir la generación de desechos o residuos. Por esto un programa de mejora de calidad es un programa de prevención de contaminación

En general un sistema de gestión ambiental puede ser descrito como un programa de mejoramiento ambiental continuo, mediante el seguimiento de secuencias de pasos definidos en un proyecto de manejo y aplicados en forma rutinaria. Estos pasos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Revisión de las consecuencias ambientales de las operaciones y procesos
- Definición de un conjunto de políticas y objetivos para el asunto ambiental
- Establecimiento de un plan de acción para lograr dichos objetivos
- Seguimiento de dichos objetivos
- Reporte apropiado de los resultados
- Revisión del sistema y continuar mejorando

El beneficio directo para la empresa al implementar un sistema de gestión ambiental es obtener economías a través de una producción más limpia y minimización de residuos. Según el Banco Mundial, se estima que del orden del 50% de la contaminación generada en una típica planta “sin control” puede ser prevenida con un mínimo de inversión, mediante la adopción de simples y económicas mejoras del proceso.

5. CONTROL DE LA CONTAMINACION

En este capítulo se presentan técnicas para controlar la contaminación generada por el rubro. Es claro que el aspecto ambiental de mayor importancia está relacionada con los fluidos de trabajo, dando el mayor énfasis en el desarrollo de esta sección. En el capítulo se revisan básicamente aspectos de reciclaje fuera de la instalación, tratamiento y disposición final.

5.1 CONTROL DE LA CONTAMINACION DE FLUIDOS DE TRABAJO

Existen una serie de variables ambientales relacionadas con el manejo de los fluidos de trabajo. Esencialmente lo fundamental es reducir el volumen de fluido que deba ser depositado, esto en parte ha sido abordado por el capítulo 4. Es importante recordar que pese a que el residuo a depositar puede ser reducido en un porcentaje apreciable, no es posible eliminarlo completamente. El reciclaje de los fluidos se constituye en una importante alternativa de reducción y control de la contaminación. Es importante al momento de implementarlo considerar el tipo de fluidos que se está utilizando debido a que las técnicas y procedimientos variarán. Los aspectos asociados a la etapa de control de la contaminación son los siguientes:

- Disposición de fluidos usados
- Tratamiento de residuo líquido previo a su descarga al alcantarillado
- Emisión de compuestos volátiles al medio ambiente
- Emisión de fluido usado en forma de niebla, además de partículas metálicas al medio ambiente (atmosférico)

Es importante considerar que las características contaminantes varían según el tipo de fluido utilizado, es así como entre los aceites solubles, los semi sintéticos y los sintéticos, la diferencia primordial el contenido de aceites y grasas. La segunda diferencia fundamental esta relacionada con el monto de materiales orgánicos solubles presentes en el fluido. Estos materiales orgánicos solubles pueden ser medidos con indicadores indirectos, usando procedimientos estandarizados de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO) y Carbón Orgánico Total (COT). Los tratamientos más típicos (notar que algunos son similares a los presentados en la sección 4) son los siguientes:

- Evaporación
- Tratamiento químico
- Separación por membrana
- Tratamiento biológico

En la práctica el interesado puede implementar estos tratamientos en su instalación, pero siempre existirá una opción que es la contratación de terceros, que en definitiva es una opción que debe ser considerada, en especial en el caso de disposición final. La selección para selección un método o alternativa sobre otra debe ser una relación entre costo y cumplimiento de metas medio ambientales:

- Costo
- Calidad del efluente después del tratamiento
- Complejidad del tratamiento
- Condiciones locales

A continuación se presenta un descripción detallada de las alternativas descritas.

5.1.1 Contratación de terceros

En general para poder implementar este procedimiento se deben contar en el taller (de propiedad del mismo o proporcionados por la empresa prestada de servicio) tambores de almacenamiento (recomendado de 200 litros -55 galones).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo inversión de capital es requerida	Es usualmente el método más caro (Referencia: En Estados Unidos el valor fluctúa entre 55 a 320 \$/litro o más - US\$0.35 / galón a US\$2.00 / galón)
Basta con un mínimo de atención del personal del taller	
Basta con un mínimo de entrenamiento del personal del taller	Puede haber demora en la llegada del contratista al sitio
No se requieren compuestos químicos para el tratamiento dentro del taller.	El método funciona mejor para pequeños generadores Puede haber problemas acerca de las responsabilidades legales asociadas, en caso de una mala gestión por parte del contratista.

Se recomienda contar con pallets o bases de control de eventuales derrames, para evitar pérdidas de fluido y evitar daño ambiental, en caso que el sistema de tambores falle.

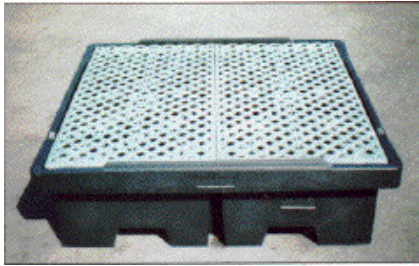


Figura 5.1 Pallet para contenedor.

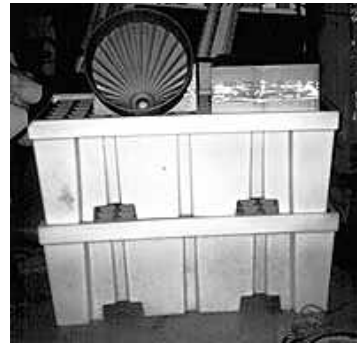


Figura 5.2 Pallet diseñado para ofrecer contención secundaria a dos tambores de 200 litros -55 galones

Selección de la empresa: Se debe tomar la decisión en forma detenida y cuidadosa, especialmente por los riesgos a sanciones por utilizar servicios no autorizados por la Autoridad Ambiental correspondiente. Entre las preguntas que debe responder la empresa:

- La empresa tiene licencia para transportar residuos
- Solicitar visitar las instalaciones previo contratación
- Solicitar referencia
- Evaluar el entendimiento de la empresa sobre las regulaciones ambientales.

El residuo generado, dependiendo del fluido utilizado puede ser considerado peligroso o no peligroso. Previo a disponer o tratar el residuo este debe ser caracterizado, utilizando los procedimientos correspondientes.

5.1.2 Evaporación

La evaporación es una de las opciones más utilizadas para disponer fluidos de trabajo usados. Existe gran variedad de evaporadores industriales. Los tipos más comunes para ser usados en talleres metal mecánicos son evaporadores atmosféricos simples y evaporadores de vacío simples.

Evaporador Atmosférico: En los evaporadores atmosféricos toda la evaporación es hecha en un ambiente abierto. El material evaporado es descargado a través de una ventilación. La emisión al medio ambiente es vapor a la atmósfera.

Evaporador al vacío: El sistema consiste en bajar la temperatura de ebullición mediante la generación de vacío sobre el fluido a ser evaporado. El destilado es condensado y luego descargado como un líquido al medio ambiente.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
El concepto operacional es simple y fácil de entender	Puede requerir un alto consumo energético
No requiere un cuidado excesivo por parte de los operadores	Puede ser necesario la tramitación de permisos de emisión a la atmósfera
El método no requiere permisos de descarga para líquidos, hay que revisar si lo relacionado a emisiones atmosféricas.	Se puede generar problemas con espuma
El método puede manejar líquidos con altas concentraciones de DBO5 y DQO, tales como los fluidos sintéticos.	La eficiencia del procedimiento decrece proporcionalmente al aumentar la concentración de contaminante en el fluido (el punto de ebullición tiende a subir)
	El método tiene asociado un riesgo de incendios (se trabaja con líquidos con un punto de inflamación bajo)
	Pueden generarse olores molestos
	Los vapores y /o soluciones pueden ser corrosivos (usar metales preciosos).

5.1.3 Tratamiento Químico

Consiste básicamente en la utilización de varios compuestos químicos para desestabilizar, de-emulsificar, o absorber a la fase aceite, permitiendo la separación de las fases agua y aceite. Existen tres métodos principales:

- Disociación química con sales metaestables
- De emulsificación química con polímeros
- Combinaciones de los métodos anteriores

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo consumo energético	Se requiere el uso de compuestos químicos corrosivos (ácidos sulfúrico, hidróxido de sodio)
Las soluciones diluidas son fáciles de separar	El tratamiento químico es muy sensible a los cambios en la química del surfactante (emulsificador)
Los tiempos de separación son cortos (30 minutos)	Se requieren instrumental especializado (pHmetro)
	Los instrumentos requieren una calibración frecuente (pHmetro)
	Los cambios químicos descritos o mala calibración pueden generar efluente de mala calidad sin aviso
	El balance y ajuste de las reacciones químicas puede ser complicado en la práctica
	No es apropiado para los fluidos sintéticos
	Es una operación difícil de entender y por lo tanto compleja para realizar planes de entrenamiento de personal.

Se precisa al menos de un estanque de almacenamiento, un tanque de proceso y uno para lodos. El tanque de proceso debe ser lo suficientemente grande para manejar al menos un día de demanda., si el sistema se construye para operar en forma continua, se precian una serie de tanques de homogeneización previos con tiempos de retención de al menos media hora. Se precisa además la habilitación de una pequeña instalación de laboratorio, con un pHmetro, soluciones de calibración, y un agitador magnético, otros compuestos y vidrios. El sistema de control de derrames es siempre recomendado.

5.1.3.1 Tratamiento por sales polivalentes metaestables

Los métodos más utilizados son los siguientes:

Acido + alumbre @Separación cáustica

Acido + cloruro de calcio @Separación cáustica

Se utiliza una sal, tanto alumbre (sulfato de aluminio) o cloruro de calcio, para entregar las cargas positivas necesarias (Aluminio con tres cargas positivas por ion, Al^{3+} ; o calcio con dos cargas positivas por ion, Ca^{2+}). La adición de ácido baja el pH de 2,5 a 3,0 y cualquiera de las sales de la tabla al pie⁹ ayuda a desestabilizar la emulsión. El ácido más común y barato, para bajar el pH es el ácido sulfúrico. Esto se debe al hecho de la química de la mayoría de los surfactantes actúa mejor en medios alcalinos, fluctuando en pH de 8,0 a 13,0. El monto neto de aluminio o calcio requerido varía entre 300 mg/l a 3.000 mg/l, dependiendo del grado de estabilización de la solución tratada. Después de 15 minutos e tiempo de contacto entre el ácido y las sales, el pH se aumenta (generalmente se recomienda hidróxido de sodio o calcio), aun rango de entre 5,5 a 8,5 dependiendo de la química del surfactante presente. Si existe suficiente concentración de aceite presente, la parte en fase aceite (desestabilizada) va a gradualmente a flotar y la fase agua va al fondo.

5.1.3.2 Tratamiento por polímeros

Los polímeros pueden contener sales metaestables y/o compuestos orgánicos complejos que tienen afinidades específicas por el aceite. Los polímeros arrastran las fases aceite a su estructura molecular orgánica., causando de esta manera la separación. La selección apropiada del polímero puede resultar en una muy buena separación, con razones muy elevadas de aceite/agua. Con emulsiones muy estables, la adición de ácido, sal metaestable, polímeros cargados positivamente, hidróxido de sodio y un polímero de carga negativa en una reacción en serie puede ser la manera efectiva de separación. Algunas soluciones con alta presencia de compuestos quelantes, tales como el sodio EDTA puede ser en la práctica imposible de ser tratado por cualquier método químico.

En general estos procesos pueden ser operados en sistemas batch o en reacciones en serie con tanques de homogeneización y alimentación, con cada etapa de tratamiento en estanques separados. La separación puede ser mejorada con el uso de la inyección de micro burbujas de aire en el fondo del estanque de proceso.

El costo de tratamiento para este método varía por la concentración de aceite en el fluido usado y por la resistencia de los emulsionantes presentes. El costo químico, por una razón 5% volumen/volumen de solución de fluido de trabajo puede fluctuar entre 1 a 2\$ por litro (0,6 a 1,2 cUS\$ por galón)

5.1.4 Tratamiento biológico

El tratamiento biológico generalmente se emplea luego de realizar un proceso de separación por membrana (ver siguiente sección). El procedimiento consiste en almacenar los fluidos en un reactor (tanque), y agregar aire vía difusores, ubicados en el fondo del tanque, en cantidades que produzcan una concentración adecuada de oxígeno disuelto, comúnmente en una concentración de 2,0 mg/l. La solución se mantiene tibia, entre 3° a 40°C permitiendo a las bacterias comenzar el consumo de especies químicas. En general las bacterias más apropiadas deben ser

⁹ TABLA: Sales utilizadas en tratamiento químico

Compuesto	Tipo
Cloruro de sodio	Catión monovalente
Cloruro de calcio	Catión bivalente
Cloruro de magnesio	Catión bivalente
Sulfato de magnesio	Catión bivalente
Sulfato ferroso	Catión bivalente
Cloruro férrico	Catión bivalente
Sulfato de aluminio	Catión bivalente

seleccionadas por pruebas, y debe mantenerse inóculos continuos para mantener la población activa. Una digestión substancial del fluido de trabajo puede tomar semanas, pero si esta unidad se ubica posterior u a un sistema de ultrafiltración y se trata sólo lo permeado se pueden lograr resultados aceptables en 72 horas.

Además, después de el tratamiento biológico, una membrana de ultrafiltración puede ser utilizada para filtrar el efluente. De esta forma las bacterias son rechazadas por el filtro y regresan al sistema de digestión y son la práctica reutilizadas. Es necesario mantener equipos para inyección de aire, y es recomendable solicitar asesoría técnica para la habilitación, operación y habilitación del este sistema

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Algunos materiales que son difíciles de tratar con un sistema de ultrafiltración, como por ejemplo ácidos grasos, pueden ser tratados biológicamente.	Algunos compuestos químicos no se degradan fácilmente con sistemas biológicos
Algunos materiales, tales como las aminas, pueden ser tratadas biológicamente, y no así mediante un proceso químico o ultrafiltración	Los biocidas utilizados en el mantenimiento de los fluidos inhiben en forma importante los tratamientos
	Las tasas de digestión son bajas, en general días o semanas, y por lo tanto se requieren volúmenes de almacenamiento importantes
	El cambio de fluidos de trabajo puede afectar la eficiencia del sistema de tratamiento, en un sistema sensible.
	La bacteria debe ser constantemente alimentada, o muere. Si esto ocurre su re aclimatación puede tomar un tiempo largo (días)

5.1.5 Separación por membranas

El proceso consiste en bombear los fluidos desde un tanque de proceso con presión moderada (comúnmente 30 a 50 PSIG) y flujo rápido a una serie de membranas. Este flujos fluctúa entre 3 a 4,5 litros/cm² (750 a 1.100 galones/pie²) de membrana/por día; esto se conoce como la *tasa de alimentación*. Las moléculas grandes y virtualmente todos los productos del petróleo son retenidos en la superficie de la membrana. Los compuestos que no pasan la membrana se refieren como *rechazo*. La solución que pasa la membrana se refiere como *permeado*. La tasa a la cual se atraviesa a través de la membrana se llama *razón o tasa de flujo*. Las membranas vienen en dos tamaños

Microfiltración, entre 0,1 a 1,0 micrón

Ultrafiltración, entre 0,001 a 0,1 micrón. El tamaño más común es 0,005 micrón.

Las membranas se configuran en diferentes formas, dependiendo de la forma y su vida útil.

- Tubos redondos con un diámetro interno de entre 0,5" a 1", con vida útil fluctuando entre 3 a 8 años
- Fibras huecas, con diámetros internos de aproximadamente 0,030", con una vida útil de entre 1 a 2 años
- Láminas planas, envueltas o dispuestas en configuración espiral, con una vida útil de entre 3 a 8 años
- Los costos operacionales, incluyendo la depreciación de la membrana en los Estados Unidos fluctúa entre 1 y 2 \$/litro (0,5 a 1 cUS\$ por galón)

Se ha vuelto una práctica frecuente usar membranas de ultrafiltración seguidas por filtros membranas nano porosas (NF) o membrana de osmosis inversa (OI). Estas membranas son más sensibles a la suciedad que las de ultrafiltración. El agua tratada de un sistema en dos fases UF/NF o UF/OI puede ser apropiada para su reuso.

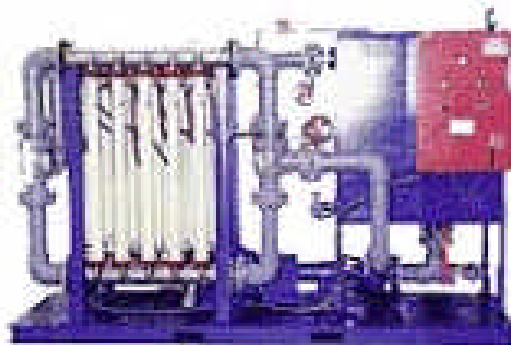


Figura 5.3: Unidad de ultrafiltración (<http://www.filtrationeng.com>).

VENTAJAS

La membrana de separación puede separar en forma consistente un amplio rango de emulsiones, surfactantes y quelantes y varias mezclas

No requiere conocimientos previos de química

No se requiere instrumentación muy compleja

El método no requiere una atención continua

El concepto básico es simple de entender

DESVENTAJAS

Las membranas son costosas

Algunos solventes pueden quedar alojados y destruir las membranas

Algunos sólidos coloidales, especialmente el grafito y residuos por vibración, pueden llenar la membrana muy rápido

El costo energético es mayor que el de un tratamiento químico

Las emulsiones de aceite no se encuentran *químicamente separadas*, así que una eventual recuperación de aceite aparece como muy difícil.

No apto para fluidos sintéticos

A mayor concentración las tasas de flujo disminuyen

5.2 CONTROL DE OLORES

Aunque los olores no son siempre indicativos de condiciones seguras o inseguras, olores fuertes o la presencia de irritantes de ojos o vías respiratorias pueden indicar que la ventilación no es adecuada. Los controles que se ha demostrado son efectivos para minimizar los niveles de químicos en el aire incluyen:

- Buen diseño y descripción del proceso
- Uso de dilución mediante ventilación
- Uso de cubiertas en los estanques de proceso y de almacenamiento

5.3 RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS

Los residuos que son manejados como sólidos y que no presenten alguna de las características de peligrosidad (MINSAL, 1998) pueden ser dispuestos en rellenos sanitarios debidamente autorizados por el Servicio de Salud correspondiente. Esto como última instancia en caso de no ser posible el reciclaje de los mismos. Un relleno sanitario es una obra de disposición segura de residuos sólidos correspondiente a un proyecto de ingeniería. La obra incluye sistemas de control y tratamiento de emisiones en caso que estas se produzcan.

En un sistema de reciclaje, chips y virutas pueden ser re utilizados fuera del recinto del taller. Existen dos grandes grupos:

- *Fabricación de consolidados, tipo ladrillos*: esto minimiza costos de transporte, se recupera material, se recupera parte de los fluidos (al armar el ladrillo) y mantiene el lugar de trabajo más limpio.

- *Sistemas de exprimido de chips*: mediante sistema de centrifugas (ver sección 4) se separa el fluido, que puede ser separado, y el chip puede ser recuperado, aumentando su valor.



Figura 5.4. PaceSetter™ Metal Chip Briquetting System¹⁰



Figura 5.5 Extractor/Chip Wringer¹¹

¹⁰ PRAB, Inc. <http://www.prab.com/>

¹¹ Barrett Centrifugals, Inc. <http://www.barrettinc.com/>

5.4 RUIDO

Se debe proteger a los trabajadores al interior de las instalaciones, por lo cual se deben utilizar equipos de protección sonora, además de incorporarse exámenes auditivos con frecuencias anual, además de controlar los tiempos de exposición a emisiones muy grandes. Por otro lado debe cuidarse de cumplir las normas e indicaciones de emisiones al exterior de los recintos. Los cuatro sistemas fundamentales de control son:

Control de la Fuente, aislación, barrera acústica

Control de unidades, silenciadores. Tratamiento específico por elementos

Sellos de paredes y muros, reforzamiento, paredes dobles

Absorción interior

6. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Un **Plan de Manejo de Residuos Peligrosos** (en adelante PMRP) tiene por objetivo la definición de procedimientos y planificación de actividades relacionadas con el manejo de los residuos peligrosos, desde su generación hasta su disposición final o eliminación, de forma tal de resguardar la salud de las personas y minimizar los impactos al ambiente.

APLICABILIDAD DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Refiriéndose al documento del Ministerio de Salud (1998) se tiene que el esquema de decisión para determinar la pertinencia o no del PMRP es el presentado en la figura 6.1



Figura 6.1: Aplicabilidad de PMRP

Un **generador** tendrá que realizar un **PMRP** tanto si genera 12 o más kg/año de **residuos peligrosos tóxicos agudos** y/o si produce 12.000 o más kg/año de **residuos peligrosos**

Concepto residuo peligroso

El artículo 5 del Reglamento del Ministerio de Salud (1998) define: “Un residuo o una mezcla de residuos se considerará como peligroso si en función de sus características de peligrosidad: **toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad y/o corrosividad**, puede presentar riesgo para la salud pública, provocando o contribuyendo al aumento de la mortalidad o a la incidencia de enfermedades y/o presentando efectos adversos al medio ambiente cuando es manejado o dispuesto en forma inadecuada”.

Procedimiento de determinación de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos pueden venir casi en cualquier forma, haciendo dificultosa la determinación. Es posible encontrarlos en formas de líquido, semi sólido, sólido, o lodos. Pueden haber una serie de consideraciones prácticas que pueden ayudar a la determinación de la condición de peligrosidad. Existen dos aproximaciones en la definición de residuo peligroso:

- Identificación por Listado:** El sistema de listado identifica a sustancias específicas o procesos específicos.

- b) **Identificación Analítica:** Se identifican cuatro características para residuos peligrosos: toxicidad por lixiviación, corrosividad, reactividad e inflamabilidad. Para cada uno de ellos existen ensayos de laboratorios adoptados, los cuales están basados en la normativa de Estados Unidos.

APLICACIÓN AL RUBRO

Se debe determinar primero si existen residuos peligrosos y después determinar la cantidad de los mismos. En base a lo anterior un análisis tipo que debería hacer el generador de residuos en el rubro es:

- a) Identificación de Materias Primas
- b) Identificación de Residuos
- c) Clasificación de Residuos (Peligrosos o no)
- d) Calificación

Las materias primas utilizadas y los tipos de residuos ya han sido definidos en los primeros capítulos de esta guía. Es necesario revisar los puntos (c) y (d) para evaluar la aplicabilidad del un PMRP en este rubro. Los principales residuos que pueden inducir la necesidad de un Plan de manejo son:

- Presencia de aceites minerales, relación código Y9, artículo
- Biocidas, por ejemplo en base o liberadores de formaldehído, código U122.
- Otros contaminantes: se requiere estudios caso a caso., ver hoja de seguridad

COMPONENTES PLAN DE MANEJO

Un PMRP se compone de doce partes fundamentales de acuerdo a lo presentado en la tabla 6.3.

Tabla 6.1: Componentes de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos

Sección	Tema	Detalle
1	Descripción de actividades	Descripción de las actividades que se desarrollan con el proceso productivo, sus flujos de materiales e identificación de los puntos en que se generan residuos peligrosos
2	Cantidad y características de residuos	Estimación de la cantidad anual de cada tipo de residuos peligrosos generados e identificación de las características de peligrosidad
3	Minimización	Plan de minimización de la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos
4	Almacenamiento	Diseño del sitio de almacenamiento de residuos peligrosos
5	Recolección y Transporte	Definición de los procedimientos para recoger, transportar, embalar y etiquetar los residuos
6	Profesional encargado PMRP	Definición del perfil del ingeniero civil, ingeniero de ejecución o del profesional o técnico del encargado de manejo de los residuos peligrosos generados por la instalación, así como del personal encargado de operar el sistema de manejo
7	Manejo y transporte interno	Definición de los equipos, rutas y señalización que deberán emplearse para el manejo y transporte interno de los residuos peligrosos. Debiendo considerar que el equipamiento deberá ser adecuado con el volumen, peso y forma del residuo.
8	Hojas de seguridad	Hojas de seguridad para los diferentes tipos de residuos generados en la

Sección	Tema	Detalle
		instalación
9	Capacitación	Plan de capacitación que deberán seguir las personas que laboren en las instalaciones donde se manejan residuos peligrosos
10	Plan de contingencia	Plan de contingencia
11	Eliminación	Identificación de los procesos de eliminación a los que serán sometidos los residuos generados por la instalación o actividad
12	Registro PMRP	Definición de un sistema de registro de la generación de los residuos peligrosos, en donde se consigne al menos la cantidad en peso y/o volumen generada diariamente, la identificación de las características de peligrosidad del residuo e identificación del sitio en que se encuentra a la espera de transporte, tratamiento y/o disposición final

7. ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

7.1 GENERAL

Desde el punto de vista de la minimización de residuos las técnicas de control de procesos, tales como procesos de control estadístico pueden proveer una aproximación sistemática, identificando causas y soluciones del problema de generación de residuos. Las herramientas más comúnmente usadas son:

Hojas de control

Cartas de Pareto

Diagramas de Causa y Efecto

Cartas de Control

Cuando se les utiliza en conjunta dichas herramientas pueden servir para:

Identificar oportunidades para prevención de defectos o errores y residuos

Determinar las posibles causas de lo anterior

Establecer el nivel de defectos y residuos que son inherentes del proceso

Desarrollo de planes de prevención.

En particular el Análisis de Pareto involucra el graficar que refleja el impacto relativo de los problemas ambientales en la instalación. Estos impactos pueden ser evaluados en términos de montos de usos o pérdidas de materiales, o como montos de costos asociados a estos usos y pérdidas de estos materiales. Cualquier pérdida de material en una planta representa una oportunidad de no tener una pérdida. Así también esto se hace extensivo a no utilizar materiales regulados.

El nombre de este análisis deriva del Principio de Pareto, el que postula que el 80% de los costos de una actividad de manejo de usos y pérdidas viene del 20% de los casos de usos y pérdidas (un pequeño grupo concentra mayor responsabilidad relativa en el problema), así el Principio se refiere a veces como la "Regla 80/20". Las barras de oportunidad de un Gráfico de Pareto se arreglan en orden descendiente de importancia, de izquierda a derecha. Un gráfico de Pareto reduce el sistema de decisión P2 a un programa más pequeño, en elementos más manejables, mediante la identificación de las oportunidades de P2 más reales e importantes, y muestra donde focalizar esfuerzos. Los gráficos de Pareto ayudan a las empresas a realizar un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. En base al postulado de Pareto, un número limitado de causales influye en la mayoría de los problemas ambientales de la empresa; por lo tanto el focalizar los esfuerzos en los "pocos" elementos principales induce un mejor uso de los recursos. Para elaborar los Gráficos de Pareto existe bastante información fácilmente disponible, en particular en la red Internet, lo que implica a costo cero o muy bajo. Se recomienda ver la siguiente dirección: <http://www.pollutionprevention.com/>. Por otro lado Pojasek (Pojasek, 1999) presenta una serie de referencias bibliográficas.

7.2 INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTIÓN AMBIENTAL.

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) posee varios instrumentos de apoyo financiero para que el sector industrial (PYME) introduzca medidas tendientes a mejorar la Gestión Ambiental. Para gastos de asesorías técnicas se han creado los siguientes mecanismos de financiamiento.

A continuación se listan los principales instrumentos y su aplicación ambiental:

Fondo de Asistencia Técnica (FAT): Consultoría ambiental, Auditorías Ambientales, Estudios Técnico Económicos para la implementación de soluciones, Estudios de Impacto Ambiental o Declaraciones de Impacto Ambiental, Estudios de Reconversión y Relocalización Industrial, Implementación de Sistemas de Gestión

Ambiental. Las empresas que pueden acceder a este beneficio son aquellas con ventas anuales no superiores a UF 15.000, pudiendo acogerse a este sistema sólo una vez.

Programa de Apoyo a la Gestión de Empresas (PAG): Para mejorar la competitividad de las empresas productivas, generando una mayor productividad y calidad a través de la realización de consultorías de procesos. Es un cofinanciamiento de CORFO que cubre parte del costo de la contratación de asesorías especializadas por parte de empresas productivas. Pueden acceder empresas productivas Chilenas, que no hubiesen utilizado el programa anteriormente y que demuestren ventas netas anuales iguales o superiores a US\$3.000.000 y que no excedan de US\$30.000.000 en el último año.

Proyectos de Fomento (PROFO): Programas Grupales de Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Mercado de Residuos (bolsa) Plantas Centralizadas de Tratamiento de Residuos, Programas Colectivos de Mejoramiento de Procesos, Programas Colectivos de Relocalización Industrial. Los beneficiarios son pequeños o medianos empresarios de giros similares o complementarios con ventas anuales no superiores a las UF 100.000. Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC): Fondo destinado al financiamiento de proyectos de innovación e infraestructura tecnológica. Puede ser utilizado para la introducción de tecnologías limpias, tecnologías “end of pipe”, misiones tecnológicas (Charlas de Especialistas Internacionales). Permite financiar hasta un 80 % del costo total del proyecto mediante una subvención de proyecto y crédito. Subvención de hasta un 60% del costo, con un máximo de US\$ 300.000 y crédito en UF, a tasa de interés fija con un período de gracia equivalente a la duración del proyecto.

Programa SUAF-CORFO: Subvención que CORFO ofrece a las empresas para la contratación de un consultor especialista en materias financieras quién elaborará los antecedentes requeridos por el Banco Comercial o empresa de Leasing para aprobar una operación crediticia. Las empresas deben poseer ventas netas anuales menores a UF 15.000, comprobado por las declaraciones del IVA, no deben haber cursado operaciones financieras en los últimos 6 meses, no debe tener protestos ni ser moroso de deuda CORFO o SERCOTEC.

7.2.1 Créditos Bancarios

Financiamiento de Inversiones de Medianas y Pequeñas Empresas (Línea B.11): Programas de descontaminación, Servicios de Consultoría, Inversiones.

Financiamiento de Inversiones de Pequeñas Industrias Crédito CORFO-Alemania (Línea B12): Relocalización Industrial.

Cupones de Bonificación de Primas de Seguro de Crédito y de Comisiones de Fondos de Garantía para Pequeñas Empresas.(CUBOS): Garantías para otorgar financiamiento (hipotecas, prendas) que cubren en un % el riesgo de no pago. Las empresas deben tener ventas netas anuales que se encuentren entre las UF 2.400 y las UF 15.000 (IVA excluido) con un mínimo de 12 meses de antigüedad en el giro y un patrimonio neto de UF 800. El monto mínimo de la operación es de UF 150 con un máximo de UF 3.000.

8. SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL

Las normativas de seguridad y salud ocupacional aplicables en general a las actividades productivas, se detallan en el capítulo 9. La información entregada en presente capítulo está relacionada con los aspectos específicos de las actividades los talleres metal mecánicos.

La OSHA en Estados Unidos ha aceptado como efectos a la salud típicos por exposición no controladas a fluidos de trabajo producen efectos en la salud de las personas. En particular se han documentado casos de ASMA, neumonitis hipersensitiva, otros desordenes de carácter respiratorio y dermatitis (OSHA, 1999).

8.1 PROBLEMAS ASOCIADOS AL RUBRO

Para controlar los riesgos, se necesita identificar cuales son efectivamente éstos. A continuación se presentan un resumen de los factores generales que influyen en los accidentes y enfermedades en los talleres metal mecánicos.

■ Compuestos químicos

En las secciones anteriores se ha visto que la actividad fotográfica trabaja con compuestos químicos que pueden tener asociado un potencial peligro. De acuerdo a la información disponible los principales riesgos a los que están expuesto los trabajadores serían aquellos asociados al manejo de compuestos químicos potencialmente peligrosos.

■ Producción

Un problema importante esta relacionado con la programación de trabajo. Generalmente si se trabaja contra el tiempo y con mucha presión se aumenta dramáticamente el riesgo de accidentes. La productividad depende de la eficiencia del trabajo, la cual depende de la experiencia, capacitación, y disponibilidad de los trabajadores, y la ausencia de accidentes durante el trabajo.

■ Actitudes y Compromisos de Empresa y Trabajadores

La actitud de la mayoría de las personas frente a la prevención de accidentes es considerarla como un problema menor al cual no se debe dar mayor interés y atención; más bien se le considera una actividad que hay que hacer por obligación mas que por una necesidad. Para solucionar el problema, es muy importante que la empresa y sus trabajadores estén comprometidos con la salud y seguridad ocupacional. Ambos deben aceptar la responsabilidad para la implementación y fiscalización de las instrucciones y reglamentos de seguridad. Las empresas tienen que ofrecer y repetir la capacitación en una forma continua. Los trabajadores tienen que respetar el programa de salud y seguridad y demostrar una actitud positiva.

■ Diferencias Operacionales de Equipos

Existen diferencias menores, pero importantes, entre los diferentes modelos de equipos utilizados en el rubro. Por ejemplo, el interruptor de encendido puede ser completamente diferente entre un equipo y otro (en otro lugar, otro color, etc.).

8.2 Enfermedades Comunes

Debido al contacto directo del operador, vía cutánea o respiración el trabajador está expuesto a los efectos producidos por los fluidos de trabajo. Las enfermedades más comunes en el rubro son (Whitaker, 1997; Whitaker, 1997a):

Problemas a la piel. En Estados Unidos el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, United States) ha encontrado entre un 14% y 67% de los trabajadores del rubro afectados por dermatitis..

Cáncer. No existe información que sugiera que exista una conexión entre cáncer y esta actividad, pero la bibliografía no presenta estudios recientes por lo que aún es materia de controversia.

Enfermedades pulmonares: Por inhalación de aerosoles se han detectado casos de asma, irritación, neumonitis hipersensitiva, bronquitis e incluso existe posibilidad de relación con cáncer al pulmón. Se debe garantizar que los operarios estén en ambientes con concentraciones dentro de lo permitido (DS. 745)

8.3 ESTADÍSTICAS

Es importante notar que las estadísticas a que se refiere este rubro no indican una cantidad importante de accidentes (NIOSH, 1998)

8.4 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD LABORAL

Las principales consideraciones que hay que tomar son las siguientes:

- **Hojas de seguridad** En general todos los compuestos químicos deben ser manejados con cuidado, considerando el potencial peligro de cada uno de ellos. Una herramienta muy importante es la consulta de las hojas de seguridad.
- **Etiquetado** Los envases de los compuestos químicos tienen etiquetas de precaución. Dichas etiquetas junto con las hojas de seguridad entregan información suficiente a la persona que maneja el producto para saber que nivel de seguridad tiene que asociar al tipo de compuesto con el cual se está trabajando. Verificar que todos los compuestos y residuos asociados se encuentran apropiadamente rotulados.
- **Almacenamiento** Hay que dejar los compuestos y soluciones de trabajo sólo al alcance del personal que va a trabajar con él. No almacenar estos compuestos donde se almacene comidas o bebidas.
- **Limpieza Personal** Una vez utilizado los compuestos químicos realizar un buen lavado de manos, especialmente antes de comer o beber.
- **Limpieza Area Trabajo** Limpiar los compuestos químicos derramados lo más pronto posible (estos residuos pueden secarse y eventualmente ser aspirados por el personal), con jabón y agua. Usar siempre guantes de goma.
- **Ropa Apropiada** Usar en lo posible mascarillas y guantes cuando se trabaja en la mezcla de las soluciones de trabajo. Limpiar en forma cuidadosa la ropa de trabajo una vez concluido la jornada, con el fin de remover todos los residuos de compuestos químicos
- **Contacto con Compuestos** Se debe evitar el contacto directo con cualquier compuesto químico, en particular los reveladores pueden producir irritación a la piel así como reacciones alérgicas.
- **Accidentes** En caso de entrar en contacto en forma accidental con compuestos químicos se debe lavar la piel con agua de la llave y un limpiador de manos no alcalino (ligeramente ácido). Si persisten síntomas de irritación o similares se debe consultar al médico. Es deseable tener una unidad de lavado de ojos, capaz de proveer un flujo de 1,5 litros por minuto durante un lapso de 15 minutos.
- **Sistema de ventilación** Debido a la posibilidad de emitir algunos vapores o gases, y considerando principalmente confort, se recomienda reducir las concentraciones al mínimo. Ver sección 4.

9. LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA

El presente capítulo identifica la totalidad de normativas ambientales aplicables a la industria, distinguiendo entre normas que regulan la localización, emisiones atmosféricas, descargas líquidas, residuos sólidos, ruido y seguridad y salud ocupacional. Asimismo, se identifican las normas chilenas INN referentes al tema. Es necesario establecer como regulación marco y general a todas las distinciones anteriormente señaladas, las siguientes:

Ley N° 19.300/94

Título : Ley de Bases Generales del Medio Ambiente
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
Diario Oficial : 09/03/94

D.S. N° 30/97

Título : Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
Diario Oficial : 03/04/97

9.1 NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS

D.S. N° 458/76

Título : Aprueba nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones (art. 62 y 160).
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
Diario Oficial : 13/04/76

D.S. N° 718/77

Título : Crea la comisión mixta de Agricultura, Urbanismo, Turismo y Bienes Nacionales.
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
Diario Oficial : 05/09/77

D.S. N° 47/92

Título : Ordenanza general de urbanismo y construcciones.
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
Diario Oficial : 19/05/92

Resolución N° 20/94

Título : Aprueba Plan Regulador Metropolitano de Santiago.
Repartición : Gobierno Regional Metropolitano.
Diario Oficial : 04/11/94

9.2 NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS**D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (art. 89 letra a).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 31/01/68.

D.S. N° 144/61

Título : Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 18/05/61

D.S. N° 32/90

Título : Reglamento de funcionamiento de fuentes emisoras de Contaminantes atmosféricos que indica en situaciones de emergencia de contaminación atmosférica.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 24/05/90

D.S. N° 322/91

Título : Establece excesos de aire máximos permitidos para diferentes combustibles.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 20/07/91

D.S. N° 185/91

Título : Reglamenta el funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado, y arsénico en todo el territorio nacional.
Repartición : Ministerio de Minería.
Diario Oficial : 16/01/92

D.S. N° 4/92

Título : Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales y grupales ubicadas en la Región Metropolitana.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 02/03/92

D.S. N° 1.905/93

Título : Establece norma de emisión de material particulado a calderas de calefacción que indica, ubicadas en la Región Metropolitana.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 18/11/93

D.S. N° 1.583/93

Título : Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales que indica, ubicadas en la Región Metropolitana.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 26/04/93

D.S. N° 2.467/93

Título : Aprueba reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 18/02/94

D.S. N° 812/95

Título : Complementa procedimientos de compensación de emisiones para Fuentes estacionarias puntuales que indica.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 08/05/95

D.S. N° 131/96

Título : Declaración de zona latente y saturada de la Región Metropolitana.
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
Diario Oficial : 01/08/96

Nota: A raíz de la declaración de la Región Metropolitana como zona saturada para PM10, PTS, CO, O₃ y latente por NO₂, la CONAMA ha iniciado la elaboración del correspondiente Plan de Prevención y Descontaminación. Dicho plan, implicará la adopción de normas de emisión y otras medidas aplicables a las industrias de la R.M. con el objeto de cumplir con las metas de reducción de emisiones para los contaminantes ya mencionados.

Resolución N° 1.215/78: artículos 3, 4 y 5

Título : Normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la Contaminación atmosférica.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : No publicada.

Resolución N° 15.027/94

Título : Establece procedimiento de declaración de emisiones para fuentes estacionarias que indica.
Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.
Diario Oficial : 16/12/94

Nota: Actualmente, CONAMA se encuentra elaborando una norma de emisión para el contaminante arsénico (de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de la Ley N° 19.300).

D.S. N° 16/98

Título : Establece Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana.
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
Diario Oficial : 06/06/98

9.3 NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS

Ley N° 3.133/16

Título : Neutralización de residuos provenientes de establecimientos industriales.
Repartición : Ministerio de Obras Públicas.
Diario Oficial : 07/09/16

D.F.L. N° 725/67

Título : Código Sanitario (art. 69 - 76).
 Repartición : Ministerio de Salud.
 Diario Oficial : 31/01/68

D.F.L. N° 1/90

Título : Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa (art. 1, N° 22 y 23).
 Repartición : Ministerio de Salud.
 Diario Oficial : 21/02/90

D.S. N° 351/93

Título : Reglamento para la neutralización de residuos líquidos industriales a que se refiere la Ley N° 3.133.
 Repartición : Ministerio de Obras Públicas.
 Diario Oficial : 23/02/93

Norma Técnica Provisoria/92

Título : Norma técnica relativa a descargas de residuos industriales líquidos.
 Repartición : Superintendencia de Servicios Sanitarios.
 Diario Oficial : No publicada.

Nota: Actualmente CONAMA se encuentra elaborando, de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, determinado por la Ley N° 19.300 y el D.S. N° 93/95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, una norma de emisión relativa a las descargas de residuos líquidos industriales a aguas superficiales.

D.S. N°745/92¹²

Título : Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
 Repartición : Ministerio de Salud.
 Diario Oficial : 08/06/93

D.S. N°609/98

Título : Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado.
 Repartición : Ministerio de Obras Públicas.
 Diario Oficial : 20/07/98

9.4 NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS**D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (art. 78 - 81).
 Repartición : Ministerio de Salud.
 Diario Oficial : 31/01/68

D.F.L. N° 1.122/81

Título : Código de Aguas (art. 92).
 Repartición : Ministerio de Justicia.
 Diario Oficial : 29/10/81

¹² El D.S.N°745 está actualmente en modificación, la que debería hacerse efectiva el año 2001.

D.F.L. N° 1/89

Título : Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa
(art. N° 1).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 21/02/90

D.L. N° 3.557/80

Título : Establece disposiciones sobre protección agrícola (art. 11).
Repartición : Ministerio de Agricultura.
Diario Oficial : 09/02/81

D.S. N°745/92¹³

Título : Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas
en los lugares de trabajo.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 08/06/93

Resolución N° 7.077/76

Título : Prohíbe la incineración como método de eliminación de residuos
sólidos de origen doméstico e industrial en determinadas
comunas de la Región Metropolitana.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : No publicada.

¹³ El D.S.N°745 está actualmente en modificación, la que debería hacerse efectiva el año 2001.

Resolución N° 5.081/93

Título : Establece sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos industriales.
Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.
Diario Oficial : 18/03/93

D.S. N° 685/92

Título : Establece condiciones relativas al control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación (convenio de Basilea).
Repartición : Ministerio de Relaciones Exteriores.
Diario Oficial : 13/10/92

9.5 NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS**D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (art. 89 letra b).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 31/01/68

D.S. N°146/98

Título : Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas, elaborada a partir de la revisión de la norma de emisión contenida en el Decreto N°286, de 1984, del Ministerio de Salud.
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia
Diario Oficial : 17/4/98

D.S. N°745/92¹⁴

Título : Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 08/06/93

¹⁴ El D.S.N°745 está actualmente en modificación, la que debería hacerse efectiva el año 2001.

9.6 NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

D.F.L. N° 725/67

Título : Código Sanitario (art. 90 - 93).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 31/01/68

D.F.L. N° 1/89

Título : Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa (art. 1 N°44).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 21/02/90

Ley N° 16.744/68

Título : Accidentes y enfermedades profesionales.
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 01/02/68

D.F.L. N°1/94

Título : Código del Trabajo (art. 153-157).
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 24/01/94

D.S. N° 40/69

Título : Aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 07/03/69

D.S. N° 54/69

Título : Aprueba el reglamento para la constitución y funcionamiento de los comités paritarios de higiene y seguridad.
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 11/03/69

D.S. N° 20/80

Título : Modifica D.S. N° 40/69.
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 05/05/80

Ley N° 18.164/82

Título : Internación de ciertos productos químicos.
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.
Diario Oficial : 17/09/82

D.S. N° 48/84

Título : Aprueba reglamento de calderas y generadores de vapor.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 14/05/84

D.S. N° 133/84

Título : Reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radiactivas y equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeñe en ellas u opere tales equipos.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 23/08/84

D.S. N° 3/85

Título : Aprueba reglamento de protección radiológica de instalaciones radiactivas.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 25/04/85

D.S. N° 379/85

Título : Aprueba reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo destinados a consumos propios.
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.
Diario Oficial : 19/03/86

D.S. N° 29/86

Título : Almacenamiento de gas licuado.
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.
Diario Oficial : 06/12/86

D.S. N° 50/88

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que aprobó el reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 21/07/88

D.S. N°745/92¹⁵

Título : Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 08/06/93

D.S. N° 95/95

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que aprobó el reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
Diario Oficial : 16/09/95

D.S. N° 369/96

Título : Extintores portátiles.
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.
Diario Oficial : 06/08/96

D.S. N° 90/96

Título : Reglamento de seguridad para almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo.
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.
Diario Oficial : 05/08/96

D.S. N° 298/94

Título : Reglamento sobre el transporte de cargas peligrosas por calles y caminos.
Repartición : Ministerio de Transportes.
Diario Oficial : 11/02/95

¹⁵ El D.S.N°745 está actualmente en modificación, la que debería hacerse efectiva el año 2001.

Nota: Este reglamento, incorpora las siguientes NCh del INN, haciéndolas obligatorias:

NCh 382/89 : Sustancias peligrosas terminología y clasificación general.
Diario Oficial : 29/11/89

NCh 2.120/89 : Sustancias peligrosas.
Diario Oficial : 07/11/89

NCh 2.190/93 : Sustancias peligrosas. Marcas, etiquetas y rótulos para
información del riesgo asociado a la sustancia
Diario Oficial : 09/06/93

NCh 2.245/93 : Hoja de datos de seguridad.
Diario Oficial : 18/01/94

9.7 NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN

En relación con las normas INN, cabe hacer presente que se trata de normas que han sido estudiadas de acuerdo con un procedimiento consensuado y aprobadas por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, persona jurídica de derecho privado, de carácter fundacional.

El cumplimiento de estas normas (norma, norma chilena y norma oficial) es de carácter voluntario y por lo tanto no son susceptibles de fiscalización. Sin embargo, estas normas pueden ser reconocidas por el Ministerio respectivo, como norma oficial de la República de Chile, mediante un Decreto Supremo. Además pueden ser incorporadas a un reglamento técnico adoptado por la autoridad en cuyo caso adquieren el carácter de obligatorias y susceptibles de fiscalización.

9.7.1 Normas relativas al agua

Norma NCh 1.333/Of. 87

Título : Requisitos de calidad de agua para diferentes usos.
Repartición : Instituto Nacional de Normalización.
Diario Oficial : 22/05/87

9.7.2 Normativas de salud y seguridad ocupacional²

Norma NCh 388/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Prevención y extinción de incendios en almacenamiento de inflamables y explosivos.
Repartición : Ministerio de Economía
Diario Oficial : 30/11/55

Norma NCh 385/Of. 55 / D.S. 954

Título : Seguridad en el transporte de materiales inflamables y explosivos.
Repartición : Ministerio de Economía

² La repartición y fecha corresponden al Decreto Supremo citado en cada norma, y por el cual se oficializó la respectiva Norma Chilena. Para conocer el contenido de cada Norma, dirigirse al INN.

Diario Oficial : 30/08/55

Norma NCh 387/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Medidas de seguridad en el empleo y manejo de materias primas inflamables.

Repartición : Ministerio de Economía

Diario Oficial : 30/11/55

Norma NCh 758/Of. 71 / Res. 110

Título : Sustancias peligrosas, almacenamiento de líquidos inflamables. Medidas particulares de seguridad.

Repartición : Ministerio de Economía

Diario Oficial : 25/08/71

Norma NCh 389/Of. 72 7 D.S. 1.164

Título : Sustancias peligrosas. Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables. Medidas generales de seguridad.

Repartición : Ministerio de Obras Públicas

Diario Oficial : 04/11/74

Norma NCh 1.411/4 Of. 78 / D.S. 294

Título : Prevención de Riesgos. Parte 4: Identificación de riesgos de materiales.

Repartición : Ministerio de Salud

Diario Oficial : 10/11/78

Norma NCh 2.164/Of. 90 / D.S. 16

Título : Gases comprimidos, gases para uso en la industria, uso médico y uso especial. Sistema SI unidades de uso normal.
Repartición : Ministerio de Salud
Diario Oficial : 30/01/90

Norma NCh 1.377/Of. 90 / D.S. 383

Título : Gases comprimidos cilindros de gases para uso industrial. Marcas para la identificación del contenido y de los riesgos inherentes.
Repartición : Ministerio de Salud
Diario Oficial : 16/05/91

10. PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCION DE PERMISOS

La legislación actual es bastante clara para las industrias nuevas, o aquellas que se están por instalar. No obstante, para las industrias que se encuentran funcionando, es posible que se generen errores en la obtención de los permisos y certificados. Es por ello que éstas deben ser mucho más cuidadosas en el cumplimiento de las normativas vigentes y aplicables.

Previo a la instalación de una industria nueva o a la modificación de una ya existente, según lo establecido en la ley 19.300 general de bases sobre medio ambiente, y en su respectivo reglamento N°30/97, éstas deben someterse a el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Este sistema, en función de las dimensiones del proyecto y de sus impactos esperados define si la industria debe presentar un estudio de impacto ambiental o a una declaración de impacto ambiental.

La ventaja de este sistema radica en que, habiéndose efectuado la evaluación ambiental, y concluido con una resolución que califica favorablemente el proyecto, ningún organismo del estado podrá negar los permisos sectoriales por razones de tipo ambiental.

Adicionalmente, para la instalación de una industria, en general, ésta debe obtener los siguientes certificados y permisos:

- Calificación técnica (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente).
- Permiso Municipal de Edificación (Municipalidad).
- Informe sanitario (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente).
- Patente Municipal definitiva (Municipalidad).

Para la obtención de cada uno de estos certificados, es necesario previamente obtener una serie de otros permisos, dependiendo del certificado solicitado.

Las industrias que iniciaron sus funciones con anterioridad a 1992, deben obtener el certificado de calificación técnica, para verificar que están de acuerdo con el Plan Regulador de Santiago.

Actualmente toda industria nueva (inicio de actividad posterior a 1992), debe cumplir con estos certificados, ya que de otra manera ni siquiera puede iniciar las obras de construcción. Sin embargo, no existe un plan de fiscalización que verifique periódicamente, que las condiciones ambientales, sanitarias y de seguridad ocupacional se cumplan con la misma intensidad. Por este motivo, se ha verificado en las visitas realizadas, que hay empresas que una vez aprobado su informe, prácticamente se han desentendido de la seguridad ocupacional, y de las medidas ambientales.

10.1 CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

Para la solicitud de esta Calificación Técnica, las industrias deben llenar el formulario correspondiente en la oficina de partes del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Av. Bulnes 194 acompañándolo de los siguientes antecedentes:

- Plano de planta del local, con distribución de maquinarias y equipos.
- Características básicas de la edificación.
- Memoria técnica de los procesos.
- Diagramas de flujos.
- Anteproyecto de medidas de control de contaminación del aire, manejo de RILES, manejo de RISES y control de ruidos.
- Anteproyecto de medidas de control de riesgos y molestias a la comunidad.

Cabe notar que este certificado se debe solicitar cuando la industria aún no se construye, y sólo se tiene el proyecto de Ingeniería básica y algunos componentes con Ingeniería de detalles.

10.2 INFORME SANITARIO

Para la obtención de una evaluación de Informe Sanitario, se debe retirar las solicitudes y formularios pertinentes en la oficina del SESMA, llenarlos y devolverlos exclusivamente al SESMA.

Para obtener el informe sanitario, el industrial debe cumplir los siguientes requisitos:

- Solicitud de informe sanitario (SESMA).
- Declaración de capital simple inicial.
- Instructivos exigencias generales y específicas.
- Clasificación de zona (Dirección de Obras Municipales).
- Informe de cambio de uso de suelos (Servicio Agrícola Ganadero).
- Pago e inspección.

Para certificar el cumplimiento de las normas ambientales y sanitarias, al momento de presentar el certificado de informe sanitario, se debe presentar los siguientes documentos:

- Plano local con distribución de máquinas y propiedades colindantes.
- Comprobante de pago de agua potable y alcantarillado red pública (Empresa Sanitaria).
- Autorización sanitaria para sistemas de agua potable y alcantarillado particular, cuando no exista red pública (SESMA).
- Informe de muestreos isocinéticos de material particulado de fuentes fijas (Calderas, hornos, etc.) cuando corresponda (Empresa Registrada).
- Certificados de instaladores registrados en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, de las instalaciones eléctricas y de gas (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).
- Autorización de aprobación del tratamiento y disposición de residuos industriales sólidos (SESMA).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos (SISS).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento de aguas servidas particulares (SESMA).
- Resolución autorización de casino, empresas sobre 25 empleados (Programa Control de Alimentos del SESMA).
- Certificados de revisiones y pruebas de generadores de vapor (SESMA-PROCEFF).
- Certificados y pruebas de autoclaves (SESMA-PROCEFF).
- Certificados de operadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Certificados de operadores de calderas industriales y calefacción (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Licencias de operación generadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- licencia de conducción equipos de transporte (Departamento Tránsito Público Municipalidad Respectiva).
- Informe de detección, evaluación y control de riesgos (Mutual de Seguridad y SESMA).
- Oficio aprobación del reglamento interno de higiene y seguridad (SESMA).
- Acta de constitución comité peritario higiene y seguridad, empresas sobre 25 empleados (Inspección del Trabajo de La Dirección del Trabajo).
- Contrato experto en prevención de riesgos, empresas sobre 100 empleados.
- Comprobante pago de cotizaciones de seguro (Mutual de Seguridad e Instituto de Normalización Previsional).

El informe sanitario tiene carácter de obligatorio para todas las empresas, se debe solicitar una vez iniciada las actividades de producción de la industria, es decir, cuando la industria ya se encuentra operativa. Por esto se hace muy importante tener un informe sanitario favorable, ya que de otra manera no se puede funcionar. En el caso de tener informe sanitario desfavorable, es preciso regularizar la situación (arreglar las falencias) lo más rápido posible y solicitar de nuevo el informe sanitario, ya que de lo contrario el SESMA tiene la facultad de dar permiso de no funcionamiento, en forma indefinida, hasta que se apruebe el informe sanitario.

10.3 PERMISOS MUNICIPALES

Para solicitar permiso de edificación o modificación física de la planta, la Municipalidad solicitará un listado de documentos que se deberán adjuntar y que deberán solicitarse en diferentes reparticiones de servicios:

- Patente al día Profesional
- Informe de calificación de Salud del Ambiente (SESMA o en los Servicios de Salud Jurisdiccionales).
- Factibilidad de Agua Potable (En el servicio sanitario al cual se le deberá presentar un Proyecto).
- Certificado de la Superintendencia de Servicio Sanitarios sobre residuos industriales líquidos (SISS).
- Certificado de densidad de carga de combustible (si procede), para verificación de estructuras metálicas, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Planos y memoria de Cálculo.
- Adjuntar número de trabajadores separados por sexo.
- Plano señalando sistema de prevención de riesgos, salidas de emergencia y extintores.
- En el Plano General de la planta, señalar estacionamientos y áreas verdes.
- En planos de arquitectura verificar e indicar sistema de ventilación.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los principales contaminantes asociados al rubro son de estado líquidos y están asociados a los compuestos químicos que contiene los fluidos de trabajo y la contaminación por la operación de los mismos.

Existen la posibilidad de problemas al interior de los talleres (salud laboral) si es que las condiciones de ventilación no son apropiadas

De acuerdo al Borrador del Reglamento de Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos del Ministerio de Salud de Chile (1998), las trietalominas, los biocidas (se necesita verificación caso a caso) y los contaminantes que traigan las piezas a ser trabajadas, se puede estar en presencia de residuos peligrosos.

Dado el tamaño de los talleres Chile se cree sólo un pequeño porcentaje (instalaciones grandes, o donde se realcen oro procesos, como fundición y Galvanoplastía) puede ser candidato a hacer un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, sin embargo este debe siempre ser verificado.

12. REFERENCIAS

1. Cenma. Sub-Programa Residuos Industriales Sólidos 1997. *Planes de Acción para Residuos Industriales Sólidos y Líquidos. Informe Final*
2. Foltz, Greg. *Definitions of Metalworking Fluids. Waste Minimization and Wastewater of Metalworking Fluids*. Independent Lubricant Manufacturers Association. Virginia. U.S. 1990
3. Grover, Wayne. *Fundamentals of Modern Manufacturing: Processes & Systems*. John Wiley & Sons. 1996
4. Gutiérrez Lara. *Algunos Alcances acerca del Proceso de Trefilación*. Departamento de Metalurgia. Corporación Aceros Arequipa S.A. Perú. 1999
5. Habeck. *Tech Digest. Troubleshooting Vibration in Unattended Turning*. MMS Online (Modern Machine Shop). 2000
6. Higgins, T.E. *Hazardous Waste Minimization Handbook*. Lewis Publisher, Michigan. 1989
7. INE (Instituto de Normalización Previsional). 1995. *Base de Datos de Actividades Económicas* (con CIU 4 dígitos).
8. INE (Instituto de Normalización Previsional). 1997. *Base de Datos de Actividades Económicas* (con CIU 5 dígitos).
9. Institute of Advanced Manufacturing Sciences (IAMS), Waste Reduction & Technology Transfer Foundation. *Shop Guide to Reduce the Waste of Metalworking Fluids*. 1995
10. Iowa Reduction Center. University of Northern Iowa. *Cutting Fluid Management in Small Machine Shop Operation*. 1990.
11. Michigan (State of). Departments of Commerce and Natural Resources. Environmental Services Division. *Ten Ways to Reduce Machine Coolant Costs*. 1994
12. Minsal (Ministerio de Salud de la República de Chile). *Borrador de Reglamento de Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos*. 1998
13. Minnesota Technical Assistance Program. *Prolonging machine coolant life*. 1991

14. Nachtmann, Elliot. *Metalworking Lubricant Definitions. Waste Minimization and Wastewater of Metalworking Fluids*. Independent Lubricant Manufacturers Association. Virginia. U.S. 1990
15. NPI (National Pollutant Inventory). Environmental Protection Agency, Australia. Emission Estimation Technique Manual for Structural & Fabricated Metal Product Manufacture. Diciembre 1999.
16. NSF-ARP. Machine Tool - Agile Manufacturing Research Institute. Michigan Technological University; University of California – Berkeley; University of Nebraska; University of Illinois at Urbana-Champaign. *Environmentally Conscious Machining. Project Description*. 1995
17. Ohio EPA. *Extending the Life of Metal Working Fluids*. Fact Sheet - Number 11, March 1993 Pollution Prevention Section, Ohio Environmental Protection Agency
18. Organization Resources Counselors, Inc. 1999. *Management of the Metal Removal Fluid Environment*. Washington DC. <http://www.aware-services.com/orc/tableof3.htm>
19. OSHA (Sheenan). *Summary. Final Report of the OSHA Metalworking Fluids Standards Advisor Committee*. Estados Unidos. 1999
20. Pojasek, Robert. *Practical Pollution Prevention. Selecting P2 Opportunities. Pollution Prevention Review*. Spring 1998. Wiley.
21. US Environmental Protection Agency, Office of Pollution Prevention y Toxics. EPA/560/8-92/001A January 1992, *Pollution Prevention Options In Metal Fabricated Products Industries. A Bibliographic Report*
22. Washington State Department of Ecology. 1999. *Worker Health and Safety. In: Metal Machining Sector: Pollution Prevention Assessment and Guidance. Hazardous Waste and Toxics Reduction (WADOE) Program*. Publication #99-412. Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center (PNPPRC). <http://www.pprc.org/pprc/sbap/machine/h&s.html>
23. Whittaker. *Metalworking Fluids: A Fact Sheet for Workers*. SHARP. Washington State Department of Labor and Industries. 46-1-1997. Septiembre 1997.
24. Whittaker. *Metalworking Fluids: A Resource for Employers and Health & Safety Personnel in Washington State*. SHARP. Washington State Department of Labor and Industries. Technical Report 46-2-1997. Octubre 1997b.
25. World Bank. 1997. *Pollution Prevention and Abatement Handbook – Part II & III*

ANEXO 1

FUENTES DE INFORMACIÓN

**COMISIÓN NACIONAL DEL
MEDIO AMBIENTE CHILE**

<http://www.conama.cl>



**DELAWARE DEPARTMENT
OF NATURAL RESOURCES
AND ENVIRONMENTAL
CONTROL**

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



**WESTERN REGIONAL
POLLUTION PREVENTION
NETWORK**

<http://www.westp2net.org/factshts.htm>



**OHIO ENVIRONMENTAL
PROTECTION AGENCY**

<http://www.epa.ohio.gov/opp/avlinfo.html>



ASIMET

<http://www.asimet.cl>



ENVIRO\$EN\$E

<http://es.epa.gov/techinfo/case/michigan/mich-cs1.html>



**ASOCIACION CHILENA DE
SEGURIDAD**

<http://www.achs.cl>



**NORTH CAROLINA
DEPARTMENT OF
ENVIRONMENT, HEALTH
AND NATURAL RESOURCES**

<http://www.p2pays.org/ref/01/00020.htm>

