



**GESTIÓN**  
*y.*  
**Producción**  
**MÁS LIMPIA**

— Oscar Tinoco Gómez, Editor —



# GESTIÓN Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Oscar Tinoco Gómez, Editor

# GESTIÓN Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

## Editor

© Ing. Oscar Tinoco Gómez  
Calle El Abutillo 3881 - Los olivos  
otinocog@gmail.com

## Autores

- © Añazco Escobar, Dixon
- © Armijo Carranza, Julio
- © Arriola Sánchez, Justo Víctor Alberto
- © Ayala Chacaltana, Pedro
- © Baños Motta, Jorge Ricardo
- © Benites Rodríguez, Leónidas
- © Eyzaguirre Munarriz, Juan
- © Gamarra Miranda, Luis Alfredo
- © Garrido Juárez, Rosa Mercedes
- © Guevara Sáenz De Viteri, Jessica Lucia
- © Huallpacusi Hilario, Elsa
- © Moncada Ramírez, Manuel
- © Moran Ruiz, Javier
- © Olivera Montenegro, Luis
- © Sotomayor Marujo, Alfonso
- © Tinoco Gómez, Oscar
- © Villanueva Napurí, Jesús
- © Yarin Achachagua, Anwar Julio
- © Zeña Ramos, José

## Diseño y maquetación

Stefanny Ibarra Castillo

Primera edición, Setiembre 2019

ISBN:

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin autorización previa y por escrito de los titulares de Copyright.

# GESTIÓN Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



# ÍNDICE

## PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: PRADIGMA VIGENTE

1. Introducción.....	13
2. Producción más limpia: definiciones.....	14
3.Red Latinoamericana de Producción más Limpia.....	17
4. Producción más limpia en el Perú.....	18
4.1.Corolario.....	20
Referencias.....	21

## COMPARACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ENTRE PERÚ Y ECUADOR

1. Introducción.....	25
2. Argumentación.....	26
2.1. Manejo de residuos sólidos.....	27
3. Gestión de los residuos sólidos en el Perú.....	29
3.1. Marco Institucional de los residuos sólidos en el Perú.....	29
3.2. Estructura institucional.....	32
4. Organismos y entidades ejecutoras.....	33
4.1.Organismos públicos.....	33
4.2.Gobiernos regionales.....	34
4.3.Organismos privados.....	34
4.4.Universidades públicas y privadas.....	34
4.5. Organismos que prestan servicios científicos y tecnológicos.....	34
4.6.Disposición final de residuos sólidos.....	36
4.7.Recolección, transporte y disposición final.....	37
4.8.Programa de incentivos a la mejora de la gestión y modernización municipal (PI).....	38
4.9.Gestión Administrativa del Servicio de Limpieza Pública.....	38
4.10.Residuos del ámbito no municipal.....	39
4.11.Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE.....	40
4.12.Educación Ambiental y Participación Ciudadana.....	41
5. Caso de estudio: unacem retos y oportunidades.....	42

5. 1. Visión General de la Gestión Ambiental de UNACEM.....	42
5. 2. Alineamiento de UNACEM a los aspectos legales, a través del cumplimiento del Plan Nacional de Residuos Sólidos 2016 - 2021.....	44
5. 3. Iniciativas y acciones de Mejora en UNACEM en cuanto a la Gestión de Residuos Sólidos.....	45
5. 4. Resumen de Información de resultado de Gestión de Residuos Sólidos en UNACEM.....	47
5. 5. Conclusiones del caso peruano .....	47
6. Gestión de los residuos sólidos en el Ecuador .....	48
6. 1. Marco Legal y Estructuración de Competencias Institucionales..	48
6. 2. Leyes y reglamentos que regulan el sector .....	48
7. Instituciones y Entidades Relacionadas con el Sector .....	50
7. 1. Principales actores .....	50
8. Esquema Funcional de los Principales Actores del Sector .....	51
8. 1. Entidades del Gabinete Ecuatoriano .....	51
8. 2. Organización de los servicios de limpieza urbana en el país.....	52
8. 3. Ejes de gestión del Ecuador.....	55
9. Caso de estudio: Programa de reparación ambiental y social (PRAS) en Ecuador.....	58
9. 1. Sector Agrícola: Situación de fumigación en cultivos de banano	60
10. Afectaciones Ambientales.....	62
10. 1. Impactos potenciales a la salud humana.....	63
10. 2. Conclusiones casos de Ecuador .....	63
10. 3. Comparación de la gestión de los residuos sólidos entre Perú y Ecuador .....	64
Conclusiones.....	65
Referencias .....	66

## **PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA APLICADA A LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE: CASO CURTIDURÍA EL PORVENIR**

1. Resumen.....	71
2. Marco Legal .....	71
2. 1. Presencia de la Norma ISO en el Proceso de Curtiembre.....	76
3. Proceso de Curtiembre .....	77

3. 1. Proceso de ribera .....	77
3. 2. Proceso de Curtido .....	78
3. 3. Diagnóstico del Proceso .....	81
4. Producción, consumo y descargas.....	82
4. 1. Producción de pieles y consumo de agua.....	83
4. 2. Descargas líquidas.....	84
4. 3. Descargas sólidas y semisólidas.....	93
5. RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	95
5. 1. Salado de pieles.....	95
5. 2. Pelambre.....	96
5. 3. Piquelado y curtido al cromo.....	100
6. Indicadores de desempeño .....	102
7. Seguimiento de la implantación de las recomendaciones de producción más limpia .....	102
Referencias .....	104

## **HERRAMIENTA DE GESTIÓN Y CONTROL AMBIENTAL: CASO TOROMOCHO**

1. Introducción.....	109
2. Desarrollo .....	118
2.1. Medida preventiva .....	129
Conclusiones.....	130
Referencias .....	138



# PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: UN PARADIGMA VIGENTE

## AUTOR:

Tinoco Gómez, Oscar  
Armijo Carranza, Julio



# PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: UN PARADIGMA VIGENTE

## 1. INTRODUCCIÓN

La actividad industrial, como parte de la actividad humana, genera impacto sobre el medio que la rodea. Al respecto, se precisa que el mayor nivel de contaminación del planeta es producido por la industria, en sus diversas formas. Su impacto se muestra a través de la contaminación del agua, generación de toxinas en el aire y deterioro de la calidad del suelo.

Entre las causas de esta creciente contaminación generada por la actividad industrial, se tiene:

- a. Crecimiento industrial no planificado
- b. Uso de tecnologías desactualizadas
- c. Número elevado de micro, pequeña y mediana empresa.  
En el caso peruano, se tiene que añadir los niveles altos de informalidad
- d. Deficiente proceso de eliminación de residuos

Ello ha motivado, en el tiempo, la atención del Estado, empresarios y comunidad, en general. La gestión ambiental aparece como una alternativa importante en la gestión de las empresas y de los organismos públicos.

Divo et al (2012) señalan al respecto:

- a. La percepción de los riesgos para la humanidad debido a los impactos negativos sobre el ambiente, por parte de la actividad industrial, motivaron que la comunidad internacional promueva e implemente políticas de protección y control ambiental.
- b. Inicialmente, estas medidas, se orientaron a la disminución de la contaminación por tratamiento al final del proceso.
- c. En las últimas décadas el acento recae en la adopción de enfoques preventivos en las actividades productivas y de servicios, relegando a un segundo plano la utilización de tecnologías de control de salida al final de los procesos.



Desde su aparición en la escena mundial, hace más de treinta años atrás, la producción más limpia ha guiado la labor de países, empresas y organizaciones, hacia una disminución de los niveles de contaminación ambiental.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, lanzó su Programa de Producción Limpia, en 1989, habiendo tenido como precedentes conceptos como “minimización de residuos”, “prevención de la contaminación” y “ecoeficiencia”. El siguiente gráfico, ilustra esta evolución:



Fuente: Divo et al, 2012

## 2. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: DEFINICIONES

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) define la producción más limpia como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente”. Definición que abarca los procesos de producción, el diseño y desarrollo del producto, así como los servicios. En el mismo documento se resumen sus alcances:

- **En los procesos de producción**, la PML aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones.
- **En el desarrollo y diseño del producto**, la PML contempla la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto, desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.
- **En los servicios**, la PML aborda la incorporación de criterios ambientales en el diseño y entrega de los servicios.

Según Van Hoff et al (2008), la importancia de la PML radica en su enfoque preventivo, antes que correctivo, del control y reducción de los impactos propiciados por la industria en el ambiente, apuntando estratégicamente a la sostenibilidad de la actividad industrial y a la eficiencia del proceso. Para ello, resaltan, es necesario implementar estrategias basadas en buenas prácticas asociadas a bajas inversiones, así como a tecnologías limpias asociadas a grandes inversiones de capital

Según Odes (2002), los actores principales para la implementación de la PML son el estado, los gremios (empresariales y laborales), la comunidad (trabajadores, pobladores) y las instituciones relacionadas con la ciencia y la tecnología (universidades, institutos de investigación).



## ACTORES DE LA PML



Fuente: Odes, 2002

Según la Guía Técnica de Producción Más Limpia (2008), la PML presenta una filosofía, respecto al ambiente, diametralmente al enfoque tradicional (al final del proceso), sistematizado en el siguiente cuadro:

Tratamiento de efluentes “al final del proceso” Reaccionar y corregir	Producción Más Limpia Anticipar y prevenir
La contaminación es controlada mediante sistemas de tratamientos al final del proceso (enfoque solo en residuos).	Se previene a generación de la contaminación en su fuente de origen, a través de medidas integrales.

Es aplicada cuando los procesos se han desarrollado, los productos se han producido y los residuos se han generado.	Es una parte integral del desarrollo de los procesos y productos, enfocada al aumento de la productividad y la rentabilidad
Los sistemas de tratamientos y control requieren inversiones que, en general, no son rentables para la empresa	Los residuos pueden ser transformados en productos/subproductos útiles y ser fuente potencial de recursos
La conducción del manejo ambiental en la empresa es realizada tanto por expertos ambientalistas como expertos en el manejo de desechos.	La conducción del manejo ambiental en la empresa es responsabilidad de todo el personal de la empresa.
Las medidas aplicadas deberían permitir el cumplimiento con los estándares impuestos por las autoridades.	Las medidas aplicadas, al estar dentro de un proceso de mejora continua, permiten alcanzar estándares cada vez más altos.

Fuente: CPTS, 2005

### 3. RED LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La ONUDI, ha venido impulsando la participación de un significativo número de estados en la búsqueda de una industria verde, amigable con el ambiente y proclive a la sostenibilidad. A nivel regional, por ejemplo, se ha constituido, desde el 2002, la red latinoamericana de producción más limpia.

Merced al financiamiento de los gobiernos de Suiza y Austria, en el año 2003, en La Habana (Cuba) se dio el punto de partida de la Red Latinoamericana de Producción más Limpia (CP LatinNet). Su propósito central fue “aumentar la cooperación y la organización de iniciativas conjuntas en la región; facilitar el acceso a la información y la transferencia de conocimientos a través del intercambio de experiencias entre los Centros y Programas de P+L; y, aumentar el desarrollo e implementación de proyectos regionales de P+L”. (Informe, 2013)



Esta red comprende a los siguientes países:

1. Bolivia: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles CPTS
2. Brasil: Centro Nacional de Tecnologías Limpias SENAI
3. Colombia: Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales – CNPMLTA.
4. Costa Rica: Centro Nacional de Producción más Limpia – CNP+L
5. Cuba: Red Nacional de Producción más Limpia:
6. Ecuador: Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos y Producción más Limpia.
7. El Salvador: Fundación Centro Nacional de Producción Más Limpia
8. Guatemala: Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia
9. Honduras: Centro Nacional de Producción Más Limpia
10. México: Centro Mexicano para la Producción más Limpia – CMP+L
11. Nicaragua: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua – CPmL-N
12. Perú: Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad Social – CER

## 4. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL PERÚ

En el Perú se han dado pasos importantes, aunque no suficientes, para impulsar la producción más limpia.

En mayo del 2019, por ejemplo, se ha firmado un acuerdo voluntario entre el Ministerio del Ambiente y la empresa cervecera Backus, denominado **“Acuerdo de Producción Limpia”**, orientado a la búsqueda de una “gestión ambiental responsable para la implementación y uso eficiente de recursos plásticos en la fabricación de nuevos envases PET, así como la gestión de residuos sólidos”. Debido a este acuerdo, Backus se compromete a:

- Elaborar un diagnóstico oficial de indicadores socio ambientales.



- Mantener el porcentaje de PET reciclado dentro de los procesos de elaboración de envases PET.
- Tener más del 75% de envases de vidrio retornable.
- Incrementar el reúso de residuos sólidos y subproductos de sus plantas.
- Capacitar a más de 5,000 voluntarios en la correcta disposición de residuos sólidos.
- Transparentar y comunicar los avances de su gestión ambiental.

Bustamante & Villegas (2017) reportan la aplicación de la estrategia de producción más limpia en la industria panificadora Bakery (Cajamarca), en donde se registra:

- Se diagnosticó el proceso, habiéndose encontrado que el consumo de energía eléctrica era el insumo más crítico,
- Se diseñaron propuestas de mejora en función al diagnóstico realizado, considerando los insumos principales como agua y energía eléctrica; así como un plan de acción con respecto a los residuos sólidos.

Cole (2018) aplicó la estrategia de PML para una empresa que elabora químicos básicos como sulfato de cobre y sus derivados, para el mercado nacional como internacional. Sus principales conclusiones fueron:

- Se demostró relación directa entre la producción más limpia y la ecoeficiencia de la producción, en la empresa SULCOSA SAC
- Se verificó la relación entre la producción más limpia y las buenas practicas operacionales en el proceso productivo
- La producción más limpia influye en la sustitución de insumos del proceso productivo.
- La producción más limpia se relaciona directamente con la reutilización, recuperación y reciclaje en la producción.

Aroquipa (2014) desarrolló la aplicación de estrategias de PML a procesos constructivos de edificaciones, en donde establece la mejora de los procesos productivos se asocia a:



- Utilización de elementos prefabricados, no requiere la producción de material como el concreto u otros, a pie de obra. Minimización de emisiones de partículas en suspensión ruido, etc.
- Uso de equipos y herramientas adecuados, que reducen emisiones atmosféricas por combustión, ruido, vibraciones
- Sustitución de materiales, orientado a un proceso constructivo, sin generación de residuos.

Paredes (2013) aplicó la estrategia de PML en el sector industrial pesquero, cuyos aspectos más saltantes fueron:

- La aplicación se concentró en plantas productoras de harina y aceite de pescado.
- Se obtuvo una reducción significativa de la contaminación al medio ambiente marino, a través de la recuperación de compuestos valiosos presentes principalmente en los efluentes, antes retornados al mar, y que ahora son introducidos en el proceso principal,
- Mejora del desempeño ambiental.
- Incremento de la productividad...

#### **4. 1. COROLARIO:**

La PML, como estrategia de gestión empresarial preventiva, constituye un paradigma de actualidad. El elevado índice de conflictividad de la actividad minera, las manifestaciones del cambio climático, la dificultad que tienen muchas empresas en mercados verdes, entre otros aspectos, son exigencia fundamental para su implementación.

Desde la perspectiva del derecho ambiental, De la Puente (2019), señala, ante la conflictividad ambiental generada por la actividad minera en el Perú, la necesidad de abordar, entre otros aspectos, “un plan de fomento de la producción limpia”. Enfatiza que el soporte de dicho plan deben ser los reglamentos ambientales sectoriales (...), orientados a “la



modificación de la conducta de las personas que dirigen las empresas para fijarse en objetivos de mejora ambiental continua .

Más allá de los aspectos normativos y siguiendo a Bernal et al (2016), para que la PML se constituya en realidad plena, se requiere:

- Participación activa y la colaboración por parte del sector empresarial, dado que, en la mayoría de los procesos industriales actuales, el factor ambiental todavía no es considerado de forma prioritaria
- Que las universidades y centros de investigación identifiquen y difundan casos exitosos de aplicación estrategias de producción más limpia.
- Sensibilización de todos los actores involucrados, teniendo como como fondo la sostenibilidad

La experiencia peruana, ligada a la academia, registra aplicaciones exitosas de la PML en diversos sectores industriales, poniendo en evidencia la versatilidad e importancia de este conjunto de estrategias.

## REFERENCIAS

Aroquipa, Héctor (2014) Procesos constructivos de edificaciones y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible. Tesis Doctoral Universidad nacional del Altiplano, Puno.

Bernal, Andrea; Beltran, Claudia; Marques, Andrés (2016) Producción Más Limpia: una revisión de aspectos generales. Revista I+3. Año. 3 Nro. 2 – Mar. – Ago. 2016 Universidad Boyacá, Colombia

Bustamante, Olga & Villanueva, Whalter (2017) La mejora de procesos en base a la estrategia de producción más limpia en la industria panadera Bakery s.a.c. Cajamarca, 2017. Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, Lima.



Cole, Antony (2018) Producción más limpia como estrategia para la ecoeficiencia de la producción en la planta 1 empresa Sulcosa, Callao, 2018. Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo, Lima.

CPTS (2005) Guía Técnica General de Producción Más Limpia. Usaid/Bolivia

De la Puente, Lorenzo (2019) ¿Cuál es la prioridad ambiental peruana respecto de la industria?. Diario Gestión, setiembre 2019. Lima.

Divo, Martha; Gonzales, Luis & Reyes, Rene (2012) Técnicas de Producción Limpia y Aseguramiento de La Calidad. Editorial Academia Española.

Odes (2002) Lineamientos para el desarrollo de la producción más limpia como mecanismo de política en Corantioquia. Organización para el Desempeño Empresarial Sostenible, Medellín

Paredes, Perla (2013) Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. Revista Industrial Data, 17(2): 72-80 (2013), UNMSM.

Van Hoof, B., Monroy, N. y Saer, A. (2008). Producción más limpia. Paradigma de gestión ambiental. Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.



# COMPARACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ENTRE PERÚ Y ECUADOR

## AUTORES:

Arriola Sánchez, Justo Víctor Alberto  
Baños Motta, Jorge Ricardo  
Gamarra Miranda, Luis Alfredo  
Garrido Juárez, Rosa Mercedes  
Guevara Sáenz De Viteri, Jessica Lucia  
Yarin Achachagua, Anwar Julio



# COMPARACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ENTRE PERÚ Y ECUADOR

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde principios del siglo XX hasta el siglo XXI, la forma en que vemos los residuos ha ido cambiando. Si es correcto decir que no hay nada que revele tanto sobre una civilización que lo que ella descarta, la forma como se manejan los residuos sólidos es un retrato completo de la sociedad de desperdicio y consumo frenético que construimos. Y eso exige nuevas visiones y decisiones urgentes que proporcionen un futuro sostenible para el planeta. (Nastari, A, 2016).

Así es como, recientemente, para determinar qué medidas se deben tomar, se ha analizado la proyección al 2100 del problema de la generación de residuos sólidos, observándose que salvo en África sub sahariana, Asia del Sur, Medio Oriente y África del Norte la generación por persona no debería aumentar del 2020 al 2100 (Hoornweg, 2014 y PNUMA, 2015).

Cada habitante del planeta produce aproximadamente 1.5 kg de basura por día, y que, multiplicado por las gigantescas concentraciones humanas en las grandes ciudades, resulta en volumen cuyo manejo se torna cada vez más pesado y desafiante. (Economía, 2015), este volumen se ha estimado que es de aproximadamente dos mil millones de toneladas al año de residuos sólidos domiciliarios y siete mil y diez mil millones de toneladas por año (PNUMA 2015: 52).

El Proyecto Regional para la Evaluación de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe (EVAL 2010) señalaba que la tasa de generación de residuos sólidos urbanos había pasado a ser de 0.93 Kg de basura por día por habitante, de los cuales 0.63 corresponden a residuos sólidos domiciliarios.

Por lo general y ha sido una práctica histórica, esta basura se encuentra en todas partes (podemos mencionar entre otros: desechos orgánicos, empaques, productos altamente contaminantes como baterías, equipos electrónicos, medicamentos, etc).



Es una gran oportunidad que dentro del Doctorado de Ingeniería Industrial se propague información y reflexiones sobre los múltiples aspectos que involucran la búsqueda de la universalización de la gestión de residuos sólidos. En ese sentido, este ensayo se abocará a resaltar las principales semejanzas y diferencias, que existen en la gestión de residuos sólidos entre Perú y Ecuador, países limítrofes que poseen una historia común. En las conclusiones se intenta resaltar las fortalezas y debilidades de cada una de estas gestiones tomadas como referencia.

## 2. ARGUMENTACIÓN

Uno de los problemas mundiales radica en el manejo y gestión de desechos sólidos, los cuales se originan por el consumo desenfrenado, desperdicio y falta de tratamiento, generando volúmenes de desechos en proporciones descomunales, con graves consecuencias para todos.

Vamos hacia un mundo cada vez más urbanizado y la sostenibilidad urbana es la búsqueda de desarrollo que no degrade el entorno y proporcione calidad de vida a los ciudadanos. Este concepto surge del informe elaborado en 1987 para las Naciones Unidas. En él se afirmaba que el desarrollo sostenible permite “satisfacer las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Se busca entonces tener una “ciudad limpia” es decir un lugar donde habitan gran cantidad de personas de manera óptima y saludable, con zonas verdes abundantes e infraestructuras libres de basura y contaminación, en esta predomina un ambiente agradable y propicio para desarrollar diferentes actividades.

Una “ciudad limpia” se construye con conocimiento, reflexión, planeamiento, inversión pública, sensibilidad, opciones por tecnologías de punta y creatividad. Además es fundamental la articulación de las organizaciones entre sector público, empresas y organizaciones comprometidas con la sostenibilidad y la inclusión social. (Ricardo Brandão, 2016)

En contra posición, una “ciudad sucia” es un lugar donde abunda la contaminación y los problemas ambientales debidos a una serie de factores que intervienen, como la acumulación de basura, los desechos



industriales y residuos en general. Por lo anteriormente expuesto, es más que evidente que se hace necesario el manejo adecuado de los residuos sólidos.

Correspondiendo su gestión a los ámbitos Municipales y No Municipales (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 2009. Manual de residuos sólidos).

## 2. 1. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se define el manejo de residuos sólidos como toda actividad técnica operativa que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo usado desde la generación del residuo hasta su disposición final. Ministerio del Ambiente. (2013). Glosario de términos de uso frecuente en la gestión ambiental. Lima: MINAM.

El manejo de residuos sólidos se gestiona a través de las siguientes etapas:

1. **MINIMIZACIÓN:** Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora. En esta etapa se promueve el uso de la 3R (Reducir, Reusar, Reciclar).

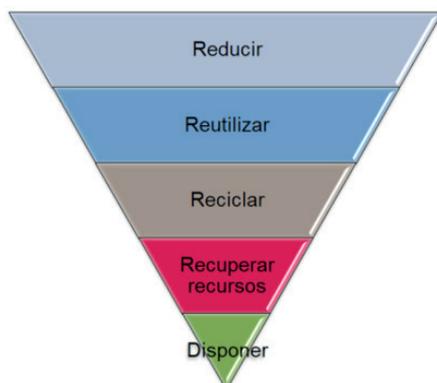


Figura 1: Las tres R. Fuente propia



2. **SEGREGACIÓN:** Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.
3. **ALMACENAMIENTO:** Acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final.
4. **RECOLECCIÓN:** Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado y continuar su posterior manejo en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.
5. **REAPROVECHAMIENTO:** Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye un residuo sólido
6. **COMERCIALIZACIÓN:** Se refiere a la compra y/o venta de los residuos sólidos recuperables para obtener un beneficio económico.
7. **TRANSPORTE:** Actividad que desplaza a los residuos sólidos desde la fuente de generación hasta la estación de transferencia, planta de tratamiento o relleno sanitario.
8. **TRANSFERENCIA:** Instalación en la cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos sólidos de los camiones o contenedores de recolección, para luego continuar con su transporte en unidades de mayor capacidad.
9. **TRATAMIENTO:** Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.
10. **DISPOSICIÓN FINAL:** Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.



## 3. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ

### 3.1. MARCO INSTITUCIONAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ

En el caso peruano, se rige por la ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos (21-06-2000) que ha sido modificada a través del tiempo, y en el actual gobierno se ha decretado el decreto de ley N° 1278 (23-12-2016) el cual permite asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección a la salud y el bienestar de la persona. Esta Ley en su artículo 2 dice:

Artículo 2: Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos. La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, co-procesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente.

Es necesario distinguir que según la ley 27314 los residuos domiciliarios son los generados por actividades domésticas en los domicilios: restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes, cartón, etc., de esta forma podemos distinguir que hay otra categoría que es para los residuos sólidos municipales.

Por otro lado, luego de varios estudios el Ministerio del Ambiente (MINAM) a través del Proyecto de Iniciativa de Pobreza y Medio Ambiente (PEI por sus siglas en inglés), vio la necesidad de la actualización del Plan Nacional de Residuos Sólidos (PLANRES) con el fin de establecer un marco de trabajo para el periodo 2016-2024 hacia el cumplimiento de las metas del Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA) para el año 2021 e incorporar las nuevas prioridades e intervenciones a ser abordadas desde el



ámbito nacional. Asimismo, se reconoce la importancia de trabajar articuladamente, ya que la gestión ambiental es de carácter transectorial y descentralizada, y el logro de los objetivos y metas del PLANAA es de responsabilidad compartida por todas las entidades del Estado, así como el sector privado y la sociedad en conjunto.

El Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024 (PLANRES 2016-2024) permitirá contar con un marco de trabajo sobre la gestión integral de residuos a nivel nacional, constituyéndose en un instrumento que permitirá articular los esfuerzos de los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local) según sus competencias y funciones, así como facilitar la implementación de diversas iniciativas o programas, estableciendo los lineamientos de trabajo para el próximo decenio que contemple no solo la mejora de la calidad ambiental a nivel nacional, sino también la generación de oportunidades para el desarrollo de un modelo de gestión integral de residuos sólidos alineado con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), las recomendaciones de otros organismos internacionales en la gestión de residuos sólidos, como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), y otras iniciativas del país en la búsqueda del desarrollo sostenible del Perú.

Según el Decreto Legislativo N°1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la definición actualizada de estos es: "... cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención y obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final".

Por otro lado: «... los residuos sólidos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida. También se considera residuos aquellos que siendo líquido o gas se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases, que por sus características fisicoquímicas no pueden ser ingresados en los sistemas de tratamiento de emisiones de efluentes y por ello no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos, los gases o líquidos deben ser acondicionados de forma



segura para su disposición final» (Presidencia de la República 2016: 607487).

El ente coordinador entre los distintos actores es el MINAM (Ministerio del Medio Ambiente), quien hace la evaluación y fiscalización, a través de la OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental). A través de SENACE, Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles, se hacen las evaluaciones de los Estudios de Impacto Ambiental detallados de los proyectos de inversión más grandes del país (minería, energía, hidrocarburos, transportes, agricultura y residuos sólidos).



Figura 2: Plan Nacional Integral de Residuos Sólidos 2016-2024

En último decreto señala que la gestión de residuos sólidos incluye el barrido y limpieza de los espacios públicos, la segregación, el almacenamiento, la recolección, la valorización, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final (Presidencia de la República Peruana 2016; 607478). Destacamos en esto que nuestra que la legislación considera la valorización de residuos, pero además que se consideren estos residuos como recursos, así como se hace en los países desarrollados.

Según la Ley General de Residuos Sólidos, son los gobiernos locales los que tienen la misión de orientar a los pobladores hacia buenas prácticas en el manejo de residuos. Los municipios se hacen cargo, a través de la implementación de proyectos integrales que buscan desarrollar capacidades, de educar a los ciudadanos y ciudadanas asignando recursos que permitan reducir, reusar y reciclar residuos sólidos, así como educarlos para rechazar su generación y reflexionar acerca de estos temas. Cada vez son más los gobiernos locales que desarrollan acciones de segregación o separación de residuos sólidos en la fuente y de minimización promoviendo acciones de educación, sensibilización y participación ciudadana para una gestión eficiente, eficaz y sostenible de residuos sólidos.

En el proceso de incorporación del enfoque ambiental en el sistema educativo se promueve la gestión eco-eficiente de los residuos sólidos en las instituciones educativas, lo cual permite que se articulen con los gobiernos locales para la participación, comunicación y empoderamiento en la gestión ambiental local de estos recursos mejorando el entorno ambiental. Mediante Proyectos Educativos Ambientales muchas instituciones educativas incorporan acciones de minimización, segregación y reciclaje y participan en el proceso de evaluación de logros de la comunidad educativa y en su proyección a la comunidad local en los siguientes componentes: gestión pedagógica, gestión institucional, educación en salud, educación en eco-eficiencia y educación en gestión de riesgos. Todo ello, mediante la aplicación de la matriz de indicadores de evaluación para instituciones educativas para el desarrollo sostenible. (Texto elaborado en base al informe tomado de <http://www.redrrsss.pe7material720130104110940.pdf>).

### **3. 2. ESTRUCTURA INSTITUCIONAL**

En el Perú existen una gran cantidad de organismos del Estado que abordan el problema de la gestión de residuos sólidos. Los organismos del Estado a cargo de la ciencia, tecnología e innovación tienen principalmente carácter nacional, aunque también los gobiernos regionales cuentan con su propia estructura. El más importante es el CONCYTEC.



- **Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC)**. Es el órgano rector del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (SINACYT), encargado de dirigir, fomentar, coordinar, supervisar y evaluar las acciones del Estado orientadas a vincular las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Es un organismo público descentralizado adscrito al Ministerio de Educación del Perú.
- **FONDO PARA LA INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (FINCYT)** (Presidencia del Consejo de Ministros del Perú)
- **INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD PARA EL AGRO PERUANO (INCAGRO)** (Ministerio de Agricultura del Perú)

## 4. ORGANISMOS Y ENTIDADES EJECUTORAS

### 4. 1. ORGANISMOS PÚBLICOS

- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)
- Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA)
- Instituto Geofísico del Perú (IGP)
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)
- Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
- Innovate Perú (INNOVATE)
- Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP)
- Instituto Nacional de la Salud (INS)
- Ministerio de la Producción del Perú (PRODUCE)
- Ministerio de Salud del Perú (MINSA)
- Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM)



## **4. 2. GOBIERNOS REGIONALES**

De acuerdo a ley, las gerencias de desarrollo social de los gobiernos regionales (24 en total) deben realizar funciones específicas en ciencia, tecnología y otras.

## **4. 3. ORGANISMOS PRIVADOS**

Institutos y centros investigación pertenecientes a empresas privadas.

## **4. 4. UNIVERSIDADES PÚBLICAS Y PRIVADAS**

El país cuenta con 33 universidades públicas. En I+D destacan las siguientes:

- Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)
- Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)
- Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA).
- De las 44 universidades privadas que existen destacan las siguientes:
- Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)
- Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

## **4. 5. ORGANISMOS QUE PRESTAN SERVICIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS**

Mencionamos solo los principales.

- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)
- Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA).
- Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos (CONACS)
- Instituto Antártico Peruano (IAP)
- Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE).



- Instituto Geofísico del Perú (IGP).
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
- Instituto Nacional de Becas y Crédito Educativo (INABEC)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE).
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA).
- Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL).
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)
- Instituto Nacional de la Salud (INS).
- Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).
- Instituto Tecnológico Pesquero (ITP).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENHAMI)
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)
- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC)
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL), adscrito a ministerio de la producción, que se ocupa de la normalización, para los distintos estándares que se establecen y que son necesarios para la gestión apropiada del medio ambiente y por consiguiente de los residuos sólidos.

Además, caben mencionar las distintas empresas que operan alrededor de esta gestión, como son: las operadoras de servicios, las aseguradoras de residuos, las recicladoras. Paralelamente en un nivel más bajo pero que es necesario señalar están los recicladores, que operan bajo la ley 29419 que regula su actividad.

A continuación se describe la situación actual del manejo de los residuos sólidos en el Perú.

Generación de residuos sólidos a nivel nacional, generación per cápita de residuos y composición



El Perú durante el año 2014 se generó un total de 7'497,482 t/año de residuos urbanos municipales, de los cuales un 64% son residuos domiciliarios y un 26% son residuos no domiciliarios, siendo la región costa la que producen la mayor cantidad de residuos, en particular Lima Metropolitana y Callao, donde se genera un promedio de 9,794 t/día (MINAN 2015).

La generación promedio nacional de residuos sólidos al 2014, fue de 13,244 t/día; teniendo como datos que Lima Metropolitana y el Callao generaron 5,970 t/día, el resto de ciudades de la costa generaron 3,224 t/día, las ciudades de la sierra generaron 2,736 t/día y las ciudades de la selva se generaron 1,314 t/día (MINAN 2015).

Respecto a la composición de residuos sólidos generados en el 2014 es importante resaltar que el 53,16% de los residuos sólidos son materia orgánica, el 18,64% son residuos no re-aprovechables, el 18,64% pertenece a residuos re-aprovechables y finalmente el 6,83% es compuesto por residuos reciclables.

En relación a los residuos de origen no municipal, la última información corresponde al año 2013, contando en su mayoría con información de los sectores manufactura, pesquería, acuicultura, agricultura y salud; determinándose que para el año 2013 se generó un total de 1,03 millones de toneladas, siendo el sector manufactura el que más contribuyó con el 80% de la generación. Cabe resaltar que para el periodo 2012, se reportaron un total de 11,03 millones de toneladas generadas en el sector no municipal; por lo que esta variabilidad puede deberse no a un cambio en patrones de generación sino más bien a problemas de gestión de información a nivel sectorial.

#### **4. 6. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Según la legislación vigente las municipalidades provinciales deben regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial, así como las municipalidades distritales debe proveer el servicio de limpieza pública determinando áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y del aprovechamiento industrial de desperdicios.



Del total de la generación de residuos sólidos municipales al 2014 (7'497,482 t/año), sólo 3'309,712 toneladas menos del 50% fueron dispuestos en un relleno sanitario tal como indica la normatividad vigente; siendo el remanente dispuesto inadecuadamente en el ambiente.

El MINAM con apoyo del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) trabaja en conjunto con los gobiernos locales desde el año 2014, para la implementación de un programa de disposición final segura de residuos sólidos recolectados por el servicio municipal de limpieza pública con la finalidad de reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos sólidos dispuestos inadecuadamente en el ambiente dentro del marco del Plan de incentivos de la mejora de la gestión y modernización municipal (Decreto Supremo N° 015-2014-EF), obteniendo como resultado para el año 2014, la participación de 203 municipalidades, de un total de 556 municipalidades tipo C (Municipalidades de ciudades no principales, con 500 o más viviendas urbanas), quienes identificaron áreas con criterios técnicos, ambientales y sociales para la disposición final segura de residuos sólidos municipales.

#### **4. 7. RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL**

Según información provista por los gobiernos locales mediante la plataforma SIGERSOL, se tiene una cobertura de 93,74% de la población urbana con sistema de recolección de residuos sólidos. Sin embargo, sólo 3'309,712 toneladas, es decir, menos del 50% fueron dispuestos en un relleno sanitario, tal como dicta la normatividad vigente; dejando al restante de residuos sólidos dispuestos inadecuadamente en botaderos u otras instalaciones de disposición final. Esto demuestra que, aun brindándose una adecuada cobertura en el servicio de limpieza pública, estos carecen de un impacto real positivo en la población y el ambiente, si al final del ciclo del manejo de estos residuos, se desecha sin ningún control afectando a la salud de la población e impactando negativamente al entorno.



#### **4. 8. PROGRAMA DE INCENTIVOS A LA MEJORA DE LA GESTIÓN Y MODERNIZACIÓN MUNICIPAL (PI)**

Desde el año 2011, el MINAM viene promoviendo la implementación de programas de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en 250 gobiernos locales consideradas ciudades principales tipo A y B; y desde el año 2013 promueve la implementación del programa de disposición final segura de residuos sólidos recolectados por el servicio municipal de limpieza pública, en 564 gobiernos locales considerados ciudades no principales con 500 o más viviendas urbanas (Tipo C); ambas acciones se llevan a cabo en el marco del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal; e implican la asistencia técnica y el acompañamiento a los gobiernos locales participantes por parte del sector.

A través de estos programas, se ha logrado que al año 2015, 176 municipalidades hayan cumplido las metas establecidas. En el desarrollo han participado activamente un total de 953 172 viviendas, lográndose un total de 1477 toneladas mensuales de residuos sólidos re-aprovechables que fueron incorporados a la cadena formal del reciclaje; el total de municipalidades que aplicaron a la meta, realizaron procedimientos para la formalización de recicladores.

Asimismo, con la implementación de los programas de disposición final segura de residuos sólidos recolectados por el servicio municipal de limpieza pública, se ha logrado que al año 2015 se tengan 365 municipalidades, las cuales han identificado áreas para infraestructura de reaprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

#### **4. 9. GESTIÓN ADMINISTRATIVA DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA**

En relación a aspectos normativos y de planificación es importante resaltar que al año 2014, 408 municipalidades, cuentan con instrumento de gestión de residuos sólidos vigente, entre Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PIGARS) y Planes de Manejo de Residuos Sólidos (PMRS).



Por otro lado, la información de la gestión administrativa correspondiente al año 2013, se determinó en función a 640 municipalidades, indicando que la administración se realiza principalmente por administración directa, con un 93%, un 6% es mixta y solo un 1% es tercerizada. La tercerización, con respecto a años anteriores es cada vez menor. Ante esto es necesario evaluar la eficiencia de la gestión bajo administración directa del servicio de limpieza pública, considerando la incorporación de sistemas de gestión con una mayor participación de empresas y de asociaciones de recicladores.

Otro punto importante en la gestión administrativa es el aspecto financiero, al hacerse un comparativo entre los gastos e ingresos por limpieza pública desde el año 2009 hasta el 2013 se aprecia que cada vez hay una brecha mayor, si bien la recaudación se ha ido incrementando, esta no ha sido significativa para cubrir los gastos que año a año también son incrementados. Para el año 2013, se tiene un ingreso de 440 millones de soles contra un egreso de 930 millones.

#### **4. 10.RESIDUOS DEL ÁMBITO NO MUNICIPAL**

Los residuos peligrosos del ámbito municipal vienen generando una gran problemática ya que se vienen disponiendo conjuntamente con los residuos comunes dadas las malas prácticas en el manejo por parte de sus generadores; la limitada oferta de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS); y en algunos casos la falta de fiscalización.

Para el año 2014, se estimó que el porcentaje de residuos peligrosos no re aprovechables del total de residuos del ámbito municipal fuera de 7,9%. Según regiones el porcentaje de estos residuos es de 7,88% para la costa, 7,04% para la Sierra y 3,82 % para la Selva.

Por otro lado, la información sobre la gestión de los residuos peligrosos no municipales durante el año 2013 reportó que se generaron un total de 100 000 toneladas. Sin embargo, esta información no incorpora todas las actividades económicas, en

tanto que no todos los sectores y generadores brindan información actualizada respecto a la gestión de sus residuos.

Entre los aspectos más relevantes reportados por los sectores, se encuentran:

- En el sector producción, el subsector manufactura indica como sus principales residuos a la escoria de procesos productivos, con un porcentaje de 38,4%, el segundo residuo de mayor importancia son los paños y textiles contaminados, con un 21,08%. El subsector Industria Pesquera indica como sus principales residuos a los aceites y grasas, con un porcentaje de 15,2%, el segundo tipo de residuo de mayor importancia son los residuos oleosos de las embarcaciones, con un 11.7%.
- El sector Agricultura indica como sus principales residuos a los residuos de aceite, con un porcentaje de 80,8%, el segundo tipo de residuo de mayor importancia son los envases de productos químicos con 12,3%.
- El sector Salud reportó información de la gestión de residuos sólidos peligrosos de 548 establecimientos de salud, las cuales generaron en total 12 755 t/año.

#### **4. 11. RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS - RAEE**

En agosto 2009 se firmó el Acuerdo entre la Confederación Suiza y la República de Perú relativo al “Proyecto de responsabilidad social empresarial para el manejo de los residuos electrónicos en el Perú” (2009-2011). Este proyecto es promovido por el MINAM, la Cámara de Comercio de Lima (Comité de Tecnologías de la información- CTI), el Instituto Federal Suizo para la Investigación y Prueba de Materiales y Tecnologías (EMPA) e implementado por el IPES-Promoción, y enmarcó los esfuerzos para la creación de instrumentos de gestión de los RAEE a nivel nacional.

El MINAM aprobó un Reglamento para la gestión y manejo de RAEE el cual dispone obligaciones en los productores basado en el Principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP). El



reglamento, específicamente en temas relacionados a la disposición final, propone que al no encontrarse tratamiento seguro para los RAEE o Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024 sus componentes, estos deben ser dispuestos en lugares destinados para tal fin, tal como lo propone la Ley General de Residuos Sólidos.

En el año 2012, se dio inicio a la Campaña Piloto de Manejo de RAEE del sector público, coordinada por IPES, MINAM y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con la participación de 17 instituciones como el Gobierno Regional de Lima y municipalidades de Lima y Callao, el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, entre otros.

Además, el MINAM realizó capacitaciones e iniciativas en la adecuada gestión y manejo de RAEE, además de campañas de recolección de RAEE en departamentos como Lima, La Libertad, Arequipa y Junín, llegando a recolectar 23 toneladas de RAEE en el año 2013. En el año 2014 se realizaron campañas en las ciudades de Piura, Cusco, Huaraz, Chancay, Lambayeque y Arequipa recolectando un total de 43,8 toneladas de RAEE.

#### **4. 12. EDUCACIÓN AMBIENTAL Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA**

Según información de la **Dirección de Educación Cultura y Ciudadanía Ambiental**, más de 18 000 Instituciones Educativas aplican el enfoque ambiental como parte de las currículas educativas; es decir, desarrollan acciones educativas e institucionales para el logro de competencias en los estudiantes que permita el ejercicio de ciudadanía ambientalmente responsable. Adicionalmente, un logro importante es la aprobación de la Política Nacional de Educación Ambiental que busca desarrollar la educación, cultura y ciudadanía orientada a la formación de una sociedad peruana sostenible, competitiva, inclusiva y con identidad.

Por otro lado, con respecto al mejoramiento de capacidades a nivel de gobiernos locales, en el año 2013, el 25% de los gobiernos locales brindó capacitaciones hacia sus funcionarios en gestión de residuos sólidos.



Asimismo, en el año 2014 según el reporte de los gobiernos locales un total de 4 745 095 ciudadanos han sido beneficiarios de programas de sensibilización en manejo de residuos sólidos en el marco del Programa de Segregación en Fuente y Recolección Selectiva.

## 5. CASO DE ESTUDIO: UNACEM RETOS Y OPORTUNIDADES

### 5. 1. VISIÓN GENERAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE UNACEM

Los retos de la empresa son las siguientes:

- Emisiones (control), Biodiversidad (protección ambiental), Energía (reducción de energía), Uso suelo Paisaje (impacto ambiental).

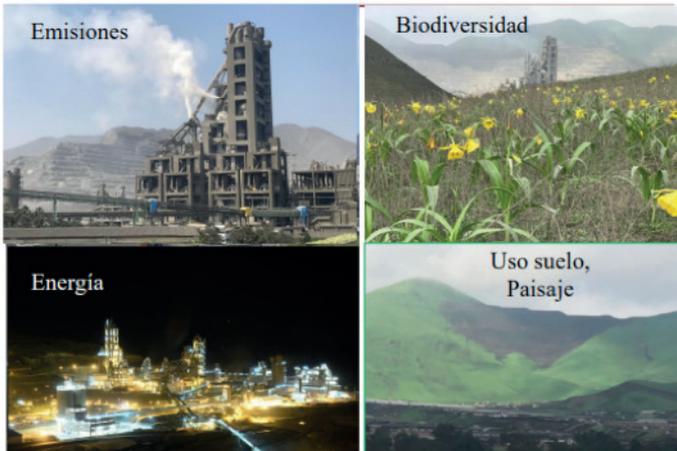


Fig.3 Retos de la empresa

Los ejes de trabajo estratégicos de UNACEM son:



Fig. 4 ejes estratégicos

El área ambiental trabaja en cada eje de la siguiente forma:

<b>EJE 1: CALIDAD AMBIENTAL</b>	1.1 Gestión de las emisiones
	1.2 Gestión responsable del agua
	1.3 Gestión de eficiente de la energía
	1.4 Gestión integral de residuos sólidos
<b>EJE 2: RECURSOS NATURALES Y CULTURALES</b>	2.1 Gestión de los recursos arqueológicos
	2.2 Gestión de la biodiversidad
	2.3 Gestión de suelos
<b>EJE 3: CERTIFICACIONES AMBIENTALES</b>	3.1 Gestión de los instrumentos ambientales
	3.2 Gestión de proyectos ambientales
	3.3 Gestión de sistemas e indicadores ambientales
<b>EJE 4: FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES</b>	4.1 Gestión de capacitación ambiental
	4.2 Gestión ambiental externa

Fig. 5 ejes estratégicos y gestión

UNACEM trabaja bajo los estándares globales GRI 102 11.

## **5. 2. ALINEAMIENTO DE UNACEM A LOS ASPECTOS LEGALES, A TRAVÉS DEL CUMPLIMIENTO DEL PLAN NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS 2016 - 2021**

El enfoque de desarrollo de la empresa está orientado hacia el desarrollo sostenible, acorde a la política nacional ambiental, en las unidades: industriales, mineras, energéticas y portuarias.

Se puede observar a través de las iniciativas y retos de la corporación de los ejes de UNACEM que estos tienen correspondencia con los ejes estratégicos del Plan Nacional de Residuos Sólidos:

En el eje 1 de Calidad Ambiental, observaremos el cumplimiento del tercer eje del Plan Nacional en cuanto al fomento de las Inversiones Privadas.

En el eje 3 de Certificaciones Ambientales, se cumple también con el tercer eje estratégico del Plan Nacional referido a las inversiones privadas.

El eje 4 de Fortalecimiento de Capacidades cumple con el primer eje del Plan Nacional de Residuos Sólidos, haciendo continuamente capacitaciones en el manejo de residuos sólidos a los colaboradores y a la comunidad, además de hacer transferencia de conocimientos a sus clientes y empresas subsidiarias.

Para asegurar el cumplimiento de la normativa medio ambiental del país los colaboradores emplean el sistema GEORGE que permite supervisar, identificar y verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales de la organización. Además, brinda alertas oportunas a los responsables de cada proceso. Por otro lado, se efectúan las evaluaciones internas mediante auditorías de seguimiento de actividades ambientales y de cumplimiento legal, así como una auditoría externa al sistema de gestión ISO 14001, realizada una vez al año. Se han atendido sin inconvenientes todas las fiscalizaciones de OEFA.



### 5.3. INICIATIVAS Y ACCIONES DE MEJORA EN UNACEM EN CUANTO A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

- a. Uso de filler (residuo de hornos) en procesos de concreto: En las empresas del Grupo Concretero, subsidiaria del grupo, que abastece el 65% de todo el concreto de la zona de Lima y centro del país.
  - Premezclado de concreto de 3 a 5%
  - Prefabricados de concreto de 2 a 3%
- b. Generación de botaderos en la zona de cantera para los proyectos de UNACEM
- c. Cumplimiento de la normativa de manejo de todo tipo de residuos sólidos. A través de la campaña “Tu papel no termina aquí... Recicla”, se incentiva la segregación y la minimización de residuos en las instalaciones de las plantas, entregándolos a asociaciones de recicladores formales de las comunidades aledañas. Se reaprovechan los residuos de maleza y lodos de la PTAR y los residuos orgánicos del comedor para la elaboración de compost.
- d. Los residuos no comercializables son entregados a empresas autorizadas por el ministerio de salud.
- e. El enfoque de gestión de residuos sólidos se sostiene en la aplicación de las cuatro “R”: reducir, reusar, reciclar y recuperar. Para ello, se ha implementado un procedimiento de manejo de residuos sólidos que está compuesto los siguientes pasos:
  - Almacenamiento temporal de residuos (puntos de acopio).
  - Recolección de residuos sólidos.
  - Transporte de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.
  - Segregación de residuos.
  - Almacenamiento central de residuos.
  - Reúso y reciclaje de residuos.
  - Disposición final de residuos no aprovechables.



f. Proyecto de co-procesamiento: Este es el proyecto más reciente que consiste en co-procesar los residuos propios como combustible alterno de los hornos, para lo cual se están haciendo los estudios técnicos, para las pruebas piloto de implementación futura de proyecto, ya que la industria del cemento es una alternativa viable de la gestión de los residuos de las ciudades y del país. Esto corresponde a lo indicado en (GRI 306).

Podemos ver el siguiente esquema de co-procesamiento planteado:



Fig.6 esquema de co-procesamiento

## 5. 4. RESUMEN DE INFORMACIÓN DE RESULTADO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UNACEM

Gestión de residuos y método de tratamiento en la planta Atocongo y planta Condorcocha (GRI 306-2)

Método	Planta Atocongo				Planta Condorcocha			
	2017		2018		2017		2018	
	Peso en toneladas	%	Peso en toneladas	%	Peso en toneladas	%	Peso en toneladas	%
Residuos no peligrosos	3846.6	100.0	4684.2	100.0	1365.2	100.0	1143.6	100.0
Reutilización	1,637.0	42.6	2,733.5	58.4	83.9	6.0	82.9	7.3
Reciclaje	1650.2	42.9	1,198.8	25.6	835,1	61.2	489.8	42.9
Compostaje	50.6	1.3	53.0	1.1	195.2	14.3	239.6	21.0
Total, de residuos no peligrosos reciclados	3,337.8	86.8	3,985.4	85.1	1114.2	81.6	812.3	71.0
Vertedero	508.8	13.2	698.8	14.9	251.0	18.4	331.3	29.0
Residuos peligrosos	139.6	100.0	274.4	100.0	74.0	100.0	80.4	100.0
Reciclaje	23.6	17.1	45.1	16.4	26.6	36.0	29.8	37.0
Estabilización	-	-	-	-	6.4	8.7	2.0	2.5
Encapsulamiento	-	-	-	-	0.1	0.1	0.2	0.2
Vertedero	115.8	83.0	229.3	83.6	40.9	55.3	48.4	60.2

Tabla 1: Reporte de Sostenibilidad UNACEM 2018

## 5. 5. CONCLUSIONES DEL CASO PERUANO

- UNACEM cumple con la normativa legal peruana y con el Plan Nacional de Residuos Sólidos del 2016 al 2021, a través del manejo de los ejes estratégicos propios de UNACEM y que se alinean con los del Plan Nacional.
- Se observa un potencial muy alto en el co-procesamiento, que puede ser implementado en las principales cementeras del país, para procesar los residuos sólidos de forma masiva en las principales ciudades del país, lo cual se alinea al enfoque de nuestra ley vigente que replantea el concepto de residuo y lo cambia por recurso, bajo el criterio de economía circular.

## **6. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ECUADOR**

### **6. 1. MARCO LEGAL Y ESTRUCTURACIÓN DE COMPETENCIAS INSTITUCIONALES**

Análisis del marco jurídico que regula el sector de residuos sólidos

El marco jurídico del sector comprende un conjunto de normas de carácter general y específico que incluye desde la Constitución Política del Estado de 1998, las leyes generales y específicas, hasta los reglamentos que bajo decretos ejecutivos, acuerdos ministeriales u ordenanzas regulan la prestación de estos servicios en el nivel municipal. Adicionalmente, el Convenio de Basilea y la Agenda 21 se integran al marco jurídico que regula el sector.

### **6. 2. LEYES Y REGLAMENTOS QUE REGULAN EL SECTOR**

1. Código de la Salud
2. Reglamento para el Manejo de Desecho Sólidos
3. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador
4. Reglamento para el control sanitario de alimentos que se expenden en la vía pública
5. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo
6. Reglamento de Alimentos
7. Código Penal
8. Ley de Gestión Ambiental
9. Código de la Policía Marítima
10. Reglamento de Derechos por servicios prestados por la Dirección de la Marina Mercante y del litoral y Capitanías del Puerto de la República
11. Ley de Régimen Municipal
12. Ordenanzas municipales del país

13. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental
14. Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo referente al Recurso Suelo
15. Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Agua
16. Reglamento que establece las normas de calidad del aire y sus métodos de medición
17. Ley de Aguas
18. Ley de Hidrocarburos
19. Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidro-carburíferas en el Ecuador
20. Ley de Minería
21. Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Minería
22. Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador
23. Reglamento de Seguridad Minera

En el marco general de la prestación de los servicios y la descentralización:

24. Ley de Contratación Pública
25. Ley de Modernización del Estado
26. Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Modernización del Estado
27. Ley Especial de Descentralización del Estado y de Participación Social
28. Reglamento a la Ley de Descentralización
29. Ley Orgánica de Defensa al Consumidor



## 7. INSTITUCIONES Y ENTIDADES RELACIONADAS CON EL SECTOR

### 7. 1. PRINCIPALES ACTORES

Como se puede observar en la Figura 3, entre los principales actores institucionales que intervienen en el manejo de sistemas de residuos sólidos, se destacan las municipalidades a nivel local por ser las responsables de la operación de los servicios de aseo. En el ámbito nacional, por lo menos en el papel, participan con particular importancia, el **Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda**, en la definición de las políticas para hacer eficientes los servicios; el **Ministerio del Ambiente**, como entidad responsable en regular y dictar los lineamientos para que dichos servicios se realicen en forma ambientalmente compatible y privilegiando el cuidado de los recursos naturales; mientras que el **Ministerio de Salud Pública**, que es la tercera instancia del Estado ecuatoriano en tener responsabilidad directa en la gestión para el manejo de los residuos sólidos, debe fungir como el responsable de dictar las pautas para prever los riesgos ocupacionales y evitar la afectación de la salud pública, a lo largo de las diferentes etapas incluidas en el ciclo del manejo de dichos residuos.

Adicionalmente, a las entidades antes mencionadas, sobre quienes recaen las responsabilidades de la planeación, regulación y control, operación y monitoreo, como se muestra en la Figura 3, se suman otros actores públicos, privados y gremiales que participan de manera indirecta o complementaria en las diferentes actividades que demanda el control de los residuos sólidos. Algunas de las entidades suplementarias, que vienen cumpliendo últimamente una importante labor en la parte operativa, se citan a continuación: Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente, MIDUVI, Municipios, ONG's, Universidades, Ministerio de Turismo, Ministerio de Agricultura, entidades privadas como: cámaras de la producción, colegios profesionales, gremios y sindicatos



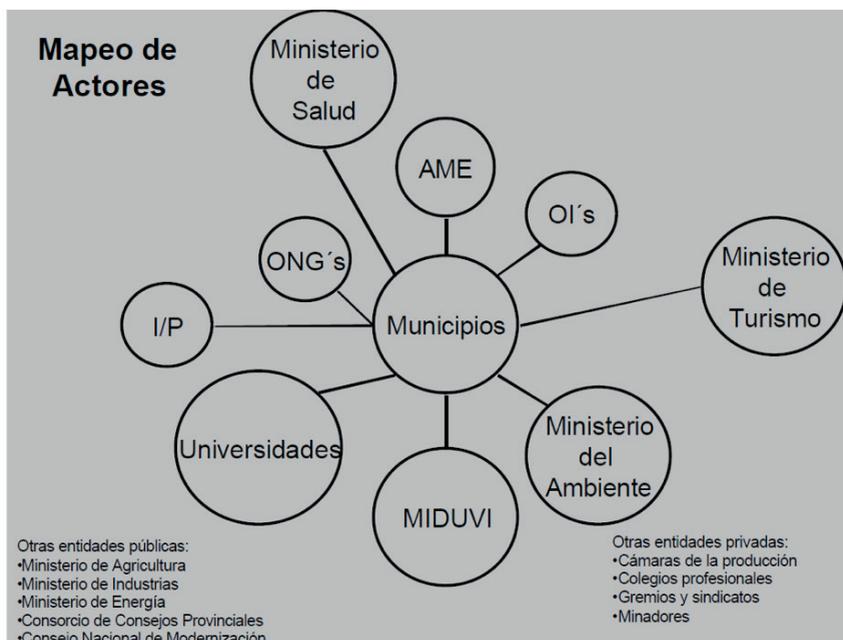


Figura 7 Mapa de los Principales Actores que Participan en el Manejo de los Residuos Sólidos en el Ecuador

## 8. ESQUEMA FUNCIONAL DE LOS PRINCIPALES ACTORES DEL SECTOR

### 8. 1. ENTIDADES DEL GABINETE ECUATORIANO

Los principales actores institucionales a nivel nacional que intervienen directamente en el manejo de los residuos sólidos son:

- El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), en lo que se refiere a la prestación de los servicios;
- El Ministerio del Ambiente, como la instancia responsable del componente ambiental asociado a los servicios, y
- El Ministerio de Salud Pública, como el responsable de atender los riesgos ocupacionales y evitar la afectación de la salud pública.

En la Figura 3.2, se muestra la relación que existe entre estas tres entidades del sector público, la cual en la realidad está dada solo en el papel, a través de las responsabilidades que les han sido asignadas en los instrumentos jurídicos, ya que en la práctica operan de manera descoordinada, al existir indefiniciones y traslapes en sus responsabilidades.

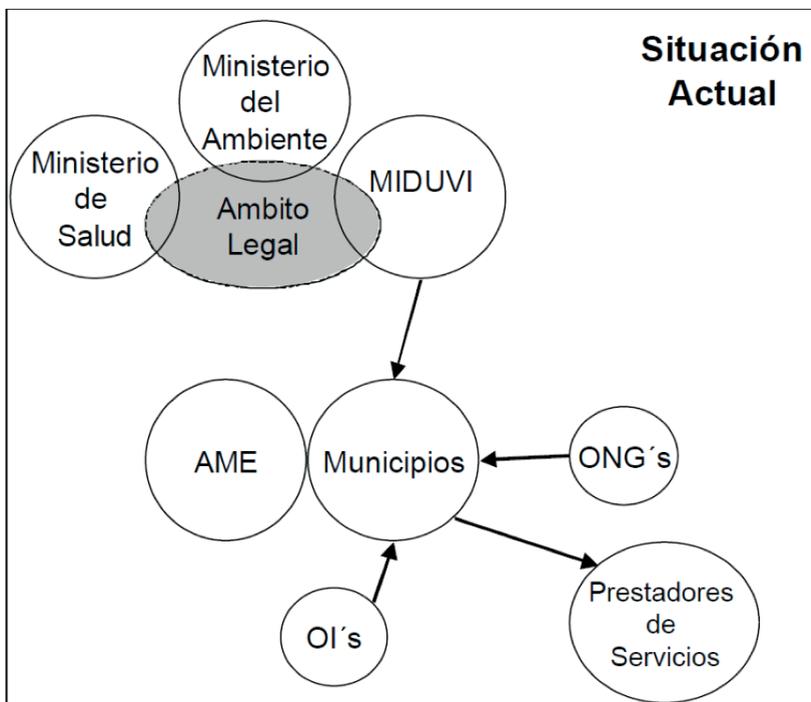


Figura 8 Estructura institucional actual del manejo de los residuos sólidos

## 8. 2. ORGANIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE LIMPIEZA URBANA EN EL PAÍS

Los servicios de limpieza urbana son provistos por los municipios, en la mayoría de los casos (91%). Dichos servicios contemplan la limpieza de vías y áreas públicas, recolección, transporte y disposición de residuos sólidos generados en ambientes domésticos,

comerciales, industriales y hospitalarios no peligrosos. En algunos casos complementariamente se han iniciado procesos de reciclaje, compostaje (Riobamba) y lombricultura (Loja).

En los municipios ecuatorianos, la práctica generalizada de disposición de residuos sólidos es en botaderos a cielo abierto (56%) o la disposición en ríos, quebradas y terrenos (16%). Apenas el 18% de los municipios realiza la disposición en rellenos sanitarios.

El servicio de recolección y disposición de los residuos sólidos en los municipios ecuatorianos es subsidiado, casi totalmente por las propias municipalidades. Los ingresos del servicio provienen de la tasa por recolección de basura que se establece como un porcentaje, entre el 7% y 12% del consumo de energía eléctrica, que es recaudado por las empresas eléctricas, quienes luego de descontar un porcentaje por manejo administrativo, transfieren dichos recursos a las municipalidades.

#### • Modelos de gestión para los servicios de limpieza urbana

Tradicionalmente han sido las municipalidades (216) quienes asumen la prestación de los servicios de limpieza urbana.

La evolución de un modelo de gestión de prestación directa a mayor participación del sector privado y/o comunitario está condicionada al tamaño poblacional de las municipalidades y prioritariamente a la distribución entre el área urbana y rural

El 84,65% de los municipios del país son menores de 30.000 habitantes, en su conjunto sólo agrupan al 16,82% de la población urbana. Para este grupo de municipios los esquemas de gestión más viables son: pequeñas unidades semiautónomas, microempresas comunitarias y aplica además la figura de mancomunidades y/o consorcios.

Existen 31 municipios con población entre 30.000 y 300.000 habitantes, que representan el 14,42% del total, y agrupan al 36,88% de la población urbana. Este grupo, junto con las ciudades de Quito y Guayaquil, representan el mayor potencial para una posible participación del sector privado empresarial y micro-empresarial, a

través de contratos de gestión y tercerización de algunos procesos del sistema de manejo. Guayaquil y Quito representan al 46,31% de la población urbana. Estas ciudades han optado por modalidades diversas: contrato de gestión (Guayaquil) y empresa municipal (Quito), apoyada en el trabajo de microempresas para la recolección y transporte de residuos.

#### • Empresas municipales

Salvo excepcionales casos, las municipalidades ecuatorianas han optado por el establecimiento de empresas municipales de aseo; o en su defecto incluir el servicio de limpieza urbana en aquellas relacionadas con el saneamiento básico, es decir, agua potable y alcantarillado.

Dichas empresas han logrado desvincularse de las pesadas burocracias institucionales e iniciar procesos que garanticen una provisión eficiente del servicio, evitando replicar las debilidades de las municipalidades.

Sobre esta modalidad de gestión, aun no suficientemente generalizada en el país, existe la posibilidad de que contraten con terceros la provisión total del servicio o determinados procesos, sea con firmas privadas o personas particulares.

#### • Educación y sensibilización

En el 2014 el MAE-PNGIDS, educó en gestión integral de residuos sólidos a la población de 3 ciudades del país (Guayaquil, Quevedo y Cuenca) a través del Aula Virtual Itinerante, logrando que 33.000 personas se involucren con el manejo y la realidad de los residuos sólidos en el Ecuador.

El MAE-PNGIDS promueve desde el 2011 el Día Internacional de Limpieza de playas. El año pasado se recolectaron 37 Toneladas de residuos con la participación de más de 15.000 voluntarios en 117 playas y 3 lagunas.

A fin de promover el reciclaje, en marzo de 2014 se aprobó la norma técnica para estandarización de colores para separación en la fuente.

En el caso ecuatoriano se pueden mencionar los hitos que han tenido en su avance desde que en abril del 2010 se creó el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE-PNGIDS), con el objetivo primordial de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, con un enfoque integral y sostenible, con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental.



Figura 9 Programa nacional para la gestión de residuos sólidos

### 8. 3.EJES DE GESTIÓN DEL ECUADOR

Mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, a través de estrategias, planes y actividades de capacitación, sensibilización y estímulo a los diferentes actores relacionados.

- En Políticas Públicas

Por primera vez en la historia del país, las políticas públicas se enmarcan dentro del principio universal de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), en donde la industria que pone productos en el mercado es la responsable de la recuperación y reciclaje de los mismos.

- **Neumáticos Fuera de Uso**

A partir de 2014, los productores/importadores/distribuidores de neumáticos deben recuperar el 20% de los productos que se pusieron en el mercado el año anterior. En consecuencia, el 2014 se recolectaron 578.105 unidades, cumpliendo la meta en 105%, con 770 puntos de acopio a nivel nacional. El 60% de los neumáticos entraron a procesos de reciclaje y el 30% a reencauche.

- **Celulares en Desuso**

A partir de 2013, los productores/importadores/distribuidores de celulares deben recuperar 3% de los productos que se pusieron en el mercado el año anterior. En consecuencia, el 2013 y 2104 se recolectaron 587.299 unidades, cumpliendo la meta en 480%, con 60 Puntos de Acopio.

- **Impuesto redimible a las botellas PET**

Después de la implementación del impuesto redimible de USD 0,02 a las botellas PET, en el 2012. El año pasado se recuperaron 1.935 millones de botellas (109% de lo puesto en el mercado).

- **Trabajo con los 221 GADM**

Nuestros técnicos capacitados han dotado de asesoría permanente a los 221 GAD (Gobiernos Autónomos Descentralizados) Municipales del país y a la fecha 109 GADM han sido beneficiados con estudios de cierre técnico de botadero y celda emergente, lo cual beneficia más de 10 millones de ecuatorianos.

- **Mancomunamiento:**

Se ha impulsado la creación de Mancomunidades para la gestión integral de residuos sólidos. Al momento se cuenta con 18 mancomunidades conformadas que involucran a 82 GAD Municipales. En este sentido, se ha logrado la creación de la mancomunidad más grande del país: Sumak Kawsay, compuesta por 20 Municipios de 3 provincias que generan aproximadamente 655 toneladas de residuos por día, que logrará hasta el 2020 que el 100% de su población separe adecuadamente sus residuos, con el objetivo de reciclar 198 Ton/día.

- **Industria de reciclaje:**

Mediante alianzas y gestión público-privada se han gestionado acciones concretas con las empresas de reciclaje del Ecuador teniendo como resultado el retiro de más de 100 toneladas de residuos aprovechables de las Islas Galápagos.

- **Reciclaje Inclusivo:**

El pasado 12 de febrero de 2014 se suscribió el convenio interinstitucional entre el MAE, MIES, IEPS y la RENAREC (Red Nacional de Recicladores), el mismo que reconoce a los “recicladores de base” que recuperan residuos a pie de vereda o en sitios de disposición final de residuos, como actores importantes en la cadena de reciclaje. Ecuador cuenta con aproximadamente 20.000 recicladores de base, de los cuales, 70% son mujeres.

- **Educación y sensibilización:**

En el 2014 el MAE-PNGIDS, educó en gestión integral de residuos sólidos a la población de 3 ciudades del país (Guayaquil, Quevedo y Cuenca) a través del Aula Virtual Itinerante, logrando que 33.000 personas se involucren con el manejo y la realidad de los residuos sólidos en el Ecuador.

El MAE-PNGIDS promueve desde el 2011 el Día Internacional de Limpieza de playas. El año pasado se recolectaron 37 Toneladas de residuos con la participación de más de 15.000 voluntarios en 117 playas y 3 lagunas.

A fin de promover el reciclaje, en marzo de 2014 se aprobó la norma técnica para estandarización de colores para separación en la fuente.

Estos son algunos de los resultados logrados, sin embargo, el trabajo no ha terminado y se vislumbran varios años de retos para el manejo integral de los residuos sólidos en el Ecuador.



## 9. CASO DE ESTUDIO: PROGRAMA DE REPARACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL (PRAS) EN ECUADOR

Este Programa fue creado durante el año 2008 con el fin de recuperar los pasivos ambientales generados por actividades productivas en el Ecuador y a su vez prevenir más daños socio-ambientales que tengan atención completa ó incompleta por parte de las Autoridades Competentes, para restituir los derechos de los ecosistemas y comunidades que de acuerdo al Plan nacional del Buen Vivir tienen derecho a un ambiente sano y equilibrado.

El levantamiento de registros estadísticos durante la ejecución del PRAS implicó la concepción de un Subsistema Multidimensional de Estadísticas Socio-ambientales SIESAP el cual está ligado a las actividades productivas del Ecuador y define estas actividades productivas como “líneas de Investigación” y a su vez crea Indicadores” los cuales son: Agrícola y Pecuaria, Explotación Minera, Explotación hidrocarburífera, Producción y explotación de recursos marinos y costeros, Extracción de madera de bosques, Generación Eléctrica, Industriales y afectaciones urbanas y rurales

A continuación se detallan los objetivos del PRAS:

- Implementar mecanismos, instrumentos y estrategias para la reparación integral de las pérdidas del patrimonio natural y las condiciones de vida de la población afectada por la presencia de daños ambientales causados por el manejo inadecuado de actividades económicas.
- Implementar el Sistema Nacional de Información de la Reparación Integral de pasivos ambientales y sociales.
- Diseñar, promulgar y validar planes de reparación de pasivos ambientales y sociales.
- Realizar el seguimiento y evaluación de los planes de reparación integral de pasivos ambientales y sociales.
- Ejecutar acciones previas y /o complementarias para la reparación integral de pasivos ambientales y sociales.



La administración del PRAS está organizada por una Dirección Técnica que ejecuta y monitorea acciones usando herramientas metodológicas para gestionar los daños ambientales a nivel de todas las provincias del Ecuador. Y para cumplir con los objetivos arriba detallados descansa la gestión administrativa técnica y legal en dos unidades denominadas: Reparación Integral y De Peritaje Ambiental.

El análisis técnico consiste en caracterización, diagnóstico, evaluación, valoración de daños y pasivos ambientales que permiten la consecución de actividades de los planes de reparación integral; paralelo con la obtención de estadísticas e indicadores socio-ambientales. A la fecha el PRAS mantiene seis planes de reparación integral en las cuencas de: Río Puyango, microcuenca del Río Pucayacu, zona de estudio Tenguel – Camilo Ponce Enríquez, Macuchi, Distrito Amazónico, la Josefina.

Siendo el Ministerio de Ambiente la Autoridad Competente a nivel Nacional del Ecuador en cuestiones ambientales y principal ejecutora de la Ley Ambiental, en el Acuerdo N°. 061 denominado Reforma del libro VI del Texto unificado de Legislación Secundaria promulgado el 04 de mayo 2015, se estipulan responsabilidades por daños ambientales y sanciones; así como la ejecución de planes de remediación. Y en base a este argumento legal, el PRAS implementa la unidad de peritaje ambiental.

Esta unidad de peritaje ambiental cuenta con un conjunto de profesionales acreditados por el Consejo de la Judicatura, cuyo propósito es evaluar jurídicamente las afectaciones ambientales en los recursos naturales y/o ecosistemas generados por actividades antropogénicas en los sectores Agrícola y Pecuario, Explotación Minera, Explotación hidrocarburífera, Producción y explotación de recursos marinos y costeros, Extracción de madera de bosques, Generación Eléctrica, Industriales y afectaciones urbanas y rurales.

Elaborando informes periciales que sirven como insumo a los operadores de justicia tal como es el caso de las Comisarías, Policía Ambiental entre otros, para finalmente comprobar la existencia y el cometimiento de delitos ambientales, que en una instancia posterior será sujeto a tasación económica en base a los costos de reparación ambiental bajo requerimiento judicial. A continuación se desarrollará un ejemplo de resultados del Programa PRAS en el Sector Agrícola.



## 9. 1.SECTOR AGRÍCOLA: SITUACIÓN DE FUMIGACIÓN EN CULTIVOS DE BANANO

### • Indicadores

La construcción de indicadores en términos generales se basa en la metodología Presión-Estado-Respuesta (PER), con un enfoque desarrollado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) con el acompañamiento de la elaboración de estadísticas ambientales.

Los indicadores de estado dan información sobre las condiciones sociales y ambientales de la zona de estudio (salud, educación, deforestación, calidad de agua, etc.); los indicadores de presión dan información sobre el efecto de las actividades económicas sobre los componentes ambientales y sociales de la zona de estudio (fuentes de contaminación, infraestructura existente, conflictividad social, etc.); y los indicadores de respuesta dan información sobre las acciones tomadas contra las afectaciones socio-ambientales y sus resultados (fuentes de contaminación eliminadas, restauración integral, proyectos ejecutados, etc.).

El SIESAP AGRÍCOLA Y PECUARIO en este ejemplo el del cultivo de banano, busca identificar la presión que ejerce esta actividad en el ambiente a partir del análisis de la fumigación y los insumos utilizados en la producción agrícola, específicamente en el cultivo de banano a nivel nacional. El SIESAP se fundamenta en la información proporcionada por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) a través del Sistema de Información de Fumigación Aérea (SIFA). El SIFA es una herramienta tecnológica disponible en la web que permite el registro y actualización de datos sobre la fumigación aérea autorizada por la entidad de control y la generación de indicadores y estadísticas socioambientales.

Se cita como ejemplo de indicador: **la Intensidad del uso de agroquímicos** en la fumigación área de cultivo de banano, que durante el año 2014 alcanzó a digitalizar cerca de 40.000 documentos relacionados a la actividad de fumigación aérea en cultivos de banano a nivel nacional del Ecuador. La información obtenida fue analizada y validada por un grupo de técnicos



especialistas del área; con el propósito de crear una base de datos inicial que se emplea como herramienta principal para el reajuste del indicador y la construcción de estadísticas que permiten identificar la presión que ejerce esta actividad sobre el ambiente.

Se muestra en los siguientes gráficos los resultados del indicador, en los cuales se visualizan las cantidades de agroquímicos empleados en la fumigación aérea del cultivo de banano en el área, en un tiempo t; calculándose a nivel nacional y en forma desagregada según el Tipo de Agroquímico y Categoría Toxicológica

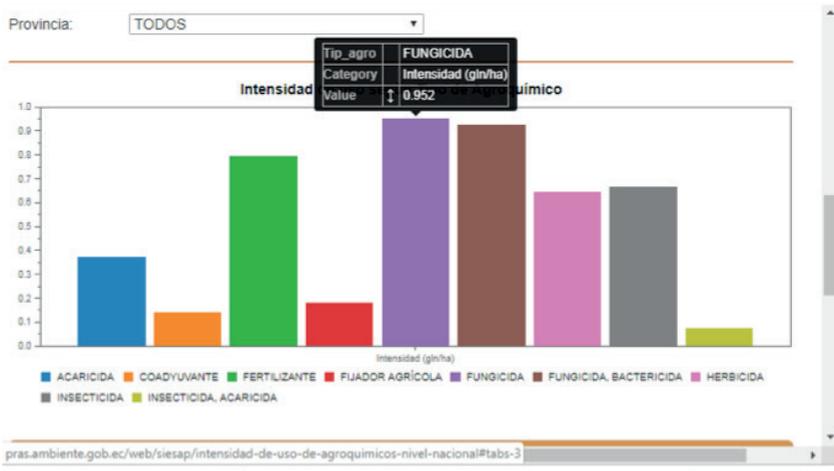


Gráfico 1. Del Tipo de Agroquímico  
 Fuente: <http://pras.ambiente.gob.ec/web/siesap/total-agroquimico>, 2014

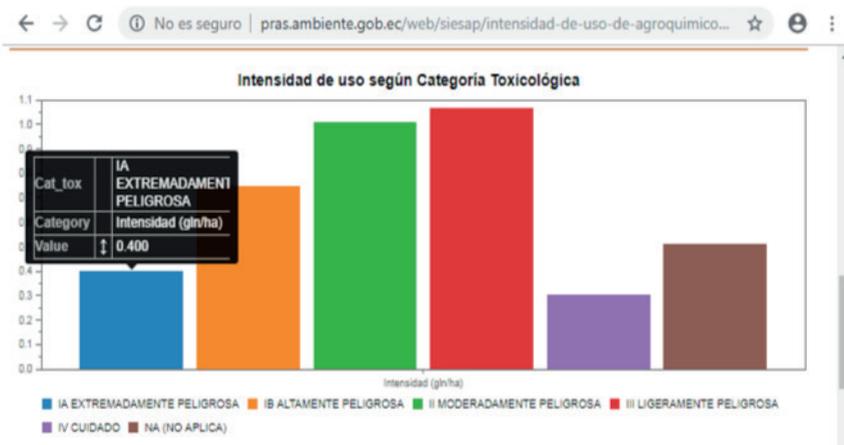


Gráfico 2. Del uso según categoría Toxicológica  
 Fuente: <http://pras.ambiente.gob.ec/web/siesap/total-agroquimico>, 2014

## 10. AFECTACIONES AMBIENTALES

A continuación se detallan las afectaciones ambientales provocadas por la implantación y ejecución de actividades agropecuarias desarrolladas desde finales del siglo XIX y XX en el territorio ecuatoriano, tales como fumigaciones aéreas, monocultivos, entre otras.

- **Pérdida de la cobertura vegetal:** debido a la conversión del bosque a la agricultura. Los ecosistemas más utilizados son el bosque húmedo de la Costa (75%), el bosque húmedo montano occidental y el bosque seco occidental (70%) según informe de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo ,SENPLADES 2013.
- **Pérdida de fertilidad del suelo:** la capacidad que tienen los suelos para proporcionar nutrientes a los cultivos se ve afectada por una serie de incidentes como: erosión, el disponer de sistemas de cultivos no adecuados a la capacidad agronómica de cada suelo, la compactación provocada por el uso de maquinaria pesada, el uso de fertilizantes y plaguicidas.

- **Contaminación del suelo:** se genera por la alteración o modificación de su composición natural, provocando la degradación de la calidad ambiental.
- **Alteraciones al recurso hídrico:** los principales impactos que generan las actividades agrícolas sobre los recursos hídricos se relacionan con la toxicidad y persistencia de los productos químicos utilizados, que por medio de infiltración o escorrentía alcanzan los cuerpos de agua cercanos.

## 10. 1. IMPACTOS POTENCIALES A LA SALUD HUMANA

Según investigaciones realizadas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha identificado que cada año, tres millones de personas sufren envenenamiento por plaguicidas, la mayoría de estos casos, se concentran en países en vías de desarrollo.

En Ecuador, el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIATOX) del Ministerio de Salud Pública (MSP), registró 11.398 casos de intoxicaciones durante el periodo 2015 - 2017, de los cuales 5.283 casos (46,35%) corresponden a intoxicaciones por plaguicidas de uso doméstico y agrícola. Las intoxicaciones de tipo ocupacional corresponden a 616 casos y 11 casos se relacionan a intoxicaciones por fertilizantes. Las rutas de intoxicación más frecuentes son por vía inhalatoria y cutánea.

En el año 2017, se realizó acercamientos estratégicos a varias entidades públicas relacionadas con la actividad, como Agrocalidad, Unidad de Banano del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico del Ministerio de Salud Pública (CIATOX -MSP), entre otros.

## 10. 2. CONCLUSIONES CASOS DE ECUADOR

El SIESAP de residuos sólidos hasta la fecha ha generado una base de datos actualizada a diciembre 2017, trabajado en conjunto con el PNGIDS, la misma que cuenta con 82 variables (columnas), 303 registros (filas) y 21893 datos (celdas con información). Se han generado 2 indicadores, 4 estadísticas, diseño y desarrollo de 1 (una) matriz de calificación cualitativa y 2 modelos estadísticos para identificar el riesgo potencial de riesgo de generación de pasivo

ambiental a partir de los sitios de disposición final de residuos, para evaluación cualitativa. Validados por el PNGIDS.

Se generó y publicó la “Guía Metodológica de Peritaje Ambiental - Herramienta para la reparación integral de daños ambientales”, documento en el que se muestran las metodologías empleadas por los peritos del MAE - PRAS como parte del proceso de determinación de delitos ambientales causados por actividades productivas. Este es un instrumento de formación y capacitación ciudadana a fin de fomentar la aplicación de la normativa ambiental actual, potenciar la denuncia ciudadana y fortalecer la gestión ambiental nacional.

En el bloque 31 se identificaron un total de 171 áreas biológicamente sensibles (ABS) y salvaguardas ambientales (SA) que se pueden detallar de la siguiente manera: 39 ABS y SA dentro de los bloques 14 y 12 fuera del Parque Nacional Yasuní; 117 SA y 15 ABS dentro del bloque 31 en el Parque Nacional Yasuní. En el bloque 43 se han identificado 330 ABS y SA, que actualmente se encuentran fuera de los límites del PNY, pero están en la zona de amortiguamiento del área protegida.

### 10. 3. COMPARACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ENTRE PERÚ Y ECUADOR



Figura 10. Comparación de la Gestión de Residuos Sólidos caso Perú Ecuador

De lo anteriormente presentado podemos decir sobre la gestión de residuos sólidos tanto en el Perú como en el Ecuador lo siguiente:

- Existen suficientes marcos legales sobre la gestión de residuos sólidos y gran cantidad de actores involucrados tanto públicos como privados.
- Asimismo en ambos casos la relación que existe entre las entidades del sector público, está dada solo en el papel, a través de las responsabilidades que les han sido asignadas en los instrumentos jurídicos, ya que en la práctica operan de manera descoordinada, al existir indefiniciones y traslapes en sus responsabilidades
- Los servicios de limpieza urbana son provistos por los municipios, en la mayoría de los casos
- En ambos casos en su mayoría las municipalidades han optado por el establecimiento de empresas municipales de limpieza.
- En ambos casos, son los municipios los que tienen la misión de orientar a los pobladores hacia buenas prácticas en el manejo de residuos, a través de la implementación de proyectos integrales que buscan desarrollar capacidades, de educar a los ciudadanos asignando recursos que permitan reducir, reusar y reciclar residuos sólidos, así como educarlos para rechazar su generación y reflexionar acerca de estos temas.
- Actualmente tanto en el Perú como en el Ecuador solo el 50% de los residuos sólidos fueron dispuestos en un relleno sanitario, tal como dicta la normatividad vigente.

## CONCLUSIONES

Tanto en el caso peruano como en el ecuatoriano se han realizado esfuerzos tendientes a tener un marco necesario para poder resolver el problema de los residuos sólidos con mayor o menor éxito, sin embargo, consideramos que la solución no pasa por más legislación sino por un tema cultural, esto es que si no se cuenta con el apoyo de la población para realizar los cambios necesarios será muy difícil el poder realizarlos.



Cabe destacar la conceptualización del residuo sólido como un recurso, que es como lo plantea la legislación peruana y ecuatoriana, incentivando con ello a la valorización de los residuos y ser parte del ciclo de producción económica de ambos países. El alineamiento de las políticas con el marco jurídico es un problema que aún no se resuelve en ambos países.

Desde el punto de vista sistémico, en ambos países, se está llevando un profundo proceso de cambio y la sinergia que consiste en entender la comprensión y la tensión de los procesos necesarios y el uso del pensamiento crítico profundo para el análisis en la toma de decisiones, que nos llevará al buen comportamiento respecto al ambiente y por ende a la buena gestión de residuos sólidos.

A pesar que el Ecuador tiene situaciones geográficas como costa, sierra y selva sus dimensiones territoriales son diferentes comparadas con el Perú, la densidad poblacional marca una diferencia considerable en gestión de residuos sólidos, además del concepto cultural debido a la migración y cambios políticos que han llevado al estado actual.

## REFERENCIAS

1. Acuerdo N° 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. 4 de mayo de 2015
2. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos, Ecuador, Mayo 2002 Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud (División de Salud y Ambiente).
3. Brandão Ricardo (2016), Gestão de Resíduos Sólido e Limpeza Urbana para 12 milhoes de pessoas, CECOM.
4. Economía,(2015) Revista Dinero,
5. <https://www.dinero.com/economia/articulo/generacion-basura-mundo/212829>
6. Forbes, McDougal, White (2002) Integrated Solid Waste



Management: a Life Cycle Inventory , blackWellPublishing.

7. Hoornweg, Daniel; Bhada-Tata, Perinaz. (2012). What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Urban development series; knowledge papers no. 15. World Bank, Washington, DC. © World Bank.
8. LeBlanc Rick (2018) An introduction of Solid Waste Management , <https://www.thebalancesmb.com/an-introduction-to-solid-waste-management-2878102>
9. Memoria Técnica del Proyecto de Reparación Ambiental y Social, Ministerio de Ambiente, periodo 2008-2017.
10. Nastari, A (2016) Gestão de Resíduos Sólido e Limpeza Urbana para 12 milhoes de pessoas, CECOM.
11. PNUMA (2015) Informe de 2015 sobre la disparidad en las emisiones Informe de síntesis del PNUMA Noviembre de 2015
12. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024, MINAM, 2016.





# PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA APLICADA A LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE: CASO CURTIDURÍA EL PORVENIR

## AUTORES:

Armijo Carranza, Julio  
Huallpacusi Hilario, Elsa  
Moncada Ramírez, Manuel  
Olivera Montenegro, Luis  
Sotomayor Marrujo, Alfonso  
Villanueva Napurí, Jesús



# PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA APLICADA A LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE: CASO CURTIDURÍA EL PORVENIR

## 1. RESUMEN

La Producción más Limpia (P+L) es una estrategia integrada y continua de prevención, aplicada a los procesos, productos y servicios, que busca el uso más eficiente de los recursos, para minimizar los desechos, los riesgos a la salud y el impacto medio ambiental.

El presente trabajo se refiere a la mejora continua de P+L en el curtido de pieles solamente en las etapas de ribera y curtido. Se muestra que los consumos disminuyen en 23%, 7% y 16%, de agua de ribera, sulfuro y cromo, respectivamente.

Se recomienda revalorizar los residuos como por ejemplo recuperar las grasas y proteínas, producir compostaje de los pelos y abonos; producir cuero reconstituido a partir de las virutas.

## 2. MARCO LEGAL

- **Ley N° 28611, Ley General del Ambiente (publicada en el diario oficial El Peruano el 15 de octubre de 2005).**

Conforme lo establecido en el artículo 1, esta norma tiene como objetivo ordenar el marco normativo legal para la gestión ambiental en el país, estableciendo los principios y normas básicas que permitan asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo pleno de la vida, además del cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, y sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. Establece el Estándar de Calidad Ambiental - ECA como el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las



personas ni al ambiente. Así mismo, determina el Límite Máximo Permisible como la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

- **Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos (publicada en el diario oficial El Peruano el 23 de marzo de 2009).**

Regula el uso y gestión de los recursos hídricos de todas las procedencias de aguas: superficial, subterránea, continental, marítima, atmosférica y otras que hubiera. Crea el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y le brinda rol rector a la Autoridad Nacional del Agua, delimitando sus funciones y competencias.

Uno de los aspectos sustanciales de la norma, corresponde a la regulación de los usos de los recursos hídricos, el cual en adelante es condicionado a su disponibilidad y la forma racional de su uso, promoviendo en consecuencia, al mejoramiento de sus características físico – químicas.

- **Decreto Supremo N° 003-2002-Produce: Que aprueban límites máximos permisibles y valores referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel (aprobada el 03 de octubre de 2002).**

Esta norma, precisa que es aplicable a todas las empresas nacional o extranjeras, públicas o privadas con instalaciones existentes o por implementar, que se dediquen en el país a las actividades industriales manufactureras de producción de cemento, cerveza, curtiembre y papel.



ANEXO 1

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EFLUENTES PARA ALCANTARILLADO DE LAS ACTIVIDADES DE CEMENTO, CERVEZA, PAPEL Y CURTIEMBRE

PARÁMETROS	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
PH	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9		6.0 - 9.0
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos Susp. Tot. (mg/l)	100	50	500	350	1000	500		500
Aceites y Grasas (mg/l)			20	15	100	50	100	50
DBO <sub>5</sub> (mg/l)			1000	500		500		500
DQO (mg/l)			1500	1000		1000		1500
Sulfuros (mg/l)								3
Cromo VI (mg/l)								0.4
Cromo Total (mg/l)								2
N - NH <sub>4</sub> (mg/l)								30
Coliformes Fecales, NMP/100ml							*	*

\* En el caso del Subsector Curtiembre, no se ha fijado valores para el parámetro Coliformes fecales, dado que la data recopilada no era representativa, ni confiable. Asimismo, no ha sido posible identificar data a nivel nacional, ni en los países analizados sobre LMP específicos para este parámetro en curtiembres, por lo que se ha desestimado la definición de este LMP.

**LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EFLUENTES PARA AGUAS SUPERFICIALES DE LAS ACTIVIDADES DE CEMENTO, CERVEZA, PAPEL Y CURTIEMBRE**

PARÁMETROS	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
PH	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	5.0 - 8.5	5.0 - 8.5
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos Susp. Tot. (mg/l)	50	30	50	30	100	30	50	30
Aceites y Grasas (mg/l)			5	3	20	10	25	20
DBO <sub>5</sub> (mg/l)			50	30		30	50	30
DQO (mg/l)			250	50		50	250	50
Sulfuro (mg/l)							1	0.5
Cromo VI (mg/l)							0.3	0.2
Cromo Total (mg/l)							2.5	0.5
Coliformes Fecales, NIMP/100ml							4000	1000
N - NH <sub>4</sub> (mg/l)							20	10

ANEXO 2

VALORES REFERENCIALES DE EFLUENTES PARA ALCANTARILLADO Y AGUAS SUPERFICIALES DE LAS ACTIVIDADES  
EN CURSO DE LOS SUBSECTORES CURTIEMBRE Y PAPEL

PARÁMETROS	CURTIEMBRE (Alcantarillado)	PAPEL	
		Aguas Superficiales	Alcantarillado
Grado de Acidez o Alcalinidad (pH)	6.5 - 9.5		
Demanda Química de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ), mg/l	1000	250	1000
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/l	2500	1000	3000
Sólidos Suspendidos Totales (SST), mg/l	1000		
Sulfuro, (mg/l)	10		
Cromo + 6 (mg/l)	0.5		
Cromo Total (mg/l)	5		
Nitrógeno Amoniacal (N - NH <sub>4</sub> ),mg/l	50		

\* En curso: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores curtiembre y papel que a la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo se encuentran operando.

- **Decreto Legislativo N° 1278**, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (aprobada el 22 de diciembre de 2016).

Esta norma establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos del presente Decreto Legislativo.

## 2. 1. PRESENCIA DE LA NORMA ISO EN EL PROCESO DE CURTIEMBRE

Los sistemas de gestión ambiental permiten a la empresa mejorar sus procesos de producción controlando los impactos que produce su actividad económica en el medio ambiente mediante la implementación de las normas ISO 14000 en conjunto con el uso de los indicadores de gestión que garantizan el mejoramiento continuo de sus procesos.

La revisión ambiental es un medio a través del cual se inicia el desarrollo de un sistema de gestión, consiste primero en recolectar suficiente información para determinar los impactos ambientales de las actividades, procesos, productos y servicios de la organización (Castro y Sánchez, 2007). Una vez realizada la revisión, el equipo encargado de su ejecución elaborará un informe de resultados que servirá para establecer los puntos de partida a la hora de definir la política ambiental y el propio Sistema de Gestión Ambiental.

Los aspectos fundamentales para tener en cuenta en la NC ISO 14001:2004 son (Aguiar, 2012): contaminación de la atmósfera, contaminación del agua, gestión de residuos, identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales; gestión medioambiental, plan de contingencia y legislación Vigente.

Gutiérrez (2016) indica que un sistema de gestión ambiental puede mejorar sustancialmente la capacidad de una organización para anticipar, identificar y gestionar sus interacciones con el



medio ambiente, cumplir sus objetivos ambientales y asegurar el cumplimiento de los requisitos legales y ambientales pertinentes y otros adicionales que la organización suscriba.

Mendoza (2009) considera que la importancia de la gestión ambiental dentro de una organización se basa en la asignación de responsabilidades en las distintas áreas y en los niveles necesarios con el propósito de que el sistema forme parte de todas las actividades que se desarrollan en la empresa.

### 3. PROCESO DE CURTIEMBRE

El curtido de pieles consiste en transformar la piel de un animal en cuero. La materia prima de una curtiembre son las pieles de origen animal diferenciadas por el tipo de conservación, tamaño (área superficial), pesos y razas. El término “Curtiembres” agrupa a las actividades de curtido mineral y vegetal de pieles (Bejarano, 2007).

Las operaciones de la curtiembre se dividen en cuatro procesos: ribera, curtido, post-curtido y acabado. Desde el punto de vista ambiental, las dos primeras son importantes por el volumen y la carga contaminante de los efluentes y residuos sólidos y las dos últimas, por la cantidad de residuos sólidos y emisiones de solventes generados en las distintas operaciones para obtener el cuero acabado (CÉR, Informe PML INFO 010-08, 2009).

#### 3. 1.PROCESO DE RIBERA.

Durante este proceso se preparan las pieles para el curtido limpiándola y acondicionándola, además de asegurar la humedad requerida para los subsiguientes procesos. Aproximadamente el 50% del consumo de agua de la curtiembre es empleado en este proceso.

- **Pre Descarnado.** El descarnado es la operación que involucra la remoción o separación, por corte mecánico, de los tejidos adiposos, musculares, residuos de carne, pelos y sebo adheridos a la cara interna de la piel, para permitir una penetración más fácil de los productos curtientes.



- **Salado de pieles.** Esta tiene por finalidad darles protección a las pieles contra el ataque de los microorganismos, para conseguir una mejor conservación en el almacenaje, hasta que se inicie su elaboración en las fábricas. Se emplea cloruro de sodio (NaCl), parte de la cual se escurre y se pierde durante el periodo de almacenamiento; y lo que finalmente queda adherido a las pieles, ingresa a la operación de remojo y es descargada en el efluente.
- **Remojo y/o Lavado.** Consiste en el remojo de las pieles, con el fin de eliminar agentes tales como sangre, barro, sal, etc. Con esta operación se busca devolver a la piel su estado de hinchamiento natural y en el caso de las pieles saladas, esto implica la disolución de la sal usada en el curado.
- **Pelambre.** En esta operación se depila la piel, eliminando el material hecho de queratina (pelo, raíces de pelo y epidermis) y además se encala la piel para hincharla en forma homogénea y prepararla para el curtido, removiendo al mismo tiempo algunas albúminas y grasas. El pelambre se lleva a cabo con sulfuro de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) y cal apagada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) el cual refuerza la acción del sulfuro. El sulfuro es uno de los principales contaminantes en los efluentes líquidos, además, destruye el pelo incrementando sustancialmente la carga orgánica, de ahí la importancia de reducir su consumo y consiguiente descarga.

### 3. 2.PROCESO DE CURTIDO

El proceso de curtido comprende las operaciones de desencalado, purgado, desengrasado, piquelado y curtido (Bejarano, 2007).

- d. Desencalado y purgado.** El desencalado consiste en remover el calcio de la piel, utilizando principalmente sales de amonio (sulfato de amonio). En este proceso se detiene el hinchamiento de la piel y se remueve el sulfuro remanente, mediante lavados con agua y la adición de reactivos químicos como el bisulfito de sodio. Por otro lado, durante el purgado se eliminan las proteínas no colágenas, incluyendo algunas raíces de pelo remanentes en la piel, a fin de mejorar la textura del cuero. Se utiliza enzimas



ajustando el pH entre 8 a 8.5 con sulfato de amonio.

**e. Piquelado.** Durante el piquelado se acondiciona el pH y a la vez se detiene el hinchamiento para lo cual se usa ácido sulfúrico. La inhibición total al hinchamiento ácido se logra con una concentración de sal (cloruro de sodio) de alrededor de 4.5%. Como las pieles piqueladas y curtidas son almacenadas durante un tiempo, se requiere añadir un fungicida al baño del piquelado.

**f. Curtido.** El curtido tiene el propósito de convertir las pieles en material no putrescible (Bejarano, 2007). Los agentes curtientes se fijan en las fibras de colágeno, estabilizándolas a través de uniones químicas entre fibras. El cromo es preferido debido a:

- **Sus propiedades deseables para producir diferentes tipos de cueros y alta versatilidad de aplicación de estos (alta estabilidad hidrotérmica, suavidad y buena fijación del color durante el teñido)**
- **Por la reducida oferta requerida (6 a 8% de sal de cromo sobre el peso de tripa) en comparación a curtidos vegetales/sintéticos (22 a 30% sobre el peso de tripa).**

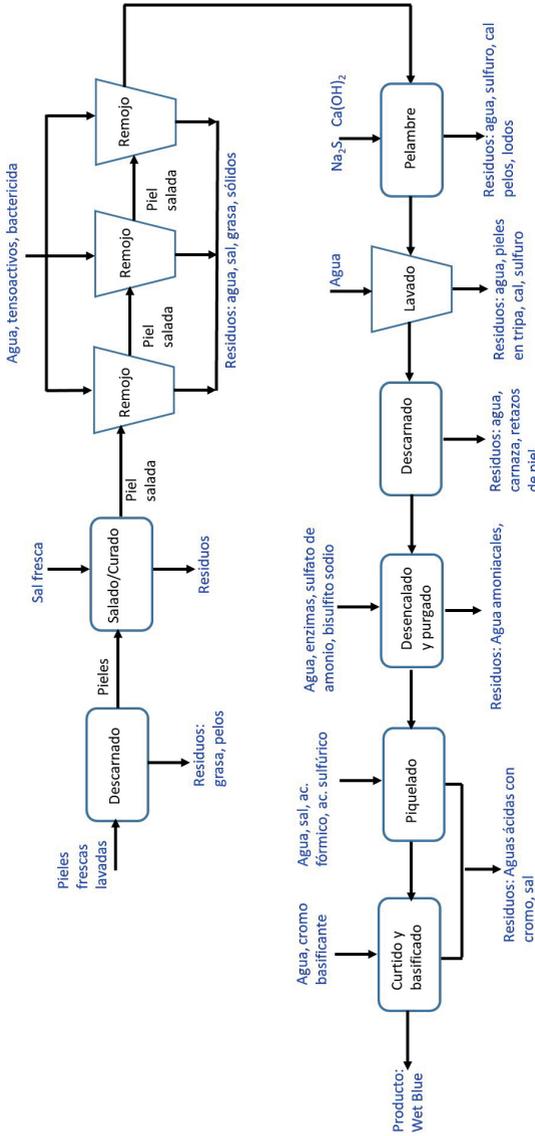
El curtido al cromo es una operación que se realiza, en el mismo baño del piquelado. Por esta razón, el pH al inicio del curtido tiene el mismo valor que el de la solución de piquelado. El agente de curtido más usado es el sulfato básico de cromo trivalente ( $\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$ ), cuyo contenido equivalente en óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) es del 25 al 26% (Bejarano, 2007; CER, Informe PML INFO 010-08, 2009).

La figura 3.1 muestra el diagrama de flujo del proceso de curtido descrito.





Figura 3.1. Diagrama del proceso de curtiembre.



Fuente: Elaboración propia.



### 3. 3. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO

La siguiente información ha sido proporcionada por una empresa del sector. Se basa en el procesamiento de 8500 kg de piel descarnada salada o su equivalente a 10000 kg de piel fresca (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009).

#### a. Pelambre

Tabla 1. Variables de operación en la etapa de pelambre.

Insumo	Valor
Agua de pelambre	120%
Agua para lavado de pelambre ( 3 lavados)	250 %
Sulfuro de sodio (Na <sub>2</sub> S)	1.8 %
Sulfhidrato de sodio (NaHS)	0.4 %
Cal apagada	3 %
Aminas	0.2 %
Sulfuros totales S <sup>2-</sup>	6.0 kg/ton piel

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

#### b. Desencalado y purgado

Tabla 2. Variables de operación del desencalado y purgado (base piel en tripa que ingresa a la operación)

Insumo	Valor
Agua	10 %
Cloruro de amonio	3.2 %
Bisulfito de sodio	0.5 %
Enzimas	0.1 %
Ácido fórmico	0.15 %

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



### c. Piquelado

Tabla 3. Variables de operación de piquelado  
(base piel en tripa que ingresa a la operación)

Insumo	Valor
Agua	25 %
Cloruro de sodio, sal	4.5 %
Ácido sulfúrico	1.45 %
Fungicida	0.1 %
pH	2.9-3.0

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

### d. Curtido

Tabla 4. Variables de operación de curtido

Insumo	Valor
Agua	25 -60 %
Sal de cromo	6.5 %
Basificante	0.5 %
Temperatura final	46 °C
pH	3.6-3.7

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

## 4. PRODUCCIÓN, CONSUMO Y DESCARGAS.

El análisis de los consumos específicos y descargas específicas constituye una manera de examinar la eficiencia de cualquier operación unitaria o del proceso global. Los consumos y descargas específicos son indicadores que pueden ser usados para comparar la eficiencia de la planta con la de otras o para contrastarlos con estándares internacionales. Los principales parámetros para comparar consumos específicos en una curtiembre, son: agua, sulfuro de sodio, sales de cromo y energía eléctrica.



A continuación, se presenta los consumos específicos encontrados durante el estudio (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009).

#### 4. 1. PRODUCCIÓN DE PIELES Y CONSUMO DE AGUA

Tabla 5. Índice de consumo de agua

Mes	Agua, m3	Pieles frescas, ton	Índice, m3/ton
Enero	1871	206	9.08
Febrero	2811	225	12.49
Marzo	2632	155	16.98
Abril	2367	204	11.60
Mayo	2683	236	11.36
Junio	3056	175	17.46
Julio	2447	191	12.81
Agosto	2615	255	10.25
Setiembre	2487	254	9.79
Octubre	3009	186	16.17

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

Tabla 6. Principales consumos específicos

Consumo	Valor
Agua de ribera, m3/ton piel fresca	6.5
Agua descalcado, purga y lavados, m3/ton piel fresca	4.4
Agua piquelado, curtido y lavados, m3/ ton piel fresca	2.0
Sulfuro, kg S2-/ton piel fresca	6.0
Crono, kg/ton piel fresca	11.5

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



## 4. 2.DESCARGAS LÍQUIDAS

Los procesos más importantes para convertir una piel en cuero, se efectúan en medios acuosos. Cada etapa del proceso va generando residuos industriales líquidos con distintos grados de contaminación, siendo la más importante en términos de carga orgánica expresada en DBO5, en la etapa de ribera. La Tabla 7 presentan se muestran los niveles de contaminación por cada operación.

### a. Ribera.

La carga contaminante generada tiene los siguientes orígenes (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009):

- Suciedad adherida a las pieles por su cara exterior, se elimina en el remojo dando como resultado, sólidos suspendidos y DBO5.
- Proteínas no estructuradas que se encuentran en la sangre y líquido linfático, esta reacciona con el cromo, generando cuerpos insolubles y hacen perder al cuero propiedades importantes como son la blandura, flexibilidad y elasticidad.
- Pelo: su destrucción se lleva a cabo mediante el uso de sulfuro y cal, lo que da un medio altamente alcalino. Esta destrucción aumenta la DBO5 y sólidos suspendidos.
- Grasas: se encuentran abundantemente como tejido adiposo adherido en el lado carne del cuero.
- Sulfuro: se usa en el proceso de destrucción del pelo o pelambre, es altamente tóxico, reduce la cantidad de oxígeno del agua y cuando el pH baja a menos de 10, se desprende ácido sulfhídrico gaseoso que al ser inhalado en determinadas concentraciones puede llegar a ser mortal.
- Cal apagada en polvo (90% de hidróxido cálcico), se usa en exceso en los baños contribuyendo a elevar los valores de sólidos suspendidos en los efluentes.



Tabla 7. Parámetros de contaminación por etapas

Parámetro	Total efluente	Remojo	Pelambre	Desenlacado y purgado	Piquelado y curtiembre	Restantes
DBO5(kg/ton) %	75-90 100	7-9 10	52-63 70	2.5 3.8	1 1.2	11.5-14.5 15
DQO(kg/ton) %	200-220 100	30-33 15	110-120 56	6 3	2 1	50-58 25
Sólidos suspendidos (kg/ton) %	140 100	7 5	77 55			56 40
Salinidad(kg/ton) %	250-350 100	150-210 60		20-30 8	60-90 25	17-25 7
Toxicidad (equiv/ton) %	2.5 100		19 76		0.6 24	

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

- Alcalinidad. El baño de pelambre es un elemento de contaminación, ya que por su alto valor de pH debe ser neutralizada antes de su descarga.
- Salinidad. Esta se genera principalmente en el remojo y corresponde a sal común proveniente de la etapa de conservación del cuero.
- Nitrógeno amoniacal. Este tiene su origen en la operación de ribera, siendo su principal fuente el sulfato de amonio usado durante el desencalado.

## b. Descargas del remojo y lavado

La contaminación más importante generada por esta operación, se encuentra en las aguas residuales (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009). Las descargas líquidas de esta operación contienen, grasas y otros componentes orgánicos de la piel, los cuales contribuyen a una alta carga de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y de sólidos suspendidos totales (SST). Se aporta también en esta etapa, soda cáustica, bactericida, enzima y tensoactivos, químicos empleados para mejorar el remojo.

**Tabla 8. Análisis químico de las aguas residuales**

Parámetro	Valor
Sólidos suspendidos totales (SST), mg/L	2480
Demanda bioquímica de oxígeno DBO <sub>5</sub> , mg/L	6790
Cloruro, mg Cl <sup>-</sup> /L	35300
Sodio, mg Na/L	22180
pH	10
Demanda Química de oxígeno DQO, mg/L	14500
Aceites y grasas mg/L	1439

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



**Tabla 9 Descargas específicas del remojo y lavado por tonelada de piel**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Volumen de agua, m <sup>3</sup> /ton piel	0.5
Sólidos suspendidos totales, kg/ton piel	1.24
DBO, kg/ ton piel	3.4
DQO, kg/ton piel	7.25
Cloruro de sodio, kg/ton piel	29.2
Cloruro, kg/ton piel	17.8
Aceites y grasas kg/ton piel	0.72

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

### **c. Descargas del pelambre**

Los contaminantes (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009) provienen principalmente de:

- Proteínas, grasas y otros componentes orgánicos distintos al colágeno que aportan a la carga de DBO.
- Pelo, el cual es destruido por la acción del sulfuro y de la cal por lo que sus residuos tienen carácter básico y aportan a la carga de DBO y de sólidos suspendidos.
- Grasas, que se encuentran con el tejido adiposo adherido en el lado de la carne de la piel. Durante el pelambre se saponifican parcialmente.
- Sulfuro, anión altamente tóxico que si baja el pH en medio acuoso desprende sulfuro de hidrógeno.
- Cal apagada (hidróxido de calcio), es poco soluble en agua y, debido a que se trabaja con un exceso, siempre quedan sólidos no disueltos que contribuyen al incremento de sólidos suspendidos y a elevar el pH en el efluente.
- Alcalinidad, los efluentes del pelambre son altamente alcalinos con pH entre 11 y 12, debido a la cal y al sulfuro. Por su alto



valor de pH, los efluentes deben ser neutralizados antes de su descarga, previa eliminación total del sulfuro (por oxidación).

**Tabla 10. Análisis químico de la descarga del agua de pelambre**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Sólidos suspendidos totales, mg/L	11300
DB05, mg/L	7210
Sólidos totales, mg/L	19700
Sulfuro, mg S <sup>2-</sup> /L	3537
Sodio, mg Na/L	9530
Cloruros, mg Cl <sup>-</sup> /L	9790
Sulfatos, mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	NE
pH	12.7
Temperatura, °C	23.7
DQO, mg O <sub>2</sub> /L	14700
Nitrógeno total, mg N/L	2090
Nitrógeno amoniacal mg NH <sub>3</sub> -H/L	89
Aceites y grasas, mg/L	209

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

**Tabla 11. Descargas en los efluentes del pelambre por tonelada de piel**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Volumen de agua, m <sup>3</sup>	1.2
Sólidos totales, kg	23.6
Sólidos suspendidos, kg	13.5
DB05, kg	8.1



DQO, kg	174
Nitrógeno total, kg	2.5
Nitrógeno amoniacal, kg	0.1
Sulfuro, mg S <sup>2-</sup> /L	4.2
Cloruro de sodio, kg	70.2
Cloruros, kg	42.3
Aceites y grasas, mg/L	0.25

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

**Tabla 12 Análisis químico del reciclo de pelambre antes de sedimentación**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Sólidos suspendidos totales, mg/L	8650
DBO <sub>5</sub> , mg/L	12100
Sólidos totales, mg/L	NE
Sulfuro, mg S <sup>2-</sup> /L	2380
Sodio, mg Na/L	NE
Cloruros, mg Cl <sup>-</sup> /L	NE
Sulfatos, mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	NE
pH	12.5
Temperatura, °C	22.8
DQO, mg O <sub>2</sub> /L	25900
Nitrógeno total, mg N/L	NE
Nitrógeno amoniacal mg NH <sub>3</sub> -H/L	NE
Aceites y grasas, mg/L	345

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



#### d. Descargas del desencalado y purgado

Generalmente, el efluente líquido del desencalado contiene nitrógeno amoniacal a causa del sulfato de amonio.

Tabla 13. Análisis químico de la descarga del desencalado y purgado

Parámetro	Valor
Sólidos suspendidos totales, mg/L	1690
DB05, mg/L	6610
Sólidos totales, mg/L	63400
Sulfuro, mg S <sup>2-</sup> /L	1.35
Sodio, mg Na/L	NE
Cloruros, mg Cl <sup>-</sup> /L	2320
Sulfatos, mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	2580
pH	9
Temperatura, °C	29.6
DQ0, mg O <sub>2</sub> /L	11500
Nitrógeno total, mg N/L	9140
Nitrógeno amoniacal mg NH <sub>3</sub> -H/L	8480
Aceites y grasas, mg/L	182

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

Tabla 14. Descargas del desencalado por tonelada de piel

Parámetro	Valor
Volumen de agua, m <sup>3</sup>	0.1
Sólidos totales, kg	6.3
Sólidos suspendidos, kg	0.16
DB05, kg	0.66



DQO, kg	1.15
Nitrógeno total, kg	0.91
Nitrógeno amoniacal, kg	0.86
Sulfuro, mg S <sup>2-</sup> /L	0.13
Sulfatos, kg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.25
Cloruros, kg	0.23
Aceites y grasas,	0.18

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

### e. Piquelado y curtición

La tabla 7 muestra que el piquelado y curtición tienen una influencia relativamente menor comparado con el pelambre, en la toxicidad y salinidad del efluente. Esto corrobora que las sales de cromo trivalente son de baja toxicidad (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009). A pesar de esto el cromo seguirá siendo objeto de una persecución normativa y será obligatorio a las industrias curtidoras aplicar tratamientos a los baños que los contienen.

### f. Descargas del curtido al cromo

El contaminante principal en los efluentes líquidos es el cromo, el cual, mayormente, está bajo la forma de Cr (III), cuya toxicidad es baja comparada con el Cr (VI) y el Cr (IV), que son cancerígenos. El efluente líquido, además, tiene carácter ácido y contiene cloruro de sodio (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009).

Tabla 15. Análisis químico de la descarga del curtido

Parámetro	Valor
Sólidos suspendidos totales, mg/L	923
DBO <sub>5</sub> , mg/L	507
Sólidos totales, mg/L	79950
Cromo total, mg Cr/L	2270



Sodio, mg Na/L	16290
Cloruros, mg Cl-/L	14500
Sulfatos, mg SO42-/L	27970
pH	3.6
Cromo(III), mg/L	2267
DQO, mg O2/L	3790
Nitrógeno total, mg N/L	1232
Nitrógeno amoniacal mg NH3-H/L	911
Aceites y grasas, mg/L	391

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

**Tabla 16. Descargas del curtido por tonelada de piel**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Volumen de agua, m <sup>3</sup>	0.84
Sólidos totales, kg	671
Sólidos suspendidos, kg	0.77
DBO5, kg	0.42
DQO, kg	3.18
Nitrógeno total, kg	1.03
Nitrógeno amoniacal, kg	0.76
Sulfatos, kg SO42-	23.5
Cromo, kg	1.90
Cloruros, kg	12.18
Aceites y grasas, mg/L	0.32

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



## 4. 3. DESCARGAS SÓLIDAS Y SEMISÓLIDAS

Los residuos sólidos pueden dividirse en tres grandes grupos (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009):

- Residuos sin curtir, procedentes de la zona de ribera.
- Residuos curtidos al cromo.
- Residuos de la planta depuradora de efluentes.

### a. Residuos sin curtir

Los restos de piel que se desechan contienen carnazas, grasas, sangre, que aportan la carga orgánica en los residuos de curtiembre. La composición aproximada de una piel vacuna recién desollada es 64% agua, 33% proteínas, 2% grasas, 1% otras sustancias (minerales). Del total de las proteínas el 94-95% es colágeno (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009).

Un análisis químico de los pelos muestra un contenido de 48.4% de proteína en base seca y su utilidad radica en su aporte de nitrógeno en procesos de compostaje.

Las carnazas en tripa proceden de las máquinas de descarnar, que arrancan de la piel la parte de tejidos subcutáneos, formados por restos de tejido adiposo, conjuntivo y muscular que ha quedado adherido al desollar al animal (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009). El descarnado de la piel de ganado vacuno se realiza dentro del proceso de ribera y pueden ser:

- Descarnado antes del pelambre (comúnmente denominado predescarnado), y se realiza a pieles saladas remojadas.
- Descarnado después del pelambre (comúnmente denominado descarnado).

Los principales componentes de las carnazas son: agua, proteínas, grasas y sales minerales. El recorte y predescarnado de pieles frescas reduce el peso en un 15% peso. Se efectúa un segundo descarnado antes del desencalado (debido a que algo de la carnaza emerge después del pelambre) para mejorar la calidad del cuero.



En las operaciones de descarnado es necesario recortar del cuero trozos que podrían perjudicar el normal trabajo. Como ejemplo se muestra en la Tabla 17 la composición de estos residuos.

**Tablas 17. Composición de descarne y trozo de tripa.**

<b>Producto</b>	<b>Trozos de tripa</b>	<b>Trozo de descarne</b>
Agua, %	75	75
Sustancia piel, %	21	22.5
Grasas, %	1	0.3
Materiales oxidables,%	3	0.2

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

### **b. Residuos Curtidos**

Los cueros que han sido curtidos en cromo, necesitan ser igualados a un grosor determinado, cosa que se realiza en la máquina de rebajar y que da lugar a unas virutas de cueros estrechos y alargados. Como ejemplo un análisis de la composición de este residuo, se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 18. Composición de rebajaduras**

<b>Producto</b>	<b>Cromo, %</b>
Agua	45-50
Sustancia piel	32-36
Materias grasas	1-2
Óxidos de cromo	1-2
Sales minerales	12-15

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

Entre otros residuos se incluyen los polvos de esmerilado. Como ejemplo, un análisis de la composición de este residuo, se muestra en la tabla 19.



Tabla 19 Composición de residuos de cuero seco

Producto	Curtido al Cromo, %
Agua	12-14
Sustancia piel	50-70
Materias grasas	10-24
Óxidos de cromo	2-5
Sales minerales	<1

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

### c. Lodos generados de sistema de separación por tamiz y sedimentación

Parte de los sólidos suspendidos en las aguas residuales de la curtiembre son separados mediante rejillas y tamices. Luego, el agua es enviada a un tanque separador para filtrarla en un filtro prensa, donde se genera el agua que se emite al desagüe y un queque sólido (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009).

## 5. RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

### 5. 1. SALADO DE PIELS

#### a. Recuperación de sal previo al remojo

Situación actual	Recomendaciones
Las pieles no se utilizan inmediatamente después del desuello, por tal motivo se salan con sal común (NaCl). El consumo de sal en promedio es de 5 kg por piel.	Evitar que parte de la sal caiga al piso y/o se escurra al drenaje. El área de salado debe estar alejada de canaletas de drenajes. Sacudir la sal de las pieles antes de procesarlas las pieles que llegan con sal.

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

Producción más limpia aplicada a la Industria de Curtiembre:  
Caso Curtiduría El Porvenir



Beneficios ambientales	Beneficios económicos
<p>Reducción del contenido de sal común en el efluente.</p> <p>Reducción en el consumo de agua para el remojo, debido a la reducción de la cantidad de sal contenida en la piel.</p>	<p>Ahorro de sal a razón de 38 780 kg/año.</p> <p>Reducción de los costos del tratamiento de las aguas residuales, la reducción del volumen de agua y de la cantidad de sal en el efluente.</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

## 5. 2.PELAMBRE

### a. Control óptimo de las variables de pelambre

Situación actual	Recomendaciones
<p>La empresa trabaja con una metodología de pelambre sin destrucción de pelo, logrando una reducción en el consumo de sulfuro. De esta manera se recupera gran parte del pelo.</p>	<p>Es aconsejable optimizar la operación probando, por ejemplo, 2.9% de cal y 1.7% de sulfuro de sodio; y así sucesivamente, hasta hallar valores óptimos.</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

Beneficios ambientales	Beneficios económicos
<p>Reducción del consumo de reactivos químicos y agua</p> <p>Reducción de la carga contaminante del efluente</p>	<p>Ahorro de Na<sub>2</sub>S a razón de 1 648 kg/año equivalente.</p> <p>Ahorro de cal a razón de 1 648 kg/año. Ahorro de productos químicos incluye sulfuro de sodio y cal.</p> <p>Ahorro en el tratamiento de efluentes.</p>

CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



## b. Reciclaje de los baños residuales del pelambre y sus lavados

<b>Situación actual</b>	<b>Recomendaciones</b>
<p>Dentro del proceso de ribera, se concentra el mayor consumo de agua (47%), seguido por el proceso de curtido (39%). Los baños residuales del pelambre son ricos en sulfuro y cal, por lo que son aptos para su reuso en un nuevo ciclo. Los sólidos suspendidos, materia orgánica dispersa y parte de los sólidos disueltos pueden crear problemas en el reciclaje. Actualmente la planta posee tanques de sedimentación para separar sólidos en suspensión y recicla una vez los baños residuales de pelambre. Actualmente el pelo del agua de pelambre es separado tan pronto como ha sido extraído de la piel.</p>	<p>Reciclaje de los baños residuales. El primer baño se prepara utilizando la fórmula o receta rutinaria de la curtiembre. Al concluir la operación de pelambre, el agua residual debe almacenarse en un tanque, airearse y luego filtrarse. El agua de pelambre filtrada se almacena en un tanque recolector o se envía directamente al botal de pelambre. Al agua de pelambre filtrada, contenida en el tanque recolector, se le debe reponer la cantidad inicial del baño de pelambre. En base al análisis de una muestra de la mezcla final de aguas contenida en el tanque recolector, se debe calcular las cantidades de reactivos químicos necesarias para reponer las concentraciones originales del baño de pelambre.</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



<b>Beneficios ambientales</b>	<b>Beneficios económicos</b>
<p>Reducción de la cantidad de descargas de agua, sulfuro y cal.</p> <p>Reducción de la cantidad de materia orgánica en el efluente.</p> <p>La filtración de las aguas de pelambre reduce la carga orgánica contenida en el efluente de la curtiembre. Cada 1,000 kg de pieles frescas generan 150 kg de residuos o lodos que, en su mayor parte, quedan atrapados en el filtro. Los lodos contienen, además de materia orgánica (p.e. pelo, jabones por la saponificación de las grasas), materia inorgánica proveniente de los reactivos químicos adicionados (p.e. cal insoluble, carbonato de calcio).</p>	<p>Ahorros económicos por menor consumo de agua y de reactivos químicos (sulfuro, cal).</p> <p>Debido a la presencia de sulfuro y cal en el baño reciclado, la dosificación de estos productos puede ser reducida hasta en un 40 a 50% en el siguiente ciclo.</p> <p>Reducción del costo de tratamiento de las aguas residuales.</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



### c. Control de calidad de la cal en el pelambre

Situación actual	Recomendaciones
<p>La cal viva (CaO) es un producto comercial que se obtiene a partir de la descomposición térmica de la piedra caliza (carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub> más impurezas). La empresa que proporciona la cal reporta el siguiente análisis: 71.57% CaO total, 66.10% CaO útil, 8t9.98% Ca(OH)<sub>2</sub>, 0.17% humedad). La cal es de buena calidad cuando su contenido de CaO es superior al 75%; y es de excelente calidad cuando sobrepasa el 90%. En presencia de agua, se hidrata y forma la denominada cal apagada o “muerta”, o hidróxido de calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>).</p>	<p>La calidad de la cal determina la cantidad de hidróxido de calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) que se dosifica al baño de pelambre; y la correcta dosificación del Ca(OH)<sub>2</sub> determina la calidad y rendimiento del cuero. Para controlar la calidad de la cal, se sugiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar un método volumétrico de ensayo para determinar el grado de pureza de la cal.</li> <li>• Adquirir cal de calidad reconocida.</li> <li>• Almacenar en bolsas cerradas la cal.</li> <li>• Evitar la exposición prolongada de la cal viva con el aire.</li> </ul>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

Beneficios ambientales	Beneficios económicos
<p>Reducción de los residuos inactivos contenidos en la cal (i.e. CaCO<sub>3</sub>, arena y otros), pues el uso de una buena cal reduce el volumen de lodos generados, debido a que las sustancias inactivas están en menor cantidad.</p> <p>Mayor aprovechamiento de la piel, vista como un recurso natural.</p>	<p>El beneficio fundamental se deriva del hecho de que se obtiene una piel de mayor calidad, ya que de la cal depende la magnitud y la homogeneidad del hinchamiento de la piel en tripa. Se evita, asimismo, las manchas de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) y las rayas causadas por las arenillas.</p> <p>Una cal de mayor calidad puede tener un precio unitario efectivo (o real) más bajo. Permite reducir los costos asociados a la disposición final de los lodos generados por los residuos inactivos contenidos en la cal.</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



## 5. 3.PIQUELADO Y CURTIDO AL CROMO

### a. Reciclaje de los baños residuales del curtido al cromo

Situación actual	Recomendaciones
<p>El curtido al cromo se realiza en el mismo baño del piquelado. Se emplea agua caliente y el sulfato básico de cromo trivalente ((Cr2O3 25%).El pH se incrementa con magnesia (60% de MgO) para una óptima fijación del cromo en el colágeno. Sin embargo, por encima de pH 4, existe el riesgo de que el cromo precipite y manche la piel, dañándola. El 80% del cromo puede fijarse en el cuero, el restante se pierde en los efluentes líquidos. La empresa ha optimizado los parámetros del curtido al cromo (oferta de cromo, pH, temperatura y tiempo de curtido) para reducir esta pérdida y reducir la cantidad de cromo en los efluentes y lodos generados.</p>	<p>El reciclaje de los baños residuales de curtido al cromo se recomienda por las reducciones que se logra en el consumo de cromo y en la descarga de cromo en el efluente. La eficiencia del reciclaje, esto es, la capacidad de poder asimilar el cromo contenido en el baño sin afectar la calidad del cuero, dependerá de la eficiencia del curtido, de la técnica de reciclaje empleada, de la calidad de la filtración, del volumen residual del baño recolectado, de la oferta de cromo y de la cantidad de materia orgánica y sales acumuladas.</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

Beneficios ambientales	Beneficios económicos
<p>Reducción de las descargas de cromo, sal común y agua Reduce el volumen de agua descargado al efluente</p>	<p>Ahorro de 17,683 kg SC Cr(OH) SO4 / año. Reducción del costo de tratamiento de las aguas residuales</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



Gestión y producción más limpia



## b. Recuperación de cromo a través de su precipitación y redisolución

<b>Situación actual</b>	<b>Recomendaciones</b>
<p>El curtido con cromo presenta un agotamiento del cromo de 80% del cromo que puede fijarse en el cuero, el restante se pierde en los efluentes líquidos. La empresa ha optimizado los parámetros del curtido al cromo ( oferta de cromo, pH, temperatura y tiempo de curtido) para reducir esta pérdida y reducir la cantidad de cromo en los efluentes y lodos generados.</p>	<p>El método más empleado, a nivel mundial, para la recuperación de cromo y su posterior reúso, consiste en precipitar el cromo de los baños residuales de curtido, en medio alcalino controlado. Una vez separado y lavado el precipitado, éste puede ser re disuelto con ácido sulfúrico para su reúso en un nuevo ciclo de curtido, o darle el tratamiento necesario según el tipo de uso que se le quiera dar en cualquier otra actividad.</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

<b>Beneficios ambientales</b>	<b>Beneficios económicos</b>
<p>Reducción de la descarga de cromo al efluente.</p>	<p>Ahorro en el costo de reactivos de cromo (si se va a reutilizar el cromo recuperado en el curtido). Disminución de los costos del tratamiento final si el cromo es recuperado y reutilizado en el curtido de las pieles.</p>

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.



## 6. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para evaluar cuantitativamente la eficiencia de un proceso productivo se utilizan como indicadores los consumos y descargas específicos.

Un consumo específico expresa la cantidad de materia o energía consumida por unidad de insumo utilizado o de producto generado. Una descarga específica expresa la cantidad de residuos generados (residuos sólidos, residuos líquidos, emisiones atmosféricas) por unidad de insumo utilizado o de producto generado (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009).

Se presentan los valores de los indicadores de desempeño y los valores estimados de los mismos indicadores de desempeño que podrían lograrse después de implementar las medidas de Producción Más Limpia.

<b>Indicadores de desempeño Consumo específico</b>	<b>Valor Actual</b>	<b>Valor estimado después de implementar las medidas</b>
Agua de ribera[ m <sup>3</sup> /ton piel]	6.5	5.0
Sulfuro ( kg S <sub>2</sub> -/ton piel)	6.0	5.6
Cromo (kg Cr/ton piel)	11.5	9.6

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009

## 7. SEGUIMIENTO DE LA IMPLANTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Después de evaluar el proceso y haber seleccionada las medidas viables, se deberán a) preparar un plan de acción, b) implementar las medidas seleccionadas, y c) monitorear los resultados obtenidos por las medidas implementadas (CER, Informe PML INFO 010-08, 2009).

### a. Plan de acción y Monitoreo

- Poner en orden las medidas que se implementarán. Se inicia con aquellas medidas que son viables y de bajo costo



de implementación; y aquellas que puedan generar ahorros sustantivos comparado a su costo de implementación.

- Hacer un listado de todas las actividades que deberán llevarse a cabo.
- Establecer los recursos necesarios para realizar cada una de dichas actividades.
- Elaborar un cronograma de actividades.
- Designar al personal responsable de la ejecución de cada una de dichas actividades.

### Propuesta para la implementación de medidas de P+L

<b>Orden</b>	<b>Recomendación</b>
1	Control óptimo de las variables de pelambre
2	Control de la calidad de la cal
3	Recuperación de sal común previo al remojo
4	Reciclaje de los baños residuales del pelambre y sus lavador
5	Recuperación de cromo mediante precipitación y redisolución
6	Precipitación y recuperación de proteína
7	Pulido de las aguas residuales por tratamiento biológico
8	Obtención de grasas contenidas en los recortes y carnazas
9	Compostaje del pelo
10	Obtención de cola de carpintero de los residuos de la piel tripa
11	Uso de virutas o rebajes y polvo de lijado para obtener cuero reconstituido
12	Obtención de abono de lodos de planta de tratamiento

Fuente: CER, Informe PML INFO 010-08, 2009.

Producción más limpia aplicada a la Industria de Curtiembre:  
Caso Curtiduría El Porvenir



Para evaluar los beneficios logrados por las medidas implementadas deberán definirse indicadores, sus valores promedios de referencia, la frecuencia con la cual se tomarán las medidas de control, así como el procedimiento para recolectar los datos necesarios.

El monitoreo tiene por objetivo cuantificar los beneficios y mejoras logrados por las medidas implementadas, y tomar las acciones correctivas necesarias cuando las medidas no han logrado los resultados esperados. Los resultados del programa de monitoreo deberán ser presentados regularmente a los responsables de la empresa y al personal involucrado para demostrar los beneficios logrados por el programa de Producción + Limpia.

## REFERENCIAS

- Bejarano, A (2007), *Producción más limpia en el subsector curtiembre* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú
- Buljan J, Reich G, Ludvick J (1997) *Mass Balance in the Leather Processing*, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).
- Candiotti Mendoza, S. (2009). Implementación del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004 en Minera Condestable sa. (Tesis para optar el grado de Maestro en ciencias Minería y medio ambiente). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad Social CER, 2009, *Informe Preliminar – PML INFO 010-08 Curtiduría El Porvenir S.A.* Perú.
- Frendrup W, (1993), *Practical Possibilities for Cleaner in Leather Processing*, Danish Technological Institute/ Environmental Technological.



- Frendrup W, (1998), *Hair-Save Unhearing Methods in the Leather Processing*, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)
- Gallo L.H, (2001) *Seminario: Guía de producción más limpia en curtiembres*, CPTS
- Granero Castro, J., & Ferrando Sanchez, M. (2007). *Como implementar un sistema de gestion ambiental segun la norma iso 14001:2004 2da edicion*. Madrid: Artegraf, S.A.
- Guerrero Aguiar, M. (2012). *Implementación del Sistema Integrado de Gestión en la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos. (Tesis de Master en Administracion de Negocios)*. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cuba, Cienfuegos.
- Ludvick J, (1998) *Chrome management in the Tanyard*, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).
- Ludvick J, (1998) *The scope for decreasing the pollution load in the leather processing*, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).
- Machado Gutierrez, M. (2016). *Propuesta de implementacion de un sistema de estion ambiental basado en la norma Iso 14001:2004 en una curtiembre en la localidad de rio seco. (Tesis para optar el titulo ingeniero industrial)*. Universidad Catolica de Santa maria, Perú, Arequipa.
- Oficina de la Industria y el Medio Ambiente(IEO) (1991) *Tanneries and Environment, A technical Guide*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Rydin S, Frendrup W (1993), *Possibility for a reduction of the Pollution Load from Tanneries*, Nordic Council of Ministers, Danish Technological Institute.
- Thorstensen T C, (1992) *Fundamentals of Pollution Control for the Leather Industry*, Shoe Trades Publishing Company.





# HERRAMIENTA DE GESTIÓN Y CONTROL AMBIENTAL: CASO TOROMOCHO

## AUTORES:

Ayala Chacaltana, Pedro  
Moran Ruiz, Javier  
Eyzaguirre Munarriz, Juan  
Benítez Rodríguez, Leónidas  
Añazco Escobar, Dixon  
Zeña Ramos, José



# HERRAMIENTA DE GESTIÓN Y CONTROL AMBIENTAL: CASO TOROMOCHO

## 1. INTRODUCCIÓN

Perú país minero es sin duda una frase conocida en el mundo, que expresa un reconocimiento ancestral y actual de la gran cantidad de depósitos minerales polimetálicos, auríferos y otros que fueron distribuidos generosamente por procesos geológicos en todo el territorio nacional. Así pues, grandes inversiones se ejecutan en el país en un nuevo contexto de una Industria extractiva que debe considerar en su visión, misión, planeamiento y operaciones el más amplio compromiso con el medio ambiente, las comunidades de influencia directa e indirecta y las regulaciones locales y globales. En este nuevo contexto se han desarrollado nuevas regulaciones y prácticas para la gestión y control de la contaminación ambiental, así según el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial ([www.opti.org](http://www.opti.org)) "Tres son las tendencias principales que aglutinan las tecnologías clave identificadas:

1. Gestión integral de los residuos industriales.
2. Uso sostenible y mantenimiento de la calidad de los recursos hídricos.
3. Ingeniería y desarrollo de equipos de uso medioambiental.

Cada tendencia se desglosa en grupos temáticos que recogen, a su vez, las tecnologías que serán clave para la materialización del escenario futuro configurado por las tendencias".

Por otro lado, está el marco regulatorio del sector y otros vinculados a la operación que aseguren que el proceso extractivo se realiza de acuerdo con los parámetros establecidos. Diversas experiencias positivas y negativas se han venido dando en los últimos años, entre las cuales destaca la operación de Toromocho de la Minera Chinalco, razón por la cual describiremos sus propósitos desde el Informe de Evaluación de impacto ambiental (EIA), el cumplimiento de las normas, su modelo de gestión ambiental y su plan de cierre de minado.



El Proyecto Toromocho consiste en una mina de tajo abierto, con reservas de Cobre y Molibdeno, localizada en la parte central de los Andes del Perú en el distrito de Morococha, Provincia de Yauli, departamento de Junín (Figura N°1).

Figura N° 1.



<http://desarrolloperuano.blogspot.com/2013/12/ya-opera-la-gigantesca-mina-de-toromocho.html>

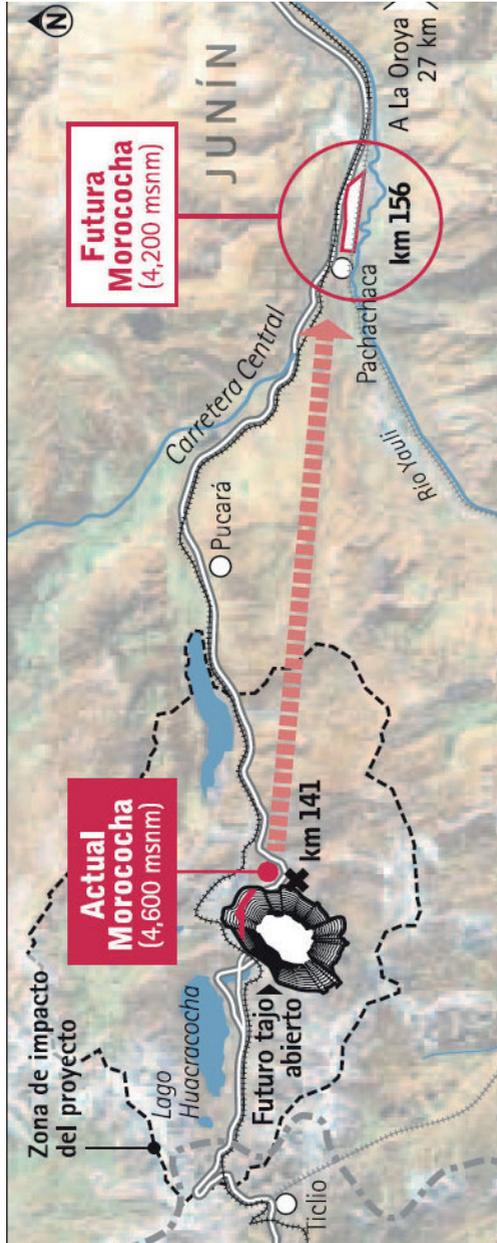
El Proyecto Toromocho es propiedad de Chinalco Perú S.A. de propiedad de Aluminium Corporation Of China Ltd. Se encuentra en un área que cuenta con una larga historia de operaciones mineras y que ha sido activamente explorada desde los años 60 del siglo XX (Figura N° 2).



Gestión y producción más limpia



Figura N° 2.



<http://www.sectorelectricidad.com/wp-content/uploads/2011/10/toromocho-mapa-recortado.jpg?2681d8>

El Proyecto tiene un ritmo de extracción de 235 000 toneladas por día de material (mineral, roca de desmonte y mineral de baja ley). Se espera 32 años de operaciones de minado y un periodo adicional de 4 años para el aprovechamiento de mineral almacenado, sumando un total de 36 años de operación. (Figura N°3)

Figura N° 3



Fuente: Minera Chinalco/BBCMundo.com

LA REPÚBLICA

<http://www.sectorelectricidad.com/377/peru-mina-toromocho-iniciara-produccion-de-cobre-en-octubre-del-2013-y-requerira-una-carga-de-165mw/>

Contempla la extracción mineral de una mina a tajo abierto utilizando métodos de explotación superficial (Figura 4) y transporte de concentrado a través del ferrocarril central (Figura 5)



Gestión y producción más limpia



Figura N° 4.



<https://www.dipromin.com/noticias/chinalco-concreta-inversion-1-300-millones-dolares-ampliar-toromocho/>

Figura N° 5.



<https://gestion.pe/economia/ferrocarril-central-impacto-tendra-modernizacion-vias-ferreas-transporte-carga-119561>

De acuerdo con el estudio de impacto ambiental (2009) “Para delimitar el área de influencia (Figura N°6) de la operación se tiene en cuenta las diferencias existentes entre el área cubierta por la línea base ambiental o Área de Estudio de Línea Base Ambiental (AELBA) y el área comprendida por el alcance de los efectos derivados de las actividades del Proyecto o Áreas de influencia Directa e Indirecta (AID Y AII), respectivamente. En el AELBA se encuentran comprendidas las zonas que potencialmente estarían involucradas con el desarrollo del Proyecto, tanto en términos de emplazamiento directo como de áreas de influencia directa e indirecta. La ecuación de equilibrio sería:

$$\text{AELBA} = \text{AED} + \text{AID} + \text{AII} + \text{PI}$$

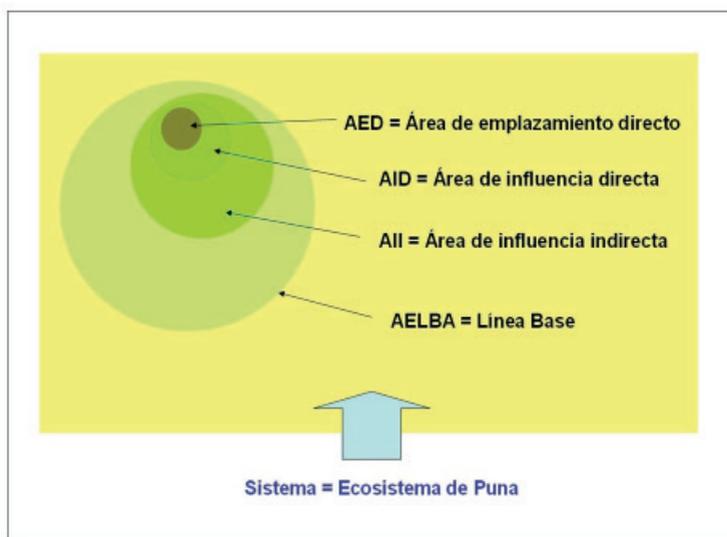
- **AELBA:** Área de estudio de Línea Base Ambiental
- **AED:** Área de Emplazamiento Directo de la Infraestructura; comprende a la porción de terreno sobre la que se encuentra directamente emplazada la infraestructura proyectada. Es decir, el área ocupada por las futuras instalaciones del Proyecto.
- **AID:** Área de influencia Directa del proyecto: comprende el área donde se estima que los impactos ambientales presentarían una intensidad significativa en términos relativos en comparación con el entorno con excepción del componente aire. Puede trasladar áreas con el AED dependiendo del componente ambiental.
- **AII:** Área de influencia indirecta del proyecto: comprende el área en donde se estima que los impactos ambientales presentarían una intensidad no significativa en términos relativos en comparación con el entorno.
- **PI:** Punto de interés específico que corresponde a cualquier zona que se encuentre en las inmediaciones que tenga algún estatus o interés especiales ligado a temas de diferente índole como presencia de centros poblados, lugares de interés por temas paisajísticos, culturales, etc.

El área comprendida por el PI se encuentra fuera del alcance geográfico de los impactos derivados del proyecto, pero se incluyen con



la finalidad de caracterizar las condiciones del área antes de la ejecución del Proyecto”.

Figura N.º 6. Relaciones especiales entre las áreas de influencia del Proyecto y el área de estudio de línea base



Fuente: Minera Chinalco Perú S.A. Proyecto Toromocho  
Estudio de Impacto Ambiental Resumen Ejecutivo 2009

El área de influencia socioeconómica (Figura N.º7) permite determinar que, en el Distrito de Morococha, el AID del proyecto Toromocho está compuesto principalmente por la ciudad de Morococha, Hacienda Pucará y el campamento minero Manuelita., que son las poblaciones que experimentarán impactos positivos altamente significativos después de la aplicación de medidas de potenciación. Se incluye dentro del área específica de influencia indirecta la Comunidad Campesina de Pucará, el campamento minero de Alpamina y las pequeñas poblaciones rurales, que recibirán impactos positivos y no requieren acciones de mitigación por parte de la empresa.



“El EIA presentado en el Proyecto incluye una caracterización de los principales pasivos ambientales registrados en el área del proyecto, debido a la presencia histórica minera en el área, ya que existen una serie de elementos que han modificado el entorno natural del área. Estos elementos están compuestos:

- b. Minas a tajo abierta abandonadas
- c. Socavones, piques, respiraderos y lugares de muestreo de roca
- d. Depósitos de desmonte de mina abandonados
- e. Instalaciones de almacenamiento de relaves y otros depósitos de residuos sólidos
- f. Zanjas
- g. Caminos de acceso y líneas de ferrocarril

El marco legal del proyecto que sustentó la EIA contiene las normas más importantes relacionadas con el tema ambiental minero como el Título quince del “Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería” (D.S. N° 014-92-EM) las Actividades Minero Metalúrgicas” (D.S. N° 016-93-EM, modificado por los D.S. N° 059-93-EM, 029-99-EM, 058-99-EM y 022-2002-EM) y la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338 ).

Asimismo, se considera el “Reglamento de Participación Ciudadana en el Subsector Minero” (D.S. N° 028-2008-EM, complementado por la R.M. N° 304-2008-MEM/DM), el “compromiso previo para el desarrollo de actividades mineras” (D.S. N° 042-2003-EM) y los requerimientos de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM), la Dirección General de Minería (DGM) y la Oficina General de Gestión Social (OGGS) del MINEM. Además, se consideraron los lineamientos de la “Guía para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental” del MINEM.

Existen normas generales aplicables a nivel nacional a diferentes actividades productivas, tales como la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338), Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM), el Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, Decreto Supremo



N° 003-2008-MINAM), el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM) y la Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834), las cuales han sido citadas en cada sección pertinente del EIA.

Adicionalmente, se considera la Política de Protección Ambiental, Salud y Seguridad de Chinalco, basada en el compromiso de mejora en su desempeño en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, a través de la implementación, operación y mejora continua de su sistema de gestión”.

## 2. DESARROLLO

Compañía Minera Chinalco (<https://www.chinalco.com.pe>) opera en el Perú en el proyecto Toromocho bajo la aprobación del estudio de Impacto Ambiental aprobado el 14 de diciembre del 2010 mediante Resolución Directoral N° 411 – 2010 MEM/AAM. Su misión es “contribuir con el progreso local, nacional y global, así como con el éxito de los accionistas, a través de la transformación cuidadosa y eficiente de recursos naturales”. Su visión es ser reconocida como una empresa minera de primer nivel, debido a la alta eficiencia y la calidad de su gestión.



Gestión y producción más limpia



El plan de manejo ambiental del Proyecto (PMA), (Figura N°8) según el EIA (2009) considera:

- a. Incorporar la variable ambiental desde las primeras etapas del diseño de obras, instalaciones y procesos
- b. Aplicar las Políticas de Protección Ambiental, Salud y Seguridad de Minera Chinalco.
- c. Brindar capacitación periódica y permanente a los trabajadores respecto a la prevención de riesgos y protección del medio ambiente
- d. Disponer de planes adecuados para la mitigación de eventuales efectos ambientales, la prevención de riesgos y contingencias, el control de erosión y sedimentación, el manejo de residuos y el monitoreo ambiental

Considera los siguientes planes de prevención:

- a. Plan de Prevención y Mitigación
- b. Plan de Monitoreo Ambiental
- c. Plan de Contingencias
- d. Plan de Manejo de Residuos Sólidos
- e. Plan de Manejo de Voladura en Tajo

Los objetivos del Plan de Monitoreo Ambiental son los siguientes:

- a. Conocer los efectos reales, en escala espacial y temporal, ocasionados por las actividades del Proyecto, a través de mediciones en los componentes ambientales señalados más adelante.
- b. Verificar la efectividad de las medidas de prevención, mitigación y control propuestas.
- c. Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables y compromisos asumidos por la empresa.

- d. Detectar de manera temprana cualquier efecto no previsto y no deseado, producto de la ejecución del Proyecto, de modo que sea posible controlarlo definiendo y adoptando medidas o acciones apropiadas y oportunas.

El programa de monitoreo considera los siguientes componentes ambientales:

- a. Geotecnia
- b. Meteorología
- c. Calidad del aire
- d. Ruidos y vibraciones
- e. Agua superficial
- f. Agua subterránea
- g. Revegetación y programas de manejo de especies vegetales
- h. Fauna terrestre
- i. Fauna hidrobiológica
- j. Restos arqueológicos

Para cada uno de estos componentes, el plan de monitoreo incluye los siguientes alcances:

- a. Aspectos: proporcionan información del componente en relación a su importancia para el Proyecto.
- b. Parámetros: corresponden a las variables físicas, químicas, biológicas o culturales que son medidas y registradas para caracterizar el estado y la evolución de los componentes ambientales.
- c. Norma ambiental o criterio: indica los límites y estándares establecidos en las normas correspondientes, los cuales serán utilizados para comparar los resultados del monitoreo. Asimismo, especifican las guías o lineamientos de prácticas



- ambientales contenidas en normas técnicas, guías ambientales o protocolos. De no existir regulaciones nacionales, se podrán aplicar criterios que tengan como referencia los estudios de línea base del Proyecto o los criterios internacionales que se consideren necesarios.
- d. Estaciones de monitoreo: corresponden a los lugares de medición y control seleccionados para cada componente ambiental.
  - e. Metodología: se refiere a la metodología de medición, recolección de datos y de análisis de la información, en cada caso.
  - f. Frecuencia: se refiere a la periodicidad con que se efectúan las mediciones, se coleccionan las muestras y/o se analiza cada parámetro.
  - g. Manejo de la información y reporte: se refiere a la metodología y a la frecuencia con la que se prepararán los reportes.

Figura N° 8.



<http://www.grupograms.com/proyectos/minera-chinalco-peru>

Como parte de su Plan de manejo ambiental (PMA) ha construido la Planta de tratamiento de aguas del Túnel Kingsmill. El túnel se encuentra a 500 metros de profundidad y cuenta con una extensión de 11 kilómetros. Su recorrido empieza en Morococha y atraviesa el distrito y las comunidades de Pucará y Yauli hasta desembocar en el río Yauli, al que vierte el drenaje ácido a razón de 1100 litros por segundo desde hace más de 70 años. Las aguas del túnel Kingsmill tienen alto contenido de metales, especialmente hierro, manganeso, zinc, plomo, arsénico, aluminio y cadmio. Para tratar este efluente, Minera Chinalco ha construido una planta (Figura N°9) que emplea el proceso de Lodos de Alta Densidad (HDS, Esquema N°1, N°2) que es considerado la mejor tecnología en el mundo para tratar efluentes ácidos. El proceso de tratamiento permite incrementar el pH de las aguas del río aumentando la densidad de los metales con cal, para luego retirarlos. Al finalizar, el agua clarificada es neutralizada y se vierte al río Yauli. Esto permite reducir el volumen de lodos en más de un 95% de manera que no se contaminan las aguas subterráneas circundantes. La planta comenzó a operar en el segundo semestre del 2010, dando cumplimiento con los parámetros aprobados por el Ministerio de Energía y Minas.

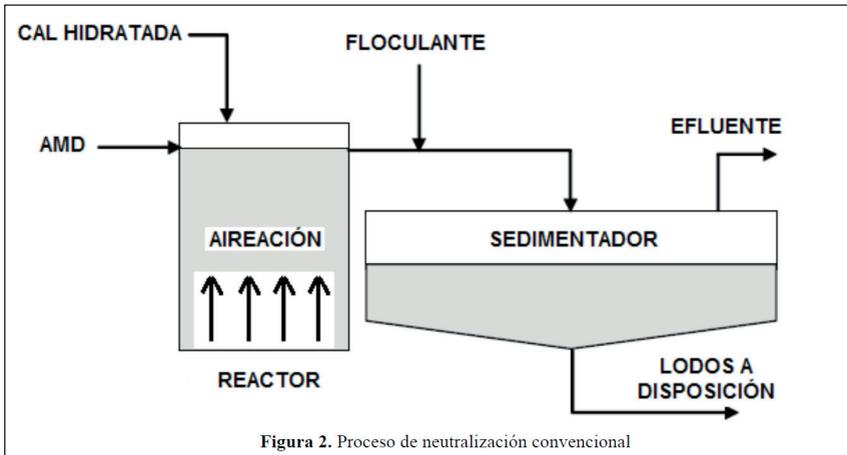
Figura N° 9.



<https://www.chinalco.com.pe/es/planta-de-tratamiento-de-aguas-del-t%C3%BAnel-kingsmill>

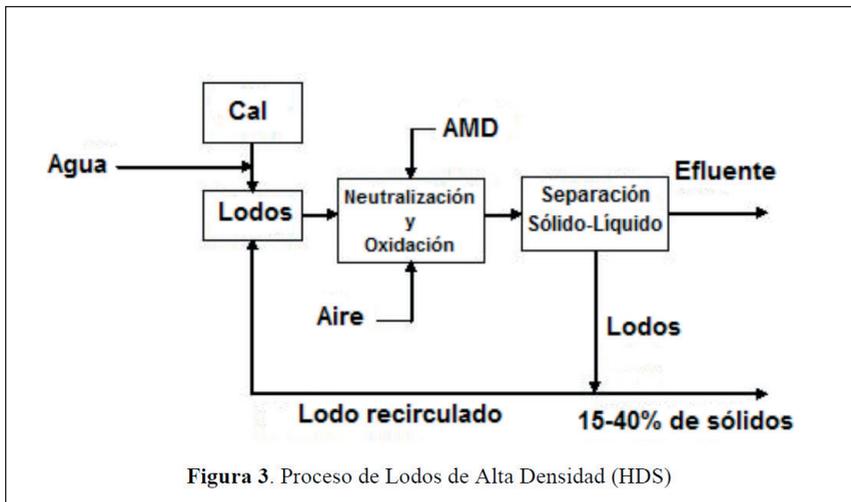


## Esquema N° 1.



Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750928001>

## Esquema N° 2.



Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750928001>

En el año 2014, en el marco de los controles ambientales por parte del Estado Peruano (Figura N°10) dentro del proceso de fiscalización ambiental (Figura N°11) en aplicación de supervisión directa de la OEFA (Figura N°12) Resolución N°007 - 2013 - OEFA/CD las Operaciones de Minera Chinalco fueron paralizadas.

Figura N° 10



Figura N° 11



Figura N° 12.



En esta acción de fiscalización por parte de la OEFA se utilizaron definiciones relevantes de la Resolución N°007 - 2013 - OEFA/CD tales como:

**HALLAZGO:** Hecho relacionado al cumplimiento o presunto incumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables

**MEDIDA PREVENTIVA:** Disposición por la cual se ordena al administrado la ejecución de una obligación en particular, cuando se evidencia un peligro inminente o alto riesgo de la generación de daño grave al ambiente, los recursos naturales y la salud de las personas.

La supervisión **de campo de la OEFA determinó** que existían descargas de efluentes ácidos a las lagunas Huacracocho y Huacacocho. Por parte de la Empresa en su EIA aprobado el 2010 se describe que la unidad minera Toromocho no descargaría efluentes ácidos al ambiente.

La OEFA realizó la supervisión regular en la Unidad minera Toromocho de Minera Chinalco S.A. del 16 al 20 de marzo del 2014. (Figuras N°13, N°14, N°15), siendo los hallazgos de la supervisión de la OEFA los siguientes:

- a. **Las aguas de escorrentía del depósito de desmonte Oeste**, con características ácidas, estaban discurriendo sobre suelo natural hasta llegar a las Lagunas Huascacocho y Huacracocho.
- b. **Las aguas del sistema de subdrenaje del depósito de mineral de mediana y baja ley**, con características ácidas, estaban discurriendo sobre suelo natural hasta llegar a la Laguna Huascacocho.



Figura N° 13.



c. **Las aguas del sistema de subdrenaje del depósito de mineral de mediana y baja ley**, con características ácidas, estaban discurriendo sobre suelo natural hasta llegar a la Laguna Huascacocha.

Figura N° 14



d. Las aguas del sistema de subdrenaje del depósito de mineral de mediana y baja ley, con características ácidas, estaban discurriendo sobre suelo natural hasta llegar a la Laguna Huascacocha.

Figura N° 15.



## 4. 2. MEDIDA PREVENTIVA

Figura N° 16

### La Medida Preventiva

**RD N° 003-2014-OEFA/DS (27/03/14)**

- OEFA ordenó a Chinalco la **paralización inmediata de las Actividades de operaciones de mina y todas aquellas causantes de la generación de los efluentes que descargan en las Lagunas Huacracocha y Huascacocha, hasta revertir dicha situación** y acreditarlo mediante estudios técnicos ante el OEFA.

La RD fue notificada el 28/03/14 a Minera Chinalco Perú S.A. en sus oficinas administrativas (en Lima) y en la misma unidad minera, donde el personal de la DS se apersonó para verificar la ejecución de la medida.

Finalmente, esta experiencia demuestra que bajo compromisos entre las compañías operadoras en la actividad extractiva, el marco regulatorio sectorial vigente y las acciones preventivas descritas en los estudios de EIA aprobados por el Estado y las acciones correctivas inmediatas, la gestión y control de la contaminación industrial contribuyen a un desarrollo que sea sostenible en términos económicos, sociales y ambientales.

## CONCLUSIONES

Consideramos que desde la Ingeniería los avances tecnológicos deben enfocarse en mejorar la eficiencia medioambiental de los procesos y productos y encontrar buenas prácticas y técnicas para disminuir el uso de recursos naturales. En ese sentido y considerando el marco regulatorio sectorial, las políticas sectoriales desde el Ejecutivo que en su conjunto con el sector privado y la población puedan alcanzar consensos en el marco global del desarrollo sostenible, compartimos las siguientes conclusiones:

- a. El MEM Y MINAM deben impulsar **investigaciones sobre tecnologías** para la Industria Extractiva para hacer transferencia tecnología a la mediana y pequeña minería. Una parte del Canon Minero puede ser fondo de esta acción.
- b. Impulsar la creación de una **CITE para la eficiencia medioambiental** para procesos y productos.
- c. Es impostergable La elaboración actualizada del **Estudio Ambiental Estratégica (EAE)** del país para las próximas décadas como instrumento técnico, económico y social y transparente para todos los actores: Estado, inversión privada y comunidad. Este estudio permitiría analizar alternativas en una etapa más temprana y dar importancia a las cuestiones ambientales desde el comienzo.



# EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA EN EL PERÚ

Propuestas para el diseño de esta herramienta



[https://issuu.com/darperu/docs/eae\\_publicacion](https://issuu.com/darperu/docs/eae_publicacion)

d. Considerar las tendencias tecnológicas asociadas a la gestión de residuos sólidos:

CUADRO 1 TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A LA FUTURA GESTIÓN DE RESIDUOS			
Agrupación tecnológica	Descripción	Ejemplo tecnología 1	Ejemplo tecnología 2
Técnicas analíticas in situ.	Se desarrollarán técnicas analíticas para la caracterización de los residuos en los lugares de origen y destino, con objeto de tomar decisiones sobre su correcta gestión.	Miniaturización de equipos para el análisis in situ de variables edioambientales.	Toxicidad y contenido en materia orgánica en estado sólido.
Bioensayos rápidos y fiables.	La tendencia identificada es hacia el desarrollo de bioensayos específicos por sustancias o familias de sustancias rápidas y fiables y la complementariedad entre los métodos físico-químicos y eco toxicológicos.	«Kits» específicos por tipos de contaminantes.	Desarrollo de herramientas biotecnológicas para la detección de contaminantes.
Tecnologías de control analítico.	Las técnicas de análisis tenderán hacia la automatización, robotización de equipos multiparamétricos que conlleven una simplificación del proceso analítico y una reducción de costes.	Desarrollo y mejora de las técnicas de caracterización de los residuos y sus componentes.	Desarrollo de instrumentación para el control ambiental y de medición y monitorización del impacto ambiental de sistemas productivos.



Tecnologías de caracterización de suelos.	Dada la problemática asociada a la contaminación de suelos, se desarrollarán tecnologías para la caracterización de los mismos, asociadas al desarrollo normativo en cuanto a la tipificación de suelos contaminados, la preservación de la contaminación del suelo y aguas subterráneas y los procesos de descontaminación.	Tecnologías para determinar la disponibilidad, movilidad, especiación, efecto fitotóxico, etcétera.	Desarrollo de métodos innovadores y alternativas para la caracterización de suelos contaminados.
---	--	---	--

Fuente: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=646667>

e. Considerar las tendencias tecnológicas asociadas a la producción limpia:

CUADRO 2 TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN LIMPIA			
Agrupación tecnológica	Descripción	Ejemplo tecnología 1	Ejemplo tecnología 2
Procesos industriales que generen menos residuos.	Tendrán que ver con los propios procesos productivos y productos fabricados, y su implantación vendrá motivada por la prohibición del uso de ciertas materias primas, la generación de residuos y efluentes en menor cantidad y/o peligrosidad, por economía del proceso y por el cumplimiento de la legislación.	Incorporación de componentes que permitan la separación, recuperación y reutilización del producto o partes del mismo al final de su vida útil.	Diseño de componentes y productos para la disminución del consumo energético y mejora del desensamblado, reutilizabilidad y reciclabilidad.

<p>Servicios de apoyo a planes de minimización.</p>	<p>La reducción de los costes de gestión de residuos, la obligación legal de presentar planes de minimización de residuos peligrosos y la progresiva penalización de la deposición de residuos en vertedero son los argumentos a considerar.</p>	<p>Desarrollo de herramientas que mejoren el conocimiento de los procesos en la industria.</p>	<p>Mejora de la calidad técnica de las ecoauditorías.</p>
<p>Introducción de las BAT en la empresa.</p>	<p>La introducción de las mejores tecnologías disponibles en la empresa será un factor determinante para alcanzar la producción limpia y establecerlo como factor de competitividad.</p>	<p>Herramientas de evaluación de las mejores técnicas disponibles de producción en los diferentes sectores.</p>	

Fuente: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=646667>



f. Considerar las tendencias tecnológicas asociadas a la revalorización de residuos:

CUADRO 3 TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A LA REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS			
Agrupación tecnológica	Descripción	Ejemplo tecnología 1	Ejemplo tecnología 2
Recuperación de energía.	La recuperación de energía a partir de residuos está condicionada básicamente por el contenido energético de los residuos, por el volumen y homogeneidad en que éstos se generan y por la contestación social en contra de esta práctica.	Innovación en tecnologías de: Incineración (lecho fluido, ciclo combinado, etc.), gasificación, pirólisis Procesos de valorización energética con aprovechamiento integral de residuos (biometanización, gasificación, pirólisis, incineración y coincineración). Utilización eficiente de la biomasa para su aprovechamiento energético. Desarrollo de procesos térmicos avanzados. Obtención de combustibles líquidos a partir de residuos sólidos industriales.	Aplicación de la biotecnología a la valorización energética de residuos. Degradación biológica (aerobia, anaerobia vía seca, codigestión de residuos, etc.). Fermentación alcohólica (etanol, metanol, etc.), esterificación (biodiesel), etc. Desarrollo de combustibles alternativos. Producción de biocombustibles.

Agrupación tecnológica	Descripción	Tecnologías clave
Recuperación de materiales.	El desarrollo de la recuperación de materiales a partir de residuos tenderá a la obtención de materias primas secundarias, es decir, residuos que con un tratamiento previo liviano puedan servir como materia prima a otro proceso o de forma diluida en el propio proceso, la obtención de materiales y la recuperación de metales con valor añadido mediante la aplicación de tecnologías avanzadas de separación y extracción.	Tecnologías de recuperación: Tecnologías de extracción hidrometalúrgicas, pirometalúrgicas, mixtas, etc. Extracción selectiva de metales valorizables. Valorización de escorias y cenizas de las plantas de incineración de residuos. Desarrollo de análisis de ciclo de vida (ACV) simplificados: ACV materias primas de origen natural frente a residuos.

Fuente: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=646667>

g. Considerar las tendencias tecnológicas asociadas al vertido seguro de residuos:

CUADRO 4 TECNOLOGÍAS ASOCIADAS AL VERTIDO SEGURO DE RESIDUOS			
Agrupación tecnológica	Descripción	Ejemplo tecnología 1	Ejemplo tecnología 2
Prevertido.	Se desarrollarán procesos y tecnologías que permitan alcanzar las condiciones impuestas a los residuos para ser depositados en vertedero y aquellas que incorporen una mejora del rendimiento económico de la gestión integral de los residuos.	Tecnologías de preselección: Clasificación y separación de plásticos, metales y fracción orgánica de residuos. Desarrollo de herramientas, técnicas y modelos de identificación y separación de materiales, sobre todo no metálicos.	Tratamientos de detoxificación: Térmicos (desorción térmica). Físicoquímicos. Electroquímicos. Biológicos.



Posvertido.	Las tecnologías posvertido tendrán, como base de su desarrollo, evitar el traslado de los residuos y contaminantes depositados en vertedero a otros compartimentos medioambientales, preservar la seguridad de los vertederos al final de su vida útil y la recuperación de materiales de vertederos.	Tecnologías de gestión de vertederos: Técnicas informáticas de gestión. Metodologías de codisposición de residuos.	Tecnología de restauración, clausura y control de vertederos: Materiales de impermeabilización. Protocolos de clausura de vertederos. Telecontrol de emisiones.
-------------	---	--	--

Fuente: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=646667>

h. Considerar las tendencias tecnológicas asociadas a la reducción de consumo de agua:

CUADRO 5 TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA			
Agrupación tecnológica	Descripción	Ejemplo tecnología 1	Ejemplo tecnología 2
Mejora de las redes de transporte y distribución del agua.	Una de las fuentes más importantes de ahorro es la reducción de las pérdidas que se producen en las redes, fundamentalmente en las más antiguas. El deficiente estado de algunas infraestructuras es causa de que se produzcan en ocasiones importantes pérdidas de agua, fundamentalmente por fugas en las tuberías.	Tecnologías de control online de redes de distribución.	Nuevos sistemas de inyección de materiales y soldadura de fugas.

<p>La reconversión del sector agrícola implica la optimización de la eficiencia de riego.</p>	<p>El riego es una actividad que desempeña un papel decisivo en la demanda total de los recursos hídricos. Con la reconversión del sector agrícola se modifican los tipos de cultivos y explotaciones que propicia el desarrollo e implantación de nuevas técnicas de riego, las cuales se caracterizan por su mayor eficacia y menor demanda de recursos hídricos.</p>	<p>Desarrollo de tecnologías de riego: Que minimicen pérdidas por evaporación (gota a gota, etc.). Con control automatizado de aporte de agua. Con control automatizado de temperatura y humedad ambiental. Evapotranspiración vegetal.</p>	<p>Sistemas cerrados de almacenamiento, suministro y distribución de agua.</p>
---	---	---	--

## REFERENCIAS

1. Tendencias y futuro en el medio ambiente Industrial. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=646667>
2. Perspectiva medioambiental de la OCDE. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49884278.pdf>
3. Ministerios de Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/seia/evaluacion-ambiental-estrategica/>
4. Minera Chinalco Perú S.A. Proyecto Toromocho Estudio de Impacto Ambiental Resumen Ejecutivo. <https://www.chinalco.com.pe/sites/default/files/Resumen%20ejecutivo%20del%20estudio%20de%20impacto.pdf>
5. Minera Chinalco S.A. <https://www.chinalco.com.pe/>
6. Gestión Ambiental en PYMES industriales. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33926977006.pdf>
7. Producción limpia, contaminación y gestión ambiental. C. Fuquense (2007).





