

Sistemas de Evaluación del Desempeño Ambiental para la Industria de Celulosa y Papel Moderna

Patricia González ¹ y Lisette Pérez ²

1. INTRODUCCION

Los indicadores de desempeño ambiental (IDA) constituyen uno de los principales instrumentos de apoyo al control ambiental en una empresa, ya que permiten determinar el nivel de logro de los objetivos propuestos. Más aún, los IDA facilitan la identificación de las tendencias que experimentan los aspectos ambientales a los cuales están asociados, permitiendo tomar medidas correctivas en forma preventiva. En Chile, todas las empresas que recientemente han implementado un sistema de gestión ambiental basado en ISO 14001 han seleccionado un conjunto mínimo de indicadores de desempeño, que reflejan las metas ambientales planteadas. A pesar de ello, la mayoría de estas empresas no han incorporado un sistema de evaluación de desempeño capaz de aportar información cuantitativa, veraz y relevante, para apoyar el proceso de toma de decisiones en el contexto del control ambiental y el mejoramiento continuo.

La evaluación de desempeño ambiental (EDA) es una herramienta de apoyo a la gestión ambiental y ha sido incorporada en la familia de normas ISO 14000, a través del modelo genérico presentado en la Norma ISO 14031. En este contexto, este artículo tiene como objetivo aportar antecedentes acerca de los principales conceptos teóricos y prácticos asociados a la implementación de un sistema de evaluación de desempeño ambiental. En primer lugar, se resumen los principales contenidos de la Norma ISO 14031. Luego, se revisan los diferentes tipos de indicadores de desempeño ambiental. Finalmente, se discuten algunos aspectos prácticos acerca de su selección y utilización.

2. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

La Norma ISO 14031 representa una guía general sobre el diseño y uso de la evaluación de desempeño

ambiental. Es importante señalar que dicha norma no está diseñada para fines de certificación ni establece niveles de desempeño deseables. En efecto, la norma es coherente con el modelo genérico de gestión "Planificación-Implementación-Revisión-Mejoramiento", tal como se ilustra en la Figura 1. [Interesados en la Norma NCh 14031 Of. 2002, visitar www.inn.cl]

El modelo propuesto por ISO 14031 considera los siguientes pasos:

- Identificar los principales aspectos ambientales de la Empresa.
- Seleccionar los indicadores de desempeño ambiental que tengan directa relación con los aspectos ambientales identificados.
- Definir los criterios de desempeño, para cada uno de los indicadores seleccionados.
- Obtener los datos requeridos para calcular los indicadores seleccionados.
- Obtener los indicadores de desempeño y compararlos con los criterios respectivos.
- Identificar aquellos indicadores que demuestran mayores debilidades.
- Analizar las implicancias del bajo desempeño, sobre la base de los aspectos ambientales que representan y de los factores operacionales y de gestión relevantes.
- Identificar, evaluar y priorizar medidas de gestión y tecnológicas sencillas en orden a mejorar el desempeño, en términos de los indicadores que presentaron las mayores debilidades.

Ejemplo: Generación de AOX

¹Departamento de Salud Pública,

²Laboratorio de Productos Forestales

Universidad de Concepción. Concepción Chile.

A modo de ejemplo, se puede considerar la generación de compuestos organoclorados (AOX) durante el proceso de blanqueo. Tal aspecto ambiental es altamente significativo y, por lo tanto, se debe seleccionar los indicadores ambientales relevantes (ej. kg AOX/m³ efluente tratado, kg AOX/ton pulpa, ton AOX descargados /día, etc). Las Figuras 2 y 3 muestran resultados experimentales de generación de AOX (expresados como kg AOX/ton pulpa seca), obtenidos para pulpas de pino y eucalipto, respectivamente (González, 1999; González et al, 1999). Se observa que la formación de AOX es menor a medida que se reduce la carga total de cloro activo. Cabe destacar que la carga de cloro activo depende principalmente del contenido de lignina de la pulpa cruda. Más aún, el contenido de AOX en el efluente de blanqueo se reduce significativamente al aumentar el nivel de sustitución de Cl₂ por ClO₂. Por su parte, las pulpas de eucalipto resultan en una menor formación de AOX, comparadas con las pulpas de pino, a una misma carga de cloro activo total. Estos resultados demuestran claramente que se puede controlar la formación de AOX mediante una adecuada selección de los factores operacionales mencionados anteriormente (ie. contenido de lignina de la pulpa cruda, carga de cloro activo, y nivel de sustitución de Cl₂ por ClO₂). Las opciones de mejoramiento que se seleccionen deberán considerar la relación costo:beneficios.

3. INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

Los indicadores deben reflejar directamente las prioridades establecidas en la política ambiental de la Empresa y la naturaleza de los aspectos ambientales significativos. Además, deben representar fielmente el desempeño ambiental de la Empresa y servir de apoyo a la toma de decisiones en mejoramiento ambiental.

La Norma 14031 propone una serie de indicadores para ser utilizados en la evaluación de desempeño ambiental. Esta norma propone 3 categorías de indicadores, en base a su relación con los ámbitos operacionales, de gestión y calidad ambiental:

- **Indicadores de Desempeño Operacionales (IDO):** son indicadores que entregan información acerca del desempeño ambiental de las operaciones de la Empresa.
- **Indicadores de Desempeño de Gestión (IDG):** son indicadores que entregan información acerca de los esfuerzos realizados en materia de gestión ambiental, que influyen en el desempeño ambiental de la Empresa.

- **Indicadores de Calidad Ambiental (ICA):** proporcionan información acerca de la calidad del ambiente. Ésta información puede ayudar a una Empresa a comprender mejor el impacto actual o potencial de sus aspectos ambientales.

A continuación se presentan algunos ejemplos de indicadores de desempeño ambiental.

3.1 Indicadores de Desempeño Operacionales (IDO)

Los IDO entregan información sobre el desempeño ambiental de las operaciones de la Empresa, relacionadas tanto con los recursos materiales y energéticos, como con la infraestructura y transporte:

- **Entradas:** recursos materiales (ej.: madera, astillas, insumos químicos, materiales reciclados, agua), combustibles, energía eléctrica y servicios de apoyo (ej. aseo, seguridad, comunicaciones, alimentación, transporte, mantenimiento).
- **Salidas:** resultantes de las operaciones de la Empresa (ej. productos (celulosa, energía eléctrica a la red, papel, tableros, madera aserrada, etc), servicios, generación de residuos gaseosos, líquidos, sólidos y energéticos).
- **Infraestructura y equipos:** Diseño, instalación, operación y mantención (incluyendo situaciones de emergencia y operación anormal).

Los ítemes a-h de la Tabla 1 presentan algunos ejemplos de indicadores de desempeño operacionales de uso frecuente en la industria de celulosa y papel.

3.2 Indicadores de Desempeño de la Gestión (IDG)

Los IDG deben evaluar los esfuerzos en gestión, decisiones y acciones para mejorar el desempeño ambiental. Los IDG deben ser seleccionados de modo que proporcionen información en materias relevantes, tales como: capacitación, distribución y utilización eficiente de los recursos, gestión del costo ambiental, documentación, acciones correctivas, y otras, que pueden afectar directa o indirectamente el desempeño ambiental de la Empresa. Los IDG pueden ser usados para apoyar y/o verificar:

- La implementación y efectividad de los programas de mejoramiento ambiental.
- Las acciones de gestión que influyen en el desempeño ambiental de la Empresa.

- La capacidad de gestión ambiental de la Empresa, incluyendo la flexibilidad para adaptarse a los cambios, cumplir objetivos específicos o resolver problemas.
- La conformidad con los requerimientos legales y otros compromisos ambientales suscritos.

Los ítemes a-d de la Tabla 2 ilustran los indicadores de desempeño de gestión más utilizados en la industria de procesos.

3.3 Indicadores de Calidad Ambiental (ICA)

Los ICA entregan información acerca de la calidad del ambiente local, regional, nacional o global. A pesar de que en muchos casos los ICA no son mediciones del impacto sobre el ambiente directamente atribuibles a la Empresa, algunos cambios pueden entregar información útil sobre las relaciones entre las condiciones del ambiente y las actividades de la Empresa.

Debido a su gran envergadura de intervención ambiental, las plantas de celulosa están obligadas a considerar algunos ICA en sus evaluaciones de desempeño ambiental. Los ICA permiten apoyar los esfuerzos de la Empresa en materias tales como:

- Establecer una línea base con respecto a la cual medir los cambios en el entorno, que puedan ser atribuibles a la Empresa.
- Determinar los cambios ambientales a través del tiempo, en relación a un programa ambiental de largo plazo.
- Investigar posibles relaciones entre las condiciones ambientales y las actividades de la Empresa.
- Identificar medidas de mitigación.
- Identificar y gestionar sus aspectos ambientales significativos.
- Evaluar la pertinencia de los criterios de desempeño ambiental.
- Seleccionar los indicadores de desempeño operacionales y de gestión.

Cuando una Empresa ha identificado los efectos de sus actividades sobre la calidad del ambiente, podrá seleccionar indicadores de desempeño ambiental que tengan relación directa con las características del ambiente que se desean cautelar. La Tabla 3 presenta algunos indicadores de calidad ambiental.

Otras consideraciones acerca de los IDA

Es importante señalar que existe consenso respecto a que los IDA deben poseer, al menos, las cuatro características siguientes:

- **Confiables:** la credibilidad de la información presentada es un factor clave.
- **Relevantes:** debe existir claridad acerca de su relación con los aspectos ambientales con los que se relaciona, qué mediciones se deben realizar y donde se deben efectuar.
- **Medibles:** pueden existir limitaciones a lo que es posible medir con el equipamiento e instrumentación disponibles.
- **Comparables:** deben ser comparables con valores reportados en el pasado, o en otras partes de la misma empresa o en otras empresas del mismo sector productivo, según corresponda.

Aún cuando se trata de obtener valores con alto nivel de exactitud, no se debe olvidar un antiguo adagio "aproximado y útil es mejor que exacto e impracticable". Por otra parte, varios indicadores independientes que describen en forma aproximada un fenómeno pueden entregar un cuadro más completo que uno solo de mayor exactitud. Por ejemplo, una empresa que vierte residuos líquidos a un río puede seleccionar los siguientes indicadores, a partir de las mediciones de descargas de un contaminante específico:

- Cantidad total de contaminante específico descargado por año, ej. ton AOX/año (de interés para la comunidad local y la comunidad científica).
- Concentración del contaminante en el efluente líquido, ej. kg AOX/m³ (de interés para autoridades fiscalizadoras).
- Cantidad de contaminante descargado por unidad de producto, ej. kg AOX/ton ps (de interés para la gerencia y para los consumidores).
- Cambios en la cantidad de contaminante descargado por año relativo a la inversión en tecnología limpia o mejoras en el proceso, ej. % reducción en descargas de AOX / miles \$ invertidos en mejoramiento (de interés para la gerencia y los inversionistas).

Tal como se ilustra en los ejemplos mostrados en las Tablas 1 a 3, la información contenida en los Indicadores de Desempeño Ambiental puede ser expresada de diferentes maneras, tales como:

- **Valores Absolutos:** datos o información básica obtenida directamente de los instrumentos de medición o de otros registros; por ejemplo, toneladas de contaminante emitido, toneladas de madera consumida, energía calórica (KJ) o energía eléctrica (KWh) consumida.
- **Valores Relativos:** datos o información comparada a otro parámetro (ej: nivel de producción, tiempo, ubicación o condición de fondo); por ejemplo, toneladas de un contaminante emitido por tone-

lada de celulosa, o por unidad de retorno por ventas, o por día, o por habitante.

- **Valores Indexados:** datos e información convertidos a unidades o a una forma tal que relacione la información a un estándar o línea base; por ejemplo, las emisiones de contaminante en el transcurso del año expresadas como un porcentaje de aquellas emisiones en un año base predefinido.

- **Valores Agregados:** datos o información del mismo tipo, provenientes de diferentes fuentes y que se expresan como un valor combinado; por ejemplo, toneladas totales de un contaminante dado emitidas durante la producción de un producto en un año dado, obtenidas mediante la suma de las emisiones de múltiples fuentes (equipos u operaciones unitarias) del proceso involucradas en la fabricación del producto.

- **Valores Ponderados:** datos e información modificada por aplicación de factores de ponderación relacionados a su nivel de importancia; por ejemplo, un índice de desempeño global que sea la suma ponderada de índices correspondientes a diferentes emisiones gaseosas (ej. emisiones como porcentaje de las emisiones correspondientes a un año base).

La mayoría de los indicadores de desempeño presentados en las Tablas 1 a 3 están expresados en la forma de valores absolutos (ej. medidas directas, eventos o números) demostrando el amplio rango de parámetros que podrían ser considerados. Ello no invalida la conveniencia de expresar algunos indicadores términos relativos, para facilitar su análisis (ej. como fracciones o porcentajes, números por unidad de tiempo, por empleado, por unidad de ventas, por unidad de producción o como fracción de un valor base).

Finalmente, es necesario remarcar que se deben especificar los procedimientos para asegurar una adecuada confiabilidad y validez estadística de los datos que sirven de base para calcular los indicadores de desempeño. Para ello, es necesario cautelar que los procedimientos de calibración, muestreo, análisis de laboratorio, procesamiento estadístico y cálculo de los indicadores, se lleven a cabo correctamente. Desgraciadamente, es frecuente encontrar que los indicadores basados en balances de masa (ej. kg de contaminante emitido / ton de producto) presentan importantes errores debido a que dichos balances no se han llevado a cabo en forma rigurosa. Tales errores pueden ser reducidos significativamente mediante un diseño apropiado de los procedimientos de cálculo, donde se especifiquen los requisitos que

deben satisfacer los datos, y las técnicas estadísticas y de cálculo que se debe utilizar.

CONCLUSIONES

Los indicadores de desempeño ambiental son un componente esencial de los sistemas de gestión ambiental. Su utilización debe extenderse más allá que la simple cuantificación de objetivos y metas ambientales. En efecto, los indicadores ofrecen una excelente herramienta para evaluar el desempeño ambiental, y facilitar el seguimiento de las medidas de mejoramiento que se adopten.

La cantidad y tipo de indicadores experimentará una evolución natural en la medida que el sistema de gestión ambiental de la Empresa adquiera madurez. Inicialmente, los indicadores incluirán, principalmente, indicadores operacionales directamente relacionados con las metas planteadas. Dicha situación debería ser transitoria y progresar hacia un conjunto mayor de indicadores que permitan evaluar la efectividad de los esfuerzos de gestión, e incorpore materias asociadas a seguridad y salud ocupacional, a la calidad, y a la productividad. Finalmente, se debe prestar atención a los procedimientos de adquisición de datos, y respetar los requerimientos de confiabilidad y consistencia estadística.

REFERENCIAS

- González P. "Desarrollo de un modelo conceptual para la toma de decisiones en gestión ambiental de la industria de pulpa química kraft blanca" Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales. Centro de Ciencias Ambientales (EULA). Universidad de Concepción, Concepción, Chile (1999)
- González P., C. Zaror "Effect of Process Modifications on AOX Emissions from Kraft Pulp Bleaching using Chilean Pine and Eucalyptus". *Journal of Cleaner Production*. **8**(3), pp 233-241 (2000)
- González P., O. Parra, C. Zaror. "Modelling Wastewater Discharges from the Bleached Kraft Cellulose Industry in the Bio Bio River Basin (8th Region-Chile)", *Latin American Applied Research*, **29**(1), pp. 21-26, (1999)
- Norma CH14031, Instituto de Nacional de Normalización. Santiago, Chile (2000).

Tabla 1: Ejemplo de Indicadores de Desempeño Operacionales

a.-	Aspectos Asociados al Consumo de Materiales
	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de materiales utilizados por unidad de producto (ej. m³ madera / adt; kg NaOH / adt, kg ClO₂ / adt; kg H₂O₂ / adt; kg preservante / m³ madera aserrada) • Cantidad de materiales procesados, reciclados o reutilizados (ej. kg fibra secundaria / ton papel) • Cantidad de agua consumida por unidad de producto (ej. m³ agua consumida / adt) • Cantidad de agua reutilizada (ej. m³ agua recuperada / adt) • Cantidad de materiales peligrosos usados en el proceso de producción (ej. kg H₂SO₄ / adt; kg ClO₂ / adt; kg Cl₂ / adt; ton sustancias peligrosas/día; kg fungicida / m³ madera impregnada)
b.-	Aspectos Energéticos
	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de energía usada por año o por unidad de producto (ej. kJ consumidos /adt; kWh consumidos / adt) • Cantidad de energía usada por servicio o cliente interno (ej. kg fuel oil consumido en horno de cal / adt o por día; ton combustible consumido en transporte de productos /día o por adt) • Cantidad de cada tipo de combustible/energía usada (ej. kg fuel oil /adt; kg gas natural / adt o por día; kWh electricidad consumida / adt) • Cantidad de energía generada por corrientes de proceso o subproductos (ej. kWh generadas por los turbogeneradores por día o por adt; ton vapor generadas por caldera de vapor /día) • Cantidad de energía ahorrada debido a programas de conservación (ej. ton combustible ahorrado debido a racionalización del sistema de transporte; ton combustible ahorrado en caldera de poder debido a optimización del uso de vapor)
c.-	Aspectos Asociados a Servicios de Apoyo
	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de materiales peligrosos usados por contratistas (ej. ton materiales peligrosos utilizados por contratistas / año o por parada de planta) • Cantidad de materiales reciclables y reutilizados usados por contratistas • Cantidad de cada tipo de residuo generados por contratistas (ej. ton residuos sólidos de mantención / año o por parada de planta; ton de residuos peligrosos / año, derivados de operaciones llevadas a cabo por los contratistas)
d.-	Aspectos Asociados a Instalaciones y Equipamiento
	<ul style="list-style-type: none"> • N° de piezas de equipos con partes de fácil desmontaje, reciclables y reusados • N° de horas de operación de una pieza específica (crítica) de un equipo crítico por año (n° de horas operación de astilladores / año; % de horas de operación del horno de cal / año) • N° de eventos (ej: explosiones) u operaciones anormales (ej: n° paradas de planta de emergencia /año; n° de paradas de emergencia de máquina papelerera / año) • Área de terreno para fines de conservación o restauración (hectáreas de bosques destinadas a conservación; hectáreas de terreno erosionado plantadas con fines de restauración ambiental / año) • Consumo promedio de combustible para la flota de camiones de transporte (ej. lts combustible / camión / km; m³ combustible /camión / año) • N° de horas por año de mantención preventiva de los equipos
e.-	Aspectos Asociados a Transporte por Suministro y Entrega de Productos
	<ul style="list-style-type: none"> • N° de cargas de producto por tipo de transporte (ej. ton celulosa transportadas por tren de carga / año ; m³ tableros transportados por camión /año) • N° de camiones de transporte con bajas emisiones de contaminantes
f.-	Aspectos Asociados a Productos
	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de productos defectuosos (ej. % ton celulosa fuera de especificaciones de blancura; % ton celulosa fuera de especificaciones en viscosidad; % m³ madera aserrada fuera de especificaciones / año) • N° de unidades de productos secundarios generados por unidad de producto (ej. m³ astillas excedentes / m³ madera aserrada; kWh a la red / ton celulosa; kg trementina / ton celulosa)

g.- Aspectos Asociados a los Servicios de la Empresa

- Cantidad de agentes de limpieza usados por m² (servicios de limpieza)
- Cantidad de combustible consumido (servicios de transporte) (ej. m³ fuel oil / año)

h.- Aspectos Asociados a los Residuos

- Cantidad de residuos sólidos (RS) (ej. kg RS / adt; ton RS / año)
- Cantidad de residuos peligrosos (ej. kg residuos peligrosos / adt; ton residuos peligrosos / año)
- Residuos sólidos totales para disposición externa (ej. ton RS vertedero externo / día)
- Cantidad de RS almacenados al interior de la planta (ej. ton RS a vertedero de la planta / día)
- Cantidad de residuos sólidos enviado a vertedero controlado por unidad de producto (ej. kg RS a vertedero de planta / adt; kg RS a vertedero externo / adt)
- Cantidad de residuos sólidos convertidos a material reutilizable por año (ej. ton aceites destinados a combustible alternativo / año; ton lodos de tratamiento primario a cartonera / año))
- Residuos peligrosos eliminados debido a sustitución de insumos
- Cantidad de emisiones gaseosas específicas por año o por unidad de producto (kg material particulado / adt; kg TRS / adt; kg SO₂ /adt; kg COV /adt, o por día)
- Cantidad de energía calórica descargada a cuerpos de agua (ej. MJ de energía calórica (neta) en efluentes líquidos / día o por adt)
- Cantidad de emisiones gaseosas que afecten la capa de O₃ (ej. kg CF-11 (equiv) / año)
- Cantidad de emisiones gaseosas con efecto invernadero (ej. kg CO₂ (equiv) / adt)
- Cantidad de contaminantes en los líquidos descargados a cuerpos de agua (ej. kg DBO₅ ; kg DQO; kg SS; kg AOX; kg N; kg P, por m³, por adt o por día)
- Cantidad de efluentes vertidos por unidad de servicio o cliente (ej. m³ efluentes de blanqueo /día o por adt; m³ de agua de enfriamiento / día o por adt)
- Ruidos medidos en cierta posición (ej. nivel de presión sonora en un punto relevante en el perímetro de la planta (dB))

TABLA 2: INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LA GESTIÓN

a. Asociados al Desempeño Financiero

- Costos (operacionales y de capital) asociados con aspectos ambientales del proceso o del producto (ej. costos de disposición de residuos sólidos)
- Retorno de la inversión o TIR para proyectos de mejoramiento ambiental
- Ahorros alcanzados a través de reducciones en el uso de recursos (ej. agua, energía), prevención de la contaminación o reciclaje de residuos
- Ingresos por ventas atribuibles a un nuevo subproducto, derivado del cumplimiento de un objetivo de mejoramiento ambiental (ej. ventas de metanol o trementina)
- Recursos financieros utilizados en investigación y desarrollo, aplicada a proyectos con importancia ambiental (ej. estudios sobre efecto de la sustitución de Cl₂ por ClO₂ en la biodegradabilidad y toxicidad de los efluentes de blanqueo; efecto de la remoción de ácido hexenurónico en la reducción de AOX)
- Obligaciones ambientales que tienen un impacto material en el estado del financiero de la Empresa (ej. compromisos adquiridos en los Acuerdos de Producción Limpia)
- Multas debido a transgresiones de la normativa ambiental

b.- Asociados a las Relaciones con la Comunidad

- N° de preguntas o comentarios ambientales efectuadas por la comunidad local
- N° de informes de prensa sobre el desempeño ambiental de la Empresa
- N° de programas ambientales educativos para la comunidad
- Recursos de apoyo a programas ambientales de la comunidad
- N° de iniciativas de reciclaje o limpieza local, patrocinadas por la Empresa
- Opiniones a favor o en contra del desempeño ambiental de la Empresa, obtenidas en encuestas públicas

INSTRUMENTACIÓN • AUTOMATIZACIÓN • INTEGRACIÓN
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

DETRAS DE TODO GRAN PROYECTO



BERMAT

ES CLAVE

CASA MATRIZ
COYANCURA 2203 (DF. 601)
PROVIDENCIA-SANTIAGO-CHILE
TEL (562) 231 8877
FAX (562) 231 4294
CASILLA 9781
INFO@BERMAT.CL

SERVICIO TÉCNICO
AV. LOTA 2250
SANTIAGO
TEL (562) 232 4216
FAX (562) 233 5373
CASILLA 9781
SERVIDIOTECNICO@BERMAT.CL

ANTOFAGASTA
MANUEL A. MATTA 1839
OFICINA 001-A
TEL (5655) 265990
FAX (5655) 265802
CASILLA 1170
ANTOFAGASTA@BERMAT.CL

CONCEPCIÓN
TUCAPEL 564
OFICINA 64-65
TEL (5641) 259071 254150
FAX (5641) 240970
CASILLA 2527
CONCEPCION@BERMAT.CL

c.- Asociados a la Estructura del Sistema de Gestión

- Grado de cumplimiento con la normativa ambiental
- Grado de conformidad de los proveedores de servicios, con requisitos y expectativas ambientales especificadas por la Empresa
- Tiempo de respuesta ante los incidentes ambientales
- N° de acciones correctivas que han sido resueltas o que están sin resolver
- Costos atribuibles a multas y penalidades
- N° y frecuencia de auditorías ambientales
- N° de auditorías realizadas, comparada con aquellas programadas
- N° de no-conformidades o hallazgos resultantes de las auditorías
- Frecuencia de revisión de los procedimientos de operación
- N° de simulacros para enfrentar situaciones de emergencia
- Estado de preparación ante emergencias y los resultados de la evaluación de la respuesta durante los entrenamientos planeados

d.- Asociados a la Implementación de Políticas y Programas

- N° de objetivos y metas ambientales cumplidas
- Grado de implementación de las prácticas de gestión y operación, asociadas a mejoramiento ambiental
- N° de iniciativas implementadas para la prevención de la contaminación
- N° de empleados que tienen requerimientos ambientales en sus actividades de trabajo
- N° de empleados que participan en programas ambientales (ej. sugerencias propuestas, segregación de residuos, reciclaje, iniciativas limpias u otros)
- N° de empleados que hayan obtenido premios y reconocimientos durante un programa ambiental
- N° de empleados capacitados en materias ambientales (% respecto al total que requiere capacitación)
- N° de contratistas capacitados en materias ambientales
- Nivel de conocimiento obtenido por los participantes en cada capacitación
- N° de mejoras ambientales sugeridas por los empleados
- Resultados de las auditorías a los empleados acerca de sus conocimientos sobre los aspectos o problemas ambientales de la Empresa
- N° de proveedores y contratistas que no conocen los aspectos o problemas ambientales
- N° de servicios contratados con un sistema de gestión ambiental implementado y certificado

TABLA 3: EJEMPLOS DE INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL (ICA)

Indicadores de calidad aire regional o local:

- Concentración ambiental de un contaminante específico en un lugar fijo (ej. concentración de SO₂, TRS, o material particulado en un punto crítico, expresada como promedio anual; promedio mensual; o promedio diario)
- Mediciones odoríferas a una distancia específica (ej. n° eventos odoríferos en zona urbana)

Indicadores de calidad de agua regional o local:

- Concentración de un contaminante específico en el cuerpo receptor (ej. concentración de DBO₅, N, P, AOX, SS), a una distancia dada aguas debajo de la descarga
- Concentración de oxígeno disuelto a una distancia específica, aguas debajo de la descarga
- Temperatura del agua en un cuerpo de agua adyacente a la Empresa
- Cambio en el nivel del agua
- Concentración de coliformes fecales en el cuerpo de agua

Indicadores de calidad de suelo:

- Concentración de un contaminante específico en el suelo en el área cercana (ej. contenido de compuestos organoclorados en el suelo)
- Áreas rehabilitadas en una zona local definida
- Áreas dedicadas a rellenos, turismo o humedales en una zona local definida
- Áreas pavimentadas e infértiles en un área local definida
- Áreas protegidas en un área local definida

- Medición de la erosión de la capa vegetal de un área local definida
- Indicadores relacionados con el estado de la Flora y Fauna**
- Concentración de un contaminante dado en el tejido de especies de plantas o animales específicos encontradas en el área local o regional
 - Cosechas producidas en cultivos cercanos a la planta
 - Poblaciones de especies de plantas o animales específicos, a una distancia definida de la Empresa
 - Nº de especies de la flora o fauna total en un área local definida
 - Nº y variedad de especies cosechadas en un área local definida
 - Calidad del hábitat para especies específicas en el área local
 - Medidas específicas de la cantidad de vegetación en un área local definida
- Indicadores de relacionados con el medio antrópico**
- Datos de esperanza de vida para sectores específicos de la población
 - Incidencia de enfermedades específicas, a partir datos epidemiológicos
 - Tasa de crecimiento de la población local o regional
 - Densidad de población en el área
 - Monumentos o lugares de importancia cultural/histórica/religioso en el área

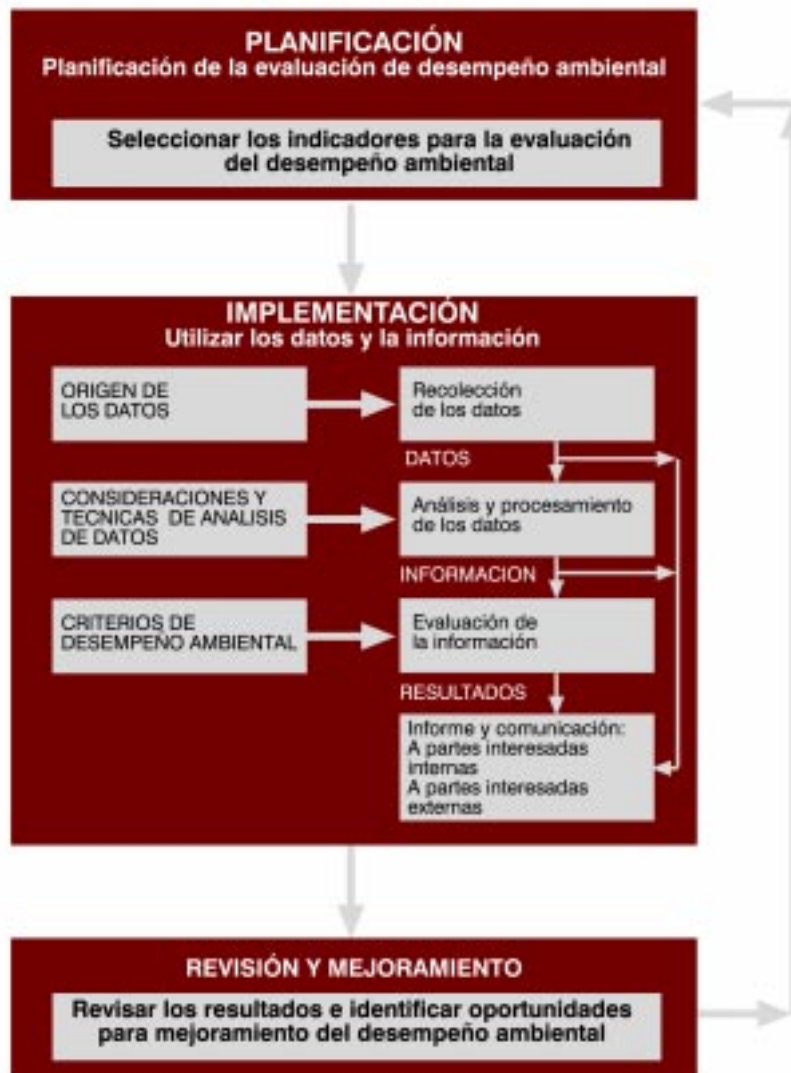


FIGURA 1:
MODELO PARA LA EVALUACION DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

Figura 2

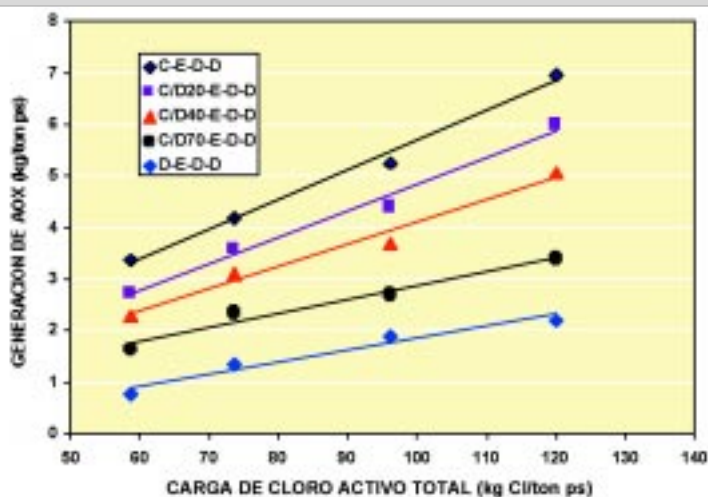


FIGURA 2: FORMACION DE AOX EN FUNCION DEL CLORO ACTIVO TOTAL Y DEL NIVEL DE SUSTITUCION DE Cl₂ POR ClO₂. PULPA DE PINO

Figura 3

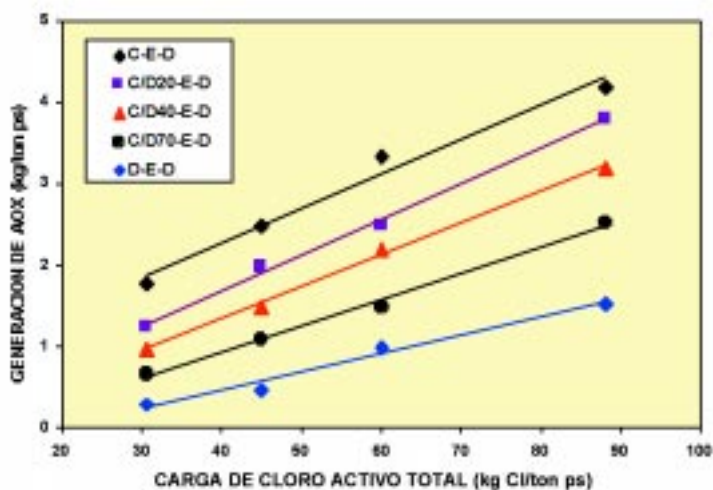


FIGURA 3: FORMACION DE AOX EN FUNCION DEL CLORO ACTIVO TOTAL Y DEL NIVEL DE SUSTITUCION DE Cl₂ POR ClO₂. PULPA DE EUCALIPTO



Lisette G. Pérez Puentes
Ingeniero Civil Químico de la
Universidad de Concepción
CMPC Celulosa S.A. Planta Laja
lperez@celulosa.cmpc.cl
Trabajando como asesor proyecto
implementación norma ISO 14001



Patricia González Sánchez
Ingeniero Civil Químico-Universidad de
Concepción
Doctor en Ciencias Ambientales
Prof. Asistente Depto. Salud Pública
Fac. de Medicina Universidad de
Concepción.
patrigon@udec.cl