

Índice de Contenido

Agradecimientos	v
Abreviaciones y siglas utilizadas	vii
EL CENTRO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES (CPTS) Y LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML)	viii
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS DE LA GUÍA	1
1.2 LOS BENEFICIOS PARA LOS MATADEROS DE PORCINOS.....	1
1.3 SELECCIÓN DEL SUBSECTOR MATADEROS DE PORCINOS	2
1.4 RESUMEN DEL CONTENIDO.....	2
1.5 CONSIDERACIONES ACERCA DE LA GUÍA	3
CAPÍTULO 2 GENERALIDADES DE LOS MATADEROS DE PORCINOS	5
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR PECUARIO EN BOLIVIA	5
2.1.1 Situación actual general del sector	5
2.1.2 El sector pecuario y el Producto Interno Bruto.....	6
2.1.3 Ganado porcino.....	6
2.2 LA CADENA PRODUCTIVA DE PORCINOS DE CARNE	8
2.2.1 La cadena productiva de porcinos de carne	8
2.3 PRODUCCIÓN Y TASA DE EXTRACCIÓN	9
2.3.1 Tasa de extracción.....	10
2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATADEROS EN BOLIVIA	10
2.4.1 Generalidades y situación actual	10
2.4.2 Clasificación de los mataderos en Bolivia.....	11
2.4.3 Agrupamiento de mataderos para fines de esta guía	12
2.5 REGLAMENTACIÓN PARA MATADEROS DE PORCINOS	12
2.5.1 Reglamentación ambiental.....	12
2.5.2 Reglamentación de sanidad agropecuaria e inocuidad alimentaria.....	13
2.6 SITUACIÓN AMBIENTAL DE LOS MATADEROS DE PORCINOS EN BOLIVIA.....	14
2.6.1 Gestión de las descargas líquidas	14
2.6.2 Gestión de las descargas sólidas y semisólidas.....	15
2.6.3 Gestión de las descargas atmosféricas	15
2.6.4 Gestión de la energía.....	16
2.6.4.1 Energía eléctrica	16
2.6.4.2 Energía térmica.....	16
CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FAENO DE PORCINOS Y SUS DESCARGAS AL MEDIO AMBIENTE	17
3.1 OPERACIONES EN LA ZONA NEGRA	17
3.1.1 Recepción de animales.....	20
3.1.2 Inspección ante mórtem.....	21
3.1.3 Reposo de animales	22
3.1.4 Aturdimiento	22
3.1.5 Degollado y desangrado	24
3.1.6 Escaldado de cerdos.....	27
3.1.7 Corte de cabezas y patas	30
3.1.8 Eviscerado	31
3.1.8.1 Remoción de las vísceras abdominales y los órganos	31
3.1.8.2 Lavado de estómagos, intestinos y órganos.....	32
3.1.9 Dividido de carcasas	34
3.1.10 Inspección Post Mortem.....	35

3.2	OPERACIONES EN LA ZONA BLANCA.....	36
3.2.1	Limpieza de carcasas	36
3.2.2	Flameado de las carcasas	38
3.2.3	Oreo de las carcasas	39
3.2.4	Refrigeración de las carcasas.....	40
3.2.5	Cortes, productos especiales y empaquetado	41
3.2.6	Transporte.....	41
3.3	OPERACIONES DE LIMPIEZA EN EL MATADERO.....	42
3.3.1	Limpieza del personal	42
3.3.2	Limpieza de vehículos.....	42
3.3.3	Limpieza de corrales	43
3.3.4	Limpieza de las zonas negra y blanca del matadero	43
3.4	CONSUMOS ESPECÍFICOS.....	44
3.4.1	Agua.....	45
3.4.2	Energía eléctrica	45
3.4.3	Energía térmica.....	46
3.5	DESCARGAS ESPECÍFICAS.....	46
3.5.1	Descargas sólidas.....	46
3.5.2	Descargas líquidas.....	47
3.5.3	Descargas a la atmósfera	48
CAPÍTULO 4 MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN MATADEROS DE PORCINOS.....		49
4.1	RECEPCIÓN DE ANIMALES	50
4.1.1	Pesar y registrar los animales.....	50
4.2	INSPECCIÓN ANTE - MÓRTEM.....	50
4.2.1	Realizar la inspección ante mórtem de acuerdo a norma establecida.....	50
4.2.2	Realizar el sacrificio de emergencia de animales enfermos	51
4.2.3	Lavar los animales antes de ingresar a la zona de faeno	51
4.3	DEGOLLADO Y DESANGRADO.....	52
4.3.1	Degollar y desangrar en posición vertical	52
4.3.2	Recolectar la sangre para que no vaya al efluente.....	55
4.4	ESCALDADO Y DEPILADO DE CERDOS	58
4.4.1	Escaldar a los cerdos en agua a 60 – 65 °C.....	58
4.4.2	Depilar a los cerdos evitando que las cerdas contaminen el efluente	60
4.5	CORTE DE CABEZAS Y PATAS	62
4.5.1	Corte de cabezas	62
4.5.2	Realizar el corte de patas con procedimientos y herramientas adecuadas.....	62
4.6	REMOCIÓN Y PROCESAMIENTO DE ESTÓMAGO, INTESTINOS Y ÓRGANOS	63
4.6.1	Recolectar el estiércol de los intestinos en seco y optimizar el consumo de agua de lavado de intestinos	65
4.6.2	Optimizar el consumo de agua en el lavado de órganos	67
4.7	DIVIDIDO DE CARCASAS (CANALES)	69
4.7.1	Dividir las carcasas en forma higiénica.....	69
4.8	LAVADO DE CARCASAS.....	71
4.8.1	Lavar las carcasas usando eficientemente el agua	71
4.9	INSPECCIÓN POST MÓRTEM DE LAS CARCASAS, ESTÓMAGO, INTESTINOS Y ÓRGANOS	72
4.9.1	Realizar la inspección post mórtem de acuerdo a norma establecida.....	72
4.10	FLAMEADO O CHAMUSCADO DE CARCASAS (CANALES)	73
4.10.1	Flamear las carcasas sin quemarlas.....	73

4.11	ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS CARCASAS	75
4.11.1	Almacenar las carcasas en sala de oreo (almacenamiento no refrigerado)	75
4.11.2	Almacenamiento refrigerado para conservar adecuadamente la carne	76
4.11.2.1	Conservar las carcasas en sistemas sin refrigeración	77
4.11.2.2	Conservar las carcasas en sistemas de preenfriamiento atmosférico y refrigeración por circulación forzada	78
4.12	TRANSPORTE DE CARNE	79
4.12.1	Transportar la carne en vehículos adecuados	79
4.13	LIMPIEZA EN EL MATADERO	80
4.13.1	Prácticas de limpieza en general	80
4.13.1.1	Intercepción y limpieza en seco de pedazos de carne y otros	85
4.13.1.2	Uso de limpiadores ciclónicos de vacío	86
4.13.1.3	Uso de dispositivos de limpieza apropiados	86
4.13.1.4	Uso de reactivos químicos de limpieza apropiados	87
4.13.2	Limpiar, de forma eficiente, los vehículos de transporte de animales	87
4.13.3	Limpiar los corrales considerando procedimientos sanitarios y ambientales	88
CAPÍTULO 5 OTRAS MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: VALORIZACIÓN DE RESIDUOS		90
5.1	OBTENER SUBPRODUCTOS A PARTIR DEL PROCESAMIENTO DE LA SANGRE.....	90
A.	Explicación de la medida.....	90
5.1.1	Obtención de plasma	93
5.1.2	Sistemas de producción de harina de sangre	95
5.2	APROVECHAR EL ESTIÉRCOL PARA PREPARAR COMPOST	102
5.3	OBTENCIÓN DE SUBPRODUCTOS A PARTIR DE RESIDUOS GRASOS.....	107
A1.	Elaboración de jabón.....	108
A2	Obtención de ácidos grasos.....	110
5.4	PRODUCCIÓN ANAERÓBICA DE BIOGAS A PARTIR DE RESIDUOS DE MATADERO.....	111
5.4.1	Biodigestores	114
5.4.1.1	Biodigestor de fosa	114
5.4.1.2	Biodigestor tubular de plástico	115
5.4.1.3	Biodigestores tipo reactor	116
CAPÍTULO 6 MEDIDAS RELACIONADAS CON EL BIENESTAR ANIMAL		118
6.1	BIENESTAR DEL ANIMAL Y CALIDAD DE LA CARNE	119
6.1.1	Evitar el estrés y las lesiones en los animales	119
	Carne pálida, blanda y exudativa (PSE)	119
	Carne oscura, firme y seca (DFD)	119
	Hematomas y lesiones	120
6.2	TRANSPORTE DEL GANADO DE LAS ESTANCIAS AL MATADERO.....	121
6.2.1	Usar vehículos adecuados para el transporte de animales	121
6.2.2	Descargar los animales de los vehículos por rampas e instalaciones adecuadas	124
6.3	REPOSO DE LOS ANIMALES PREVIO AL FAENO	125
6.3.1	Dejar reposar a los animales en corrales antes del faeno	125
6.3.2	Coordinar la limpieza de corrales con los tiempos de reposo de los animales.....	128
6.4	TRANSPORTE DE ANIMALES DESDE CORRALES A LA ZONA DE FAENO.....	128
6.4.1	Construir pasillos (mangas) de transporte que faciliten el manejo de animales	128
6.4.2	Arrear a los animales considerando su “zona de fuga” y “punto de equilibrio” ,	129
6.5	ATURDIDO DE ANIMALES (INMOVILIZACIÓN)	130
6.5.1	Aturdir al animal considerando su bienestar y preservando la calidad de la carne	130
CAPÍTULO 7 ANEXOS		138
7.1	ANEXO A GLOSARIO	138
7.1.1	Anexo A.1 Glosario de términos usados en mataderos.....	138
7.1.2	Anexo A.2 Términos químicos y ambientales más usados en los mataderos	148

7.2	ANEXO B ENFERMEDADES DE MAYOR INCIDENCIA EN EL GANADO PORCINO EN BOLIVIA	152
7.2.1	Generalidades.....	152
7.2.2	Situación en Bolivia.....	152
7.2.3	Enfermedades que afectan al ganado porcino en Bolivia	154
7.2.3.1	Brucelosis porcina	154
7.2.3.2	Cisticercosis porcina	155
7.2.3.3	Encefalomieltis por enterovirus	155
7.2.3.4	Enfermedad de Aujeszky	156
7.2.3.5	Enfermedad vesicular porcina	157
7.2.3.6	Estomatitis vesicular	158
7.2.3.7	Fiebre aftosa	158
7.2.3.8	Gastroenteritis transmisible	160
7.2.3.9	Peste porcina clásica	160
7.2.3.10	Rinitis atrófica del cerdo	162
7.2.3.11	Triquinosis	164
7.3	ANEXO C TRAZABILIDAD EN EL SECTOR CÁRNICO	165
7.3.1	Seguridad alimentaria	165
7.3.2	Trazabilidad.....	165
7.3.3	Objetivos de la trazabilidad	165
7.3.4	Alcance	165
7.3.4.1	Trazabilidad hacia atrás.....	166
7.3.4.2	Trazabilidad interna.....	166
7.3.4.3	Trazabilidad hacia delante	166
7.3.5	Sistemas de identificación.....	167
7.3.5.1	Identificación individual de animales.....	167
7.3.5.2	Identificación de animales por lotes	167
7.3.6	Fases para la puesta en marcha de un sistema de trazabilidad.....	167
7.3.7	Conclusiones.....	169
7.4	ANEXO D TÉCNICAS DE LIMPIEZA	170
CAPÍTULO 8 Referencias		174

Agradecimientos

El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) tiene el agrado de presentar la “Guía Técnica de Producción Más Limpia para Mataderos de Porcinos”, elaborada por su equipo técnico.

El objetivo de esta guía es constituirse en un instrumento de referencia, en materia de Producción Más Limpia (PML), para las empresas, autoridades ambientales, consultores, instituciones e interesados en general.

El CPTS expresa su más sincero agradecimiento a:

- La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a la Embajada Real de Dinamarca, a la Cámara Nacional de Industrias (CNI) y a la Cámara Departamental de Industrias de La Paz (CDILP).
- Los consultores Knud J. Rassmussen (Dinamarca) y Lino Héctor Gallo (Uruguay), expertos en mataderos y medio ambiente, y Jhanina Garbay Chávez (Bolivia) veterinaria.
- Al Viceministerio de Industria, Comercio y Exportaciones (VICE), (hoy Viceministerio de Producción Industrial a Mediana y Gran Escala (VPIMGE)) a través de su Programa de Cooperación Técnica al Medio Ambiente – Sector Industria, por su colaboración en el desarrollo del concepto de las Guías Técnicas de Producción Más Limpia y la incorporación de este concepto dentro del “Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero” (RASIM), como un incentivo para las industrias.
- Al Ing. José Campero Marañón por su aporte con información sobre el sector agropecuario en Bolivia.
- Al Ing. Oliver Campero por su apoyo en la implementación del proyecto “Valorización de residuos de mataderos a través de la producción de biogás”.
- Al Ing. Fernando Peñarrieta, Jefe Nacional de Inocuidad Alimentaria del SENASAG, por sus valiosos comentarios y aportes técnicos al proceso de faena de porcinos.
- Al Ing. Juan Carlos Phillipsberg, gerente de producción de la empresa TUSEQUIS, y al Sr. Severo Huallpa M., gerente general – propietario del Matadero Frigorífico Industrial Aurora del Sur S.R.L., por su valioso apoyo para la obtención de datos para el balance de masa de cerdos.
- A todas las empresas, instituciones y personas que han aportado con sus comentarios y experiencias.

Finalmente, cabe hacer notar que las opiniones vertidas en este documento son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente aquéllas de las agencias de cooperación, instituciones y personas antes mencionadas.

Por el Directorio del CPTS:

Víktor de los Heros Álvarez, Presidente;
Gonzalo Taboada López, Vicepresidente en representación de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia;
Gerardo Velasco, Tesorero.

La Paz, junio de 2009

Antonio Ruiz Michel
Director Ejecutivo.

Guía Técnica de Producción Más Limpia para Mataderos de Porcinos

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS)

Autores y editores:

Equipo Técnico del CPTS:

Antonio Ruiz Michel, Director Ejecutivo CPTS
Carlos E. Arze Landivar, Consultor senior CPTS
Juan Cristóbal Birbuet Rosazza, Consultor CPTS
Cesín A. Curi Sabja, Consultor senior CPTS
Patricia Durán Rodríguez, Consultora CPTS
Cecilia Espinosa Murga, Consultora CPTS
Daysi Guamán Meza, Consultora CPTS
Nicole Kopp Valdivia, Consultora CPTS
Samuel Lora Rocha, Consultor CPTS
Adalid Michel Espinosa, Consultor CPTS
Christian Romero Prieto, Consultor CPTS
Zusan Tejeda Fernández, Consultora CPTS
Franz Velazco Quintanilla, Consultor CPTS
Justo Zapata Quiroz, Consultor senior CPTS

Consultores Externos

Johnny Nuñez Guzmán, Consultor externo para salud y enfermedades de porcinos
Jorge Sanjinés Lizarazu, Consultor externo para salud y enfermedades de porcinos
Daniel Cabrera Santelices, Consultor externo en eficiencia energética
Birgit Friis, Consultora del PCDSMA, adscrita al CPTS

Dirección CPTS

Av. Mariscal Santa Cruz N° 1392
Edificio Cámara Nacional de Comercio, piso 12
Tel.: (591) (2) 2319891
Fax: (591) (2) 2319903
Casilla 2603
Correo electrónico: direccion.ejecutiva@cpts.org
Página web: www.cpts.org

La Paz – Bolivia, junio de 2009

Abreviaciones y siglas utilizadas

APPCC (HACCP)	Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (Hazard Analysis and Critical Control Point)
CAMEX	Cámara de Exportadores
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CAO	Cámara Agropecuaria del Oriente
CC	Comité de Competitividad
CDILP	Cámara Departamental de Industrias de La Paz
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CNI	Cámara Nacional de Industrias
CNIC	Cámara Nacional de Industrias Cárnicas
CPTS	Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles
DANIDA	Asistencia Danesa al Desarrollo Internacional
DPML	Diagnóstico de Producción Más Limpia
FEGABENI	Federación de Ganaderos del Beni
FEGACHACO	Federación de Ganaderos del Chaco
FEGASACRUZ	Federación de Ganaderos de Santa Cruz
FEGATAR	Federación de Ganaderos de Tarija
FUNDAPRO	Fundación para la Producción
IBNORCA	Instituto Boliviano de Normalización y Calidad
IIDEPROQ	Instituto de Investigaciones y Desarrollo de Procesos Químicos
INE	Instituto Nacional de Estadística
INLASA	Instituto Nacional de Laboratorios de Salud
LIDIVECO	Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Veterinario Cochabamba
LIDIVET	Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Veterinario (Santa Cruz)
MACA	Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios
MAI	Manifiesto Ambiental Industrial
MDPEP	Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural
MDRT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
NB	Norma Boliviana
OIE	Organización Internacional de Epizootias (Organización Mundial de Sanidad Animal)
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PCDSMA	Programa Cooperación Danesa al Sector Medio Ambiente
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PML	Producción Más Limpia
PRONEFA	Programa Nacional de Erradicación de la Fiebre Aftosa
RAI	Registro Ambiental Industrial
RASIM	Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero
RAU	Régimen Agropecuario Unificado
RS	Registro Sanitario
RZ	Recursos Zoogenéticos
SECO	Secretaría de Estado para la Economía de Suiza
SENASAG	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria
SNAG	Servicio Nacional de Ganadería
US\$	Dólar de los Estados Unidos de América
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
VICE	Viceministerio de Industria y Comercio Exterior
VPIMGE	Viceministerio de Producción Industrial a Mediana y Gran Escala

NOTA.- La nomenclatura para la notación numérica es como sigue: la coma (,) se usa para separar miles y el punto (.) para separar decimales.

EL CENTRO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES (CPTS) Y LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML)

QUÉ ES LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML)

“La Producción Más Limpia (PML) es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, a los productos y a los servicios para incrementar la eficiencia global y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente. La PML puede ser aplicada a los procesos empleados en cualquier industria, a los productos mismos y a los diferentes servicios prestados a la sociedad.

En los procesos productivos, la PML conduce al ahorro de materias primas, agua y/o energía; a la eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas; y a la reducción, en la fuente, de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos, durante el proceso de producción.

En los productos, la PML busca reducir los impactos negativos de los productos sobre el ambiente, la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto.

En los servicios, la PML implica incorporar el quehacer ambiental en el diseño y la prestación de servicios.”¹

La PML incrementa la eficiencia productiva debido a que su aplicación conduce a la empresa a hacer un uso óptimo de materias primas, agua y energía, entre otros insumos, permitiéndole producir la misma cantidad de productos con una cantidad menor de insumos. El efecto es la disminución del costo unitario de producción y, al mismo tiempo, la reducción de la cantidad de residuos generada. Al necesitar una menor cantidad de insumos para generar la misma cantidad de productos, también se está permitiendo el uso de esos insumos en otras actividades (industriales, residenciales u otras), o simplemente al dejar de utilizarlas se está ayudando a la preservación de éstos (por ejemplo, acuíferos).

Más aún, se produce la reducción tanto del costo de tratamiento de desechos como de los impactos negativos en el medio ambiente. Por lo tanto, el incremento de la eficiencia productiva, implica beneficios económicos y ambientales simultáneos, que pueden no solo solventar las acciones de PML, sino mejorar la competitividad de las empresas. Por tanto, la PML debe concebirse como una estrategia empresarial que, al minimizar los daños ambientales y maximizar los rendimientos económicos, es ambiental y económicamente sostenible, por lo que puede, y debe, ser aplicada por cualquier tipo de empresa.

¹ Esta es una traducción, realizada por el CPTS, de la definición oficial, en inglés, de Producción Más Limpia, adoptada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA (United Nations Environment Program – UNEP).

QUÉ ES Y QUÉ HACE EL CENTRO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES (CPTS)

Para comprender qué es el CPTS y el desarrollo institucional que ha experimentado es necesario remontarse unos años atrás.

En septiembre de 1995, con financiamiento de USAID, inicia actividades el Proyecto para la Prevención de la Contaminación Ambiental (Environmental Pollution Prevention Project – EP3), teniendo como ejecutora técnica y administrativa a la empresa Hagler Bailly Consulting Inc. (HBCI), con el objetivo de introducir la práctica de la prevención de la contaminación en el sector industrial. Para tal efecto, se suscribió un acuerdo entre la Cámara Nacional de Industrias (CNI) y la empresa HBCI. Debido a los buenos resultados obtenidos en Bolivia, el convenio original suscrito por dos años fue ampliado a tres.

Por otro lado, con financiamiento del Reino de los Países Bajos, a través del Banco Mundial, inicia actividades en 1994 el Programa de Asistencia Técnica para el Manejo del Sector Energético (Energy Sector Management Program – ESMAP), cuya contraparte nacional era la entonces Secretaría Nacional de Energía, hoy Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEEA).

Debido a la similitud de filosofías y complementariedad de acciones entre el EP3/Bolivia y el ESMAP, a partir de 1997, ambos (proyecto y programa), comienzan a trabajar en forma coordinada y, a partir de septiembre de 1998, se fusionan, mediante un Convenio suscrito entre el Viceministerio de Energía e Hidrocarburos (hoy VMEEA) y la CNI, para crear el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), entidad encargada de promover las prácticas de prevención de la contaminación y de eficiencia energética, como componentes de la **PML**.

Desde septiembre de 1998 hasta junio de 2002, el CPTS funcionó bajo tuición de la CNI, con la asistencia técnica y administrativa de la empresa PA Government Services Inc., y el financiamiento de USAID, del Reino de los Países Bajos, a través del Banco Mundial; y, desde el año 2000, de la Embajada Real de Dinamarca y de la Secretaría de Estado para la Economía de Suiza (SECO).

A partir del 1o de julio de 2002, el CPTS adquiere su personería jurídica, constituyéndose en una asociación civil sin fines de lucro que cuenta con el financiamiento de USAID y de la Embajada Real de Dinamarca y de SECO.

El objetivo principal del CPTS es promover el concepto y las prácticas de PML en los sectores productivos y de servicios de la economía boliviana, jugando un papel articulador de la oferta y la demanda de servicios de PML en el país. Entre las principales actividades desarrolladas por el CPTS, conducentes al logro de este objetivo, se puede mencionar:

- ⇒ La ejecución de **programas de asistencia técnica de PML** en las empresas (que constan de diagnóstico, seguimiento y estudio de caso), para difundir los beneficios obtenidos de su aplicación y así generar la “demanda de servicios de PML” por parte de la industria en general y, además, para entrenar a los profesionales bolivianos en planta.
- ⇒ La **capacitación** de una masa crítica de profesionales bolivianos, capaces de llevar adelante programas de asistencia técnica en PML, a fin de crear y consolidar la “oferta de servicios de PML” con un enfoque de mercado.
- ⇒ La puesta en funcionamiento del **Fondo de PML**, cuyo objetivo es el de otorgar créditos a las empresas dispuestas a invertir en la implementación de prácticas de PML. El pago del crédito se programa en función de los montos y tiempos en los que se obtengan retornos estrictamente por concepto de los ahorros derivados de dicha implementación. También se pretende que los intereses del crédito se encuentren entre los más bajos disponibles, sin causar distorsiones en el mercado bancario nacional. Este instrumento, que debe ser considerado como un incentivo para los empresarios, tiene como objetivo final demostrar al sector bancario que el apoyo a las prácticas de PML puede ser un negocio atractivo. El operador del Fondo es la Fundación para la Producción (FUNDAPRO).
- ⇒ La promoción del concepto de PML para incorporarlo, junto a su práctica, en el campo de la formación universitaria. Para tal efecto, se ha creado un **programa de becas** destinado a apoyar a alrededor de 20 tesis por año, por un monto máximo de US\$ 1,500 cada una, en las universidades públicas y privadas, a nivel nacional. Se pretende con ello generar lazos de cooperación mutua entre la industria y la universidad.
- ⇒ El financiamiento para **proyectos de investigación**, como parte del programa “Vinculación Universidad - Empresa”, destinado a incentivar trabajos que permitan resolver problemas técnicos de la industria, en base a la movilización de la capacidad científico técnica del país.
- ⇒ La elaboración de **Guías Técnicas de PML** para diferentes subsectores, como curtiembres, mataderos, textiles y otros, con el objetivo de poner a disposición de las empresas, autoridades ambientales, consultores, instituciones y personas involucradas en el tema, un instrumento de referencia técnica, basado en los principios de la PML.
- ⇒ La incorporación, a las actividades del CPTS, del tema de la **Responsabilidad Social Empresarial (RSE)**, con el objetivo de apoyar a las empresas en la elaboración de diagnósticos de la gestión empresarial en materia socio laboral.
- ⇒ Igualmente, la incorporación de **Diagnósticos de Gestión Ambiental (DGA)**, para promover la implantación de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), como parte del sistema general de gestión de la empresa. Dentro de un SGA se incluye: el

establecimiento de la política ambiental; el diseño y planificación del sistema de gestión, utilizando el diagnóstico de PML como una herramienta; la implementación del diseño; la verificación de la implementación del sistema; y la revisión del mismo, considerando el concepto de la mejora continua. La PML ayuda a que el SGA sea preventivo y el SGA ayuda a que la PML sea continua.

- ⇒ **El desarrollo de tecnologías más limpias.** Gracias a los diagnósticos de producción más limpia se diseñaron y construyeron dos líneas industriales completas para el beneficiado de quinua: una para quinua criolla y otra para quinua real. Cada línea industrial consta de un limpiador y despajador, escarificador, clasificador de grano, despedregador, lavador, enjuagador, centrifugador y secador. Por otro lado, para el beneficiado de achiote, se diseñó una trilladora para achiote y una máquina para la extracción de bixina y nor bixina, a partir de la semilla de achiote. Asimismo, para la industria textil, se diseñó maquinaria para el tendido de tela. Y, finalmente, para ingenios mineros, se diseñó maquinaria para el muestreo automática de mineral, concentrados y colas.
- ⇒ Entre otras actividades, como apoyo a las políticas de la Cámara Nacional de Industrias, se trabajó en:
 - el **fortalecimiento de su página Web** (www.bolivia-industry.com/sia) como instrumento central para la difusión de la información generada en el país y en el exterior;
 - el establecimiento del **“Premio a la Ecoeficiencia”**, como incentivo para aquellas empresas comprometidas en aumentar su productividad en armonía con el cuidado del medio ambiente;
 - la creación de la **Bolsa de Residuos Industriales (BRI)**, como parte de la producción más limpia, impulsa la comercialización de los residuos industriales mediante la creación de la oferta y la demanda, con el fin de minimizar los impactos ambientales causados por un inadecuado manejo de estos residuos. La BRI actúa como un intermediario entre el generador del residuo y el usuario del mismo.

PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML)

El programa de asistencia técnica en PML es un conjunto ordenado de actividades que un equipo técnico del CPTS ejecuta en una empresa (dedicada a la producción, ya sea de bienes o servicios), empleando una metodología de análisis de las operaciones productivas, que permite identificar y seleccionar opciones viables de PML, que deben implementarse con el propósito de prevenir la contaminación e incrementar la eficiencia energética. De esta manera, el programa constituye una base sólida a partir de la cual se puede implantar y mantener un sistema de gestión ambiental.

Los programas del CPTS son de carácter promocional, por lo cual, cada uno de los diagnósticos tiene un precio

nominal gracias al auspicio de las agencias de cooperación con las que se viene trabajando.

Un componente importante del costo del programa, se refiere a la asistencia técnica especializada que proporciona el CPTS. Otro componente es la participación activa de uno o más técnicos de la empresa en el equipo, no sólo con el propósito de que exista una contraparte empresarial receptora de los conocimientos y de los cambios a ser introducidos, sino que también forme parte del programa de capacitación y entrenamiento.

Para ejecutar un programa de asistencia técnica en PML, el CPTS no impone condiciones para que una empresa se beneficie con dicho programa, salvo el cumplimiento de algunos requisitos generales asociados a la solicitud del servicio, como el llenado de un cuestionario técnico. Sin embargo, el CPTS exige que la empresa demuestre un genuino interés y cumpla los acuerdos a ser establecidos en un convenio (contrato) de cooperación mutua a ser suscrito entre la empresa y el CPTS. Las opciones de PML identificadas, previamente aprobadas por la Gerencia de la empresa, deben ser implementadas de acuerdo a un calendario elaborado y aprobado por la propia empresa, pero concertado con el CPTS (los gastos y actividades de implementación de las recomendaciones de PML corren por cuenta de la empresa).

ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS HASTA EL PRESENTE

Desde septiembre de 1995 hasta febrero de 2009, primero como EP3 y posteriormente como CPTS, se ha realizado un total de 124 diagnósticos de **PML**, en diferentes tipos de empresas, cuyo resumen se encuentra en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Rubros de producción de empresas bolivianas en las que EP3/Bolivia – CPTS, efectuó diagnósticos de PML.

Tipo de empresa (según CIU (*), rev. 3, 1990)	Cant.
Elaboración de productos alimenticios y bebidas (jugos, molinería, panadería, hielo, lácteos, refrescos, etc.)	4
Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (reses, cerdos, pollos)	11
Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas (piña, banana, maracuyá)	6
Elaboración de productos lácteos	3
Elaboración de productos de molinería (quinua)	4
Alimentos preparados para animales	1
Elaboración de azúcar	2
Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p. (café, té, miel, castaña)	20
Elaboración de vinos	2
Elaboración de bebidas malteadas y de malta (cerveza)	4
Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales	9
Preparación e hilatura de fibras textiles; tejeduría de productos textiles	15
Curtido y adobo de cueros	11
Aserradero de madera, fabricación de partes y piezas de carpintería para construcción y fabricación de muebles de madera	4
Fabricación de sustancias químicas básicas (colorantes de origen vegetal, sustancias inorgánicas)	3

Tipo de empresa (según CIU (*), rev. 3, 1990)	Cant.
Fabricación de pinturas	1
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	1
Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p. (fabricación de productos de asfalto)	1
Fabricación de productos primarios de metales preciosos y fabricación de joyas (oro y plata)	1
Fundición de metales no ferrosos	1
Tratamiento y revestimiento de metales (galvanoplastia)	1
Hoteles	3
Restaurantes (preparación de raciones alimenticias)	1
Actividades de hospitales, médicos y odontólogos	5
Actividades de organizaciones empresariales y profesionales (oficinas)	2
Ingenios mineros	8
Total empresas	124

(*) CIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de los resultados obtenidos por la implementación de medidas de PML en 34 empresas.

Cuadro 2 Impacto de las prácticas de PML en 34 de las 124 empresas (ingenios azucareros, lácteos, cervecerías, curtiembres, mataderos y otras).

Detalle	Cantidad
Total recomendaciones efectuadas	452
Total recomendaciones implementadas	232
Porcentaje de implementación [%]	51
Inversión total efectuada por las empresas [US\$]	2,700,000
Beneficios económicos alcanzados [US\$/año]	2,300,000
Retorno sobre la inversión [%]	85
Reducción en el consumo de agua [m ³ /año]	4,208,359 ²
Reducción en la descarga orgánica [kg de DBO ₅ /año] ³	4,187,100 ⁴
Reducción en pérdidas de producto [kg/año]	1,284,311
Reducción en pérdidas de subproducto [kg/año]	2,818,100
Reducción en consumo de otros insumos [kg/año]	186,631
Reducción en el consumo de energía eléctrica [kWh/año]	223,717 ⁵
Reducción en el consumo de gas natural natural [mpc/año]	33,568 ⁶
Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) a la atmósfera [kg/año]	2,119,217 ⁷
Reducción de emisiones de partículas y otros gases a la atmósfera [kg/año]	6,080

² Equivalente al consumo de agua de 2 meses de la ciudad de La Paz.

³ DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno, 5 días): cantidad de oxígeno necesaria para oxidar, durante 5 días y a 20°C, la materia orgánica contenida en 1 litro de muestra, mediante los microorganismos que existen en la misma muestra. Se expresa en mg/l.

⁴ Equivalente a la descarga orgánica de 1.5 meses de la ciudad de La Paz.

⁵ Equivalentes al consumo de energía de un foco de 100 W que funciona sin apagarse durante 200 años.

⁶ Equivalente a la energía proporcionada por 40,120 garrafas de GLP de 10 kg.

⁷ Equivalentes a la absorción de CO₂ de 340 hectáreas de árboles (asumiendo 400 árboles por hectárea).

Por su lado, el ESMAP realizó diagnósticos de **eficiencia energética** en 14 empresas (industrias de materiales de construcción, bebidas, alimentos, textiles y hoteles). El ahorro de energía en dichas empresas varió entre el 9% y el 29% del consumo total, cuyo promedio ponderado es de 13%, que equivale a un ahorro monetario aproximado de 900,000 US\$ al año. Las inversiones hechas para alcanzar este ahorro fueron cerca de 800,000 US\$.

En los 8 años de funcionamiento del programa de becas se ha otorgado un total de 194 becas, 170 han sido concluidas y 24 están en ejecución.

Los resultados alcanzados han demostrado que es posible generar beneficios económicos para las empresas, así como beneficios reales para el medio ambiente. Sin embargo, pese a los importantes avances registrados, queda todavía un largo camino por recorrer, en el que la participación, no solo de las autoridades o de los empresarios es importante, sino la de cada uno de los habitantes del país. El CPTS no pretende resolver todos los problemas, sino generar un proceso que permita resolver problemas.

ALGUNOS EJEMPLOS

⇒ En la implementación de recomendaciones de PML:

Planta de Producción de Carpeta Asfáltica en Caliente (Honorable Alcaldía Municipal de Tarija)



Figura 1. Emisión de polvo a la atmósfera antes de implementar medidas de PML.



Figura 2. Emisión de polvo a la atmósfera después de implementar medidas de PML.

⇒ En el desarrollo de tecnología:

Desarrollo de Tecnología para el beneficiado de quinua



Figura 3. Limpiador preliminar



Figura 4. Lavador



Figura 5. Secador