

ESTUDIO DE PROSPECCIÓN PARA EL SUBSECTOR GESTIÓN AMBIENTAL

Núcleo Tecnología de Materiales
Subsector Gestión Ambiental



**Instituto
Nacional de
Aprendizaje**

San José, CR: INA, 2014



INSTITUTO NACIONAL DE APRENDIZAJE
NÚCLEO TECNOLOGÍA DE MATERIALES
SUBSECTOR GESTIÓN AMBIENTAL

INFORME DE PROYECTO:

**ESTUDIO DE PROSPECCIÓN PARA EL
SUBSECTOR GESTIÓN AMBIENTAL**

Carlos Sánchez Calvo
Roy Alfaro Trejos

San José, C.R., 2014

Instituto Nacional de Aprendizaje (Costa Rica)

“ESTUDIO DE PROSPECCIÓN PARA EL SUBSECTOR GESTIÓN
AMBIENTAL”

Autores:

Carlos Sánchez Calvo

Roy Alfaro Trejos

Núcleo Tecnología de Materiales

San José, Costa Rica: INA, 2014

Primera Edición

Instituto Nacional de Aprendizaje,

San José, Costa Rica

© Instituto Nacional de Aprendizaje, 2014

Prohibida la reproducción parcial o total del contenido de este documento sin la autorización expresa y por escrito del INA.

Impreso en Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Este documento es el informe final del proyecto: “Estudio de prospección para el Subsector Gestión Ambiental”.

El estudio tiene como objetivo realizar un estudio de prospección de tecnología en la temática de Gestión Ambiental para los próximos 10 años (2014-2024) en Costa Rica.

Se presenta una caracterización de la situación ambiental en Costa Rica, según los últimos informes y documentos estratégicos de diferentes organizaciones nacionales, de donde se identificaron las tendencias en las áreas temáticas de interés para así determinar cuáles pueden ser tecnologías emergentes para Costa Rica.

Para realizar esta prospección se siguió la metodología Delphi y se contó con la conformación de un Grupo Ejecutor formado por personal externo e interno del INA que definió las tecnologías a evaluar en el corto, mediano y largo plazo, lo cual se hizo mediante dos cuestionarios aplicados a personas expertas en las temáticas estudiadas.

De la lista final se consideraron las tecnologías cuyo implementación será en el corto plazo y se hizo un análisis de su impacto sobre las figuras ocupaciones que el subsector atiende y podría atender.

Con esta información se presentan una serie de recomendaciones para la toma de decisiones respecto a la actualización de la oferta del subsector o bien establecer el plan para determinar las necesidades de formación que podrían derivarse de la llegada de las tecnologías a corto plazo.

Se incluyen los siguientes capítulos: Aspectos Generales, Caracterización de la gestión ambiental, Aspectos Metodológicos, Análisis de Resultados, Conclusiones y por último Recomendaciones.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN.....	i
CONTENIDO.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ABREVIATURAS	vii
CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Delimitación de la investigación	2
1.1.1. Problema de estudio	2
1.1.2. Planteamiento de la hipótesis	3
1.2. Alcances del estudio	3
1.3. Objetivos del estudio.....	4
1.4. Justificación del estudio.....	5
1.5. Antecedentes de la investigación.....	7
CAPÍTULO 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	11
2.1. Tipo de investigación	12
2.2. Metodología	12
2.3. Fuentes empleadas en la recolección de datos	15
2.4. Recolección de información	16
2.5. Limitaciones del estudio	17
CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR GESTIÓN AMBIENTAL.....	19
3.1. Margo general	20
3.1.1. Estrategia nacional contra el cambio climático	23

3.1.2.	Política del sector industrial	25
3.1.3.	Tendencias.....	27
3.2.	Empleos verdes	27
3.2.1.	Tendencias.....	29
3.3.	Residuos sólidos.....	30
3.3.1.	Ley para la gestión integral de los residuos sólidos #8839.....	30
3.3.2.	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021	32
3.3.3.	Avance del cumplimiento de la ley GIR	34
3.3.4.	Descripción de la situación actual del manejo de residuos.....	35
3.3.5.	Unidades de cumplimiento	37
3.3.6.	Residuos sólidos y carbono neutralidad	38
3.3.7.	Tendencias actuales y propuestas tecnológicas	39
3.4.	Recurso hídrico	40
3.4.1.	Planificación estratégica por parte del AyA	42
3.4.2.	Proyecto Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José.....	43
3.4.3.	Suministro de agua potable y saneamiento básico	43
3.4.4.	Tecnologías utilizadas en el tratamiento de aguas negras y excretas	46
3.4.5.	Tendencias actuales y propuestas tecnológicas	47
3.5.	Calidad del aire	48
3.5.1.	Programa para mejorar la calidad del aire del Gran Área Metropolitana	49
3.5.2.	Sustancias agotadoras de la capa de ozono	50
3.5.3.	Tendencias.....	51
3.6.	Sustancias y residuos peligrosos.....	52
3.6.1.	Tendencias.....	56
3.7.	Energía.....	56
3.7.1.	Explotación de gas natural.....	57
3.7.2.	Uso de biocombustibles.....	58
3.7.3.	Política nacional 2012-2030.....	59
3.7.4.	Tendencias.....	60
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS		61
4.1.	Conformación del Grupo Ejecutor	62

4.2.	Listado de tecnologías emergentes	62
4.3.	Resultados de la ronda 1 Delphi	64
4.4.	Resultados de la ronda 2 Delphi	67
4.5.	Análisis del impacto sobre las tecnologías sobre las figuras ocupacionales.....	72
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y CONCLUSIONES.....		75
5.1.	Conclusiones.....	76
5.2.	Recomendaciones.....	78
	BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS		85
	Anexo 1: Descripción de tecnologías seleccionadas	86
	Anexo 2: Expertos que contestaron cuestionarios Delphi	94
	Anexo 3: Cuestionario para la primera ronda Delphi	97
	Anexo 4: Cuestionario para la segunda ronda Delphi	98
	Anexo 5: Instrumento para el análisis de las tecnologías de corto plazo sobre las ocupaciones relacionadas al Subsector Gestión Ambiental	99

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 3.1 Ejes de acción de la estrategia de cambio climático donde el INA puede participar.	24
Cuadro 3.2 Ámbitos estratégicos de la propuesta de política industrial hacia el 2030 de la CICR en los que el INA puede participar.....	26
Cuadro 3.3 Variación de indicadores ambientales en el sector industrial para el año 2011. [Fuente: CICR].....	27
Cuadro 3.4 Resumen de políticas de gestión de residuos según el ámbito de acción. [Política Nacional, 2011].	33
Cuadro 3.5 Promedio de los resultados de los estudios de generación. [Soto, 2013]	35
Cuadro 3.6 Acciones del Plan Estratégico del AyA donde el INA puede verse involucrado. .41	
Cuadro 3.7 Disponibilidad, extracción, intensidad de uso y uso de agua por sector para Costa Rica en el año 2006. [Cepal, 2010, con datos del World Water Council].....	44
Cuadro 4.1 Listado de tecnologías emergentes seleccionadas por el grupo ejecutor para el estudio de prospección en gestión ambiental del INA.	63
Cuadro 4.2 Resultados de la ronda 1 Delphi de penetración de las tecnologías propuestas en al menos 50% del mercado nacional, expresados en % de las respuestas obtenidas.	65
Cuadro 4.3 Resultados de la ronda 2 Delphi de penetración de las tecnologías propuestas en al menos 50% del mercado nacional, expresados en % de las respuestas obtenidas.	68
Cuadro 4.4 Resultados del análisis del impacto de las tecnologías en las figuras ocupacionales.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1 Ejes de acción de la estrategia contra el cambio climático. [MINAE, 2009]	23
Figura 3.2 Forma en que se verán afectadas las competencias laborales por la orientación verde.....	29
Figura 3.3 Jerarquía de la gestión de los residuos sólidos, según la ley #8839.	31
Figura 4.1 Distribución de tendencias de las tecnologías propuestas entre los periodos de tiempo, según las respuestas de la ronda 1 Delphi.....	66
Figura 4.2 Distribución de tecnologías según el plazo de posible implementación en el país, según las respuestas de los expertos consultados.....	70

ABREVIATURAS

ASADAS	Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios
AyA	Instituto de Acueducto y Alcantarillados
CAAR	Comités Administradores de Acueductos Rurales
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CF	Coliformes fecales, indicador de contaminación bacteriológica
CFC	Clorofluorocarbonos, sustancias refrigerantes
CGR	Contraloría General de la República
CICR	Cámara de Industrias de Costa Rica
DIGECA	Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, Ministerio de Ambiente y Energía
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
FAFA	Filtro anaerobio de flujo ascendente
GEI	Gas de efecto invernadero
GIR	Gestión integral de residuos
GLP	gas licuado de petróleo
HCFC	Hydrochlorofluorocarbonos, sustancias refrigerantes
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
ISO	Organización Internacional de Normalización
LNA	Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto de Aguas y Alcantarillados
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
Mideplan	Ministerio de Planificación
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PEI	Plan estratégico institucional
PM10	Material particulado de diámetro aerodinámico de 10 micras
SAN	Seguridad y Soberanía Alimentaria y Nutricional
SCFP	Servicio de capacitación y formación profesional
SENAI	Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial de Brasil

SGA	Sistema de gestión ambiental
tCO _{2e}	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
UASB	del inglés <i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i> , reactor anaerobio de flujo ascendente o RAFA

CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES

- 1.1. Delimitación de la investigación
- 1.2. Alcances del estudio
- 1.3. Objetivos del estudio
- 1.4. Justificación del estudio
- 1.5. Antecedentes de la investigación

1.1. Delimitación de la investigación

Este proyecto busca identificar tecnologías duras y blandas que pueden penetrar el mercado nacional de manera significativa en el corto plazo en aquellas temáticas de la gestión ambiental circunscritas a los procesos atendidos por el Subsector Gestión Ambiental del Núcleo Tecnología de Materiales.

Se busca recopilar el criterio experto de diferentes profesionales en el mercado nacional para obtener un cuadro de lo que, de manera cualitativa, pueden ser tecnologías que afectarán la oferta formativa que este subsector atiende y deberá atender en un horizonte de 5 años.

1.1.1. Problema de estudio

El componente ambiental en la sociedad costarricense ha permeado de manera importante en los últimos diez años, a pesar de que se ha hablado de él desde hace décadas.

Las razones van desde mayor información por parte de la ciudadanía, las exigencias de los mercados (sobre todo el internacional), el Internet, las redes de comunicación y sociales, la divulgación y educación, solo por citar algunas.

Aunque ese componente ambiental ha penetrado todo el ámbito de la sociedad, merece un estudio particular el impacto en el sector productivo, pues es este el mayor consumidor de recursos naturales y el principal generador de residuos, de modo que la atención con servicios de capacitación y formación (SCFP) debe darle un enfoque preventivo, respetuoso con el ambiente, inclusivo, tecnológicamente actualizado y pronto para con las necesidades de estos usuarios.

Cabe también mencionar que el tema ambiental no es solo por cuestiones de mercadeo o imagen, sino que se viene actualizando y generando legislación en todo el espectro de aspectos ambientales: residuos, aguas, emisiones, etc., que obliga a implementar tecnologías y competencias para su cumplimiento.

Por esta razón, se considera que el Núcleo Tecnología de Materiales debe evaluar las posibles tecnologías que penetrarán el mercado nacional en el corto plazo en los procesos que atiende el Subsector Gestión Ambiental.

1.1.2. Planteamiento de la hipótesis

Se plantea como hipótesis para esta investigación que en los procesos que atiende el Subsector Gestión Ambiental se presentarán tecnologías emergentes en el mercado productivo en el corto (<5 años) y mediano plazo (<10 años) que afectarán o generarán las figuras profesionales relacionadas y por ende deberá actualizarse o desarrollarse nueva oferta formativa para responder a estas necesidades.

El término tecnología se refiere “al conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de la humanidad” (Tomado de [www.es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa), link <http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa> visitado el día 25 noviembre de 2013).

Por tanto, para este estudio se tomaron en cuenta las tecnologías “duras” que son tangibles y también las “blandas” que no son tangibles; estas últimas se refieren a metodologías, ordenamiento del trabajo, entre otros.

Por otro lado, se entiende por Tecnología Emergente para Costa Rica aquellas tecnologías “duras” o “blandas” que no se encuentran normalmente en el mercado nacional y que de algún u otro modo su utilización representa una diferenciación en el mercado; lo anterior sin importar el desarrollo o aplicación a nivel mundial.

1.2. Alcances del estudio

El estudio se realizó a nivel nacional y con miras a un plazo de 5 años; en áreas temáticas como residuos sólidos, recurso hídrico, aire, gestión de sostenibilidad y energía, lo anterior según lo definió el Grupo Ejecutor.

Estas áreas temáticas se escogieron ajustándolas a los procesos definidos en la configuración del Subsector Gestión Ambiental del Núcleo Tecnología de Materiales. Además, no se incluye el tema de carbono neutralidad, pues este ya fue desarrollado en otro estudio de prospección. Tampoco se contempla áreas temáticas de la gestión ambiental que son propias del quehacer de otros núcleos tecnológicos (como Eléctrico y Agropecuario).

El proyecto tiene como alcance las tecnologías que pueden penetrar al menos el 50% del mercado en el corto, mediano y largo plazo, según la opinión de los expertos consultados.

1.3. Objetivos del estudio

- Objetivo General

Realizar un estudio de prospección de tecnología en la temática de Gestión Ambiental para los próximos 10 años (2014-2024) en Costa Rica.

- Objetivos Específicos

1. Caracterizar el sector Gestión Ambiental en Costa Rica, según experiencias previas y vinculaciones existentes.
2. Definir el Grupo Ejecutor que llevará a cabo el estudio de prospección.
3. Determinar las tecnologías emergentes para la temática de Gestión Ambiental.
4. Establecer las tendencias y la capacidad de difusión de las tecnologías emergentes en el sector de Gestión Ambiental en Costa Rica.
5. Identificar las figuras profesionales y sus competencias, con mayor impacto por la probable difusión de las tecnologías emergentes en el sector de Gestión Ambiental en Costa Rica.
6. Elaborar un informe con las recomendaciones para la actualización del diseño curricular de la institución.

1.4. Justificación del estudio

Costa Rica es un país que desde hace varios años se identifica a nivel mundial como un país responsable ambientalmente, sin embargo, quedan muchas tareas pendientes en gestión de residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, reducción de emisiones, promoción de sistemas de gestión ambiental en organizaciones privadas, entre otros.

Se espera en los próximos años un crecimiento en la temática ambiental donde se requerirán personas capacitadas para un puesto de trabajo y que posean las competencias ambientales para un desempeño adecuado, convirtiendo este en un empleo verde.

Esto va aunado a un aumento reciente de la legislación y controles regulatorios en materia ambiental, tales como residuos sólidos, materiales peligrosos, vertido de aguas residuales y control de emisiones.

Desde la década de los años noventa del siglo XX se extendió los sistemas de gestión ambiental (SGA) basados en la norma ISO 14001, que abrieron la tendencia de mercado en cuanto a SGA, hasta a llegar al día de hoy con una gran variedad de normas de declaración, reconocimiento y certificación ambiental, tanto en el ámbito nacional como internacional.

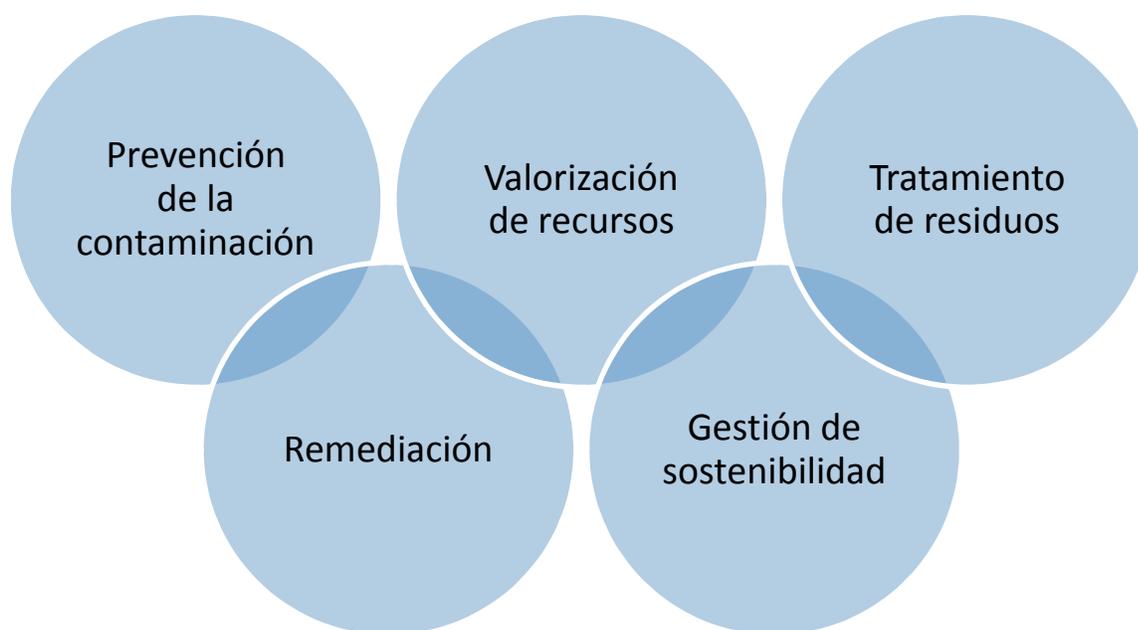
El objetivo de estos sistemas de gestión ambiental es demostrar su compromiso y responsabilidad ambiental, imagen corporativa y ahorros económicos.

Entre estas normas están la ya citada ISO 14001, Eurep-Gap, carbono neutralidad, ecoetiquetado y Programa Bandera Azul Ecológica.

Mas también se han desarrollado indicadores como huellas ecológicas que tiene como objetivo permitirle a las organizaciones mediciones comparativas de su desempeño ambiental o de su impacto real al entorno, siendo la más popular la huella de carbono, aunque se viene popularizando la huella ecológica y la huella hídrica.

Costa Rica estableció como objetivo para el 2021 ser un país Carbono Neutro y el Ministerio de Ambiente emitió una Estrategia Nacional de Cambio Climático así como un Programa País de Carbono Neutralidad; por tanto el subsector Gestión Ambiental desea conocer las tendencias tecnológicas para los próximos 10 años a través de este estudio de prospección, que permita tomar decisiones en cuanto al diseño de servicios de capacitación y formación profesional necesarios para atender a los sectores productivos en esas nuevas necesidades en las temáticas analizadas en esta investigación.

A nivel del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), específicamente en el subsector Gestión Ambiental, en el año 2011 se elaboró la Configuración del subsector donde se identificaron 5 procesos, estos son:



Los anteriores procesos son áreas temáticas de desarrollo reciente y en algunos casos con un desarrollo incipiente hasta el día de hoy. Por tanto, es indispensable investigar a nivel nacional cuáles serán las tendencias tecnológicas en estas áreas temáticas para los próximos 5 ó 10 años, con el objetivo de responder con programas de formación y capacitación para preparar a las personas que se desempeñarán en el mundo del trabajo.

El INA a través de los Núcleos de Formación y específicamente guiados por el Proceso de Gestión Tecnológica, ha promovido la elaboración de estudios de prospección para determinar requerimientos en las áreas técnicas a corto y mediano plazo.

1.5. Antecedentes de la investigación

El Núcleo Tecnología de Materiales tiene como finalidad primordial impulsar y desarrollar la formación y capacitación profesional de los trabajadores de los subsectores de Construcción Civil, Industria del Mueble y Gestión Ambiental; esto con el objetivo de estimular el crecimiento económico y coadyuvar al mejoramiento de la calidad de vida y productividad del trabajador.

Se inicia en 1980, como Centro Construcción Civil y Maderas. En 1996, a raíz de la reestructuración institucional, se transforma en el Núcleo Tecnología de Materiales.

En enero del año 2000 se creó el subsector de Gestión Ambiental, desde entonces se asume el reto ante las diferentes dependencias del INA así como con el sector productivo, de brindar servicios de formación y capacitación en materia ambiental, con lo cual se pretende contribuir al desarrollo sostenible así como la prevención, control y corrección de los procesos que causan el deterioro ambiental.

Es importante resaltar que Costa Rica ha trabajado en temas ambientales como residuos sólidos y líquidos, sin embargo se ha dejado de lado el tema de residuos gaseosos o emisiones. A nivel mundial, la temática de cambio climático y por ende la Carbono Neutralidad ha tomado gran auge y Costa Rica se ha propuesto ser un país Carbono Neutral para el 2021.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Aprendizaje ha venido realizando en años anteriores Estudios de Demanda para determinar las necesidades de capacitación y formación profesional en el mercado laboral; sin embargo, este tipo de investigaciones deja de lado el comportamiento del mercado en un plazo de 5 a 10 años.

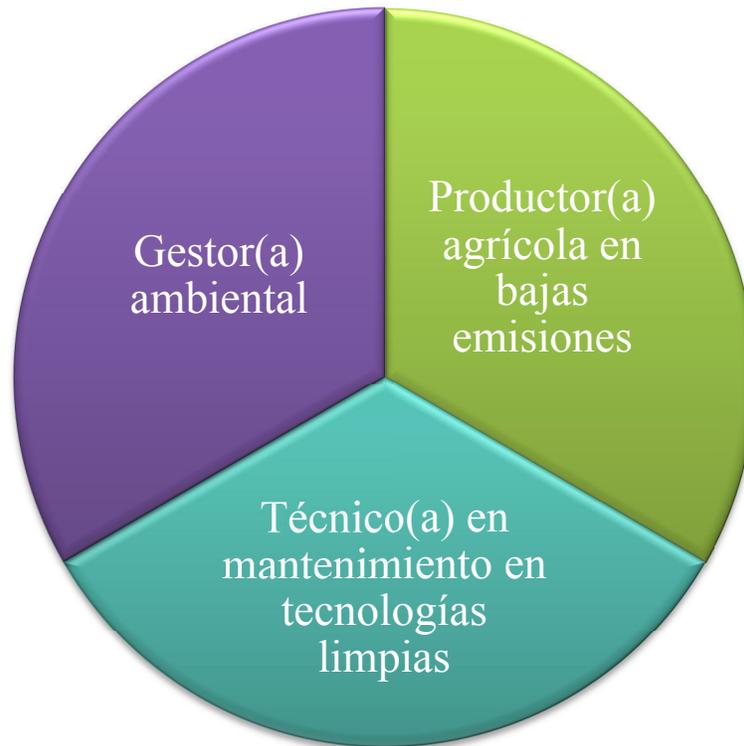
Entre los años 2012 y 2013 se realizó el primer estudio de prospección tecnológica en el Subsector Gestión Ambiental, el cual versó sobre carbono neutralidad. Se obtuvo que 8 tecnologías se insertarán en Costa Rica a un corto plazo, estas son:

- ☞ Metodologías para el desarrollo de proyectos en el mercado de carbono
- ☞ Normas nacionales e internacionales para sistemas de carbono neutralidad
- ☞ Auditoría y verificación de inventarios de gases de efecto invernadero
- ☞ Educación Ambiental
- ☞ Equipos eficientes en el consumo de energía
- ☞ Proyectos de generación eléctrica a partir de energías renovables
- ☞ Dispositivos para reducción de emisiones en automotores
- ☞ Sistemas de información geográfica en el desarrollo de proyectos para el mercado de carbono

Estas tecnologías relacionadas a carbono neutralidad afectarán significativamente a las figuras profesionales:

Figuras profesionales		
Operadores de instalaciones de energía	Operadores de instalaciones de incineradores, instalaciones de tratamiento de agua y afines	Técnicos forestales

Otras figuras profesionales que se verán afectadas por la implementación de tecnologías a corto plazo, pero que se consideran nuevas profesiones por el cambio en sus competencias, son:



Dentro de las recomendaciones de esa investigación, se planteó realizar un estudio de prospección tecnológica en gestión ambiental, a ser liderado por personal del Subsector Gestión Ambiental para el año 2014, donde se incluyera varias temáticas relacionadas con los procesos definidos en la configuración del núcleo. Esto en pro de fortalecer la oferta formativa del núcleo en gestión ambiental.

CAPÍTULO 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Tipo de investigación

2.2. Metodología

2.3. Fuentes empleadas en la recolección de datos

2.4. Recolección de información

2.5. Limitaciones del estudio

En este capítulo se describe la metodología empleada para desarrollar el estudio. Se indican los pasos, los instrumentos utilizados y la manera de análisis de la información.

2.1. Tipo de investigación

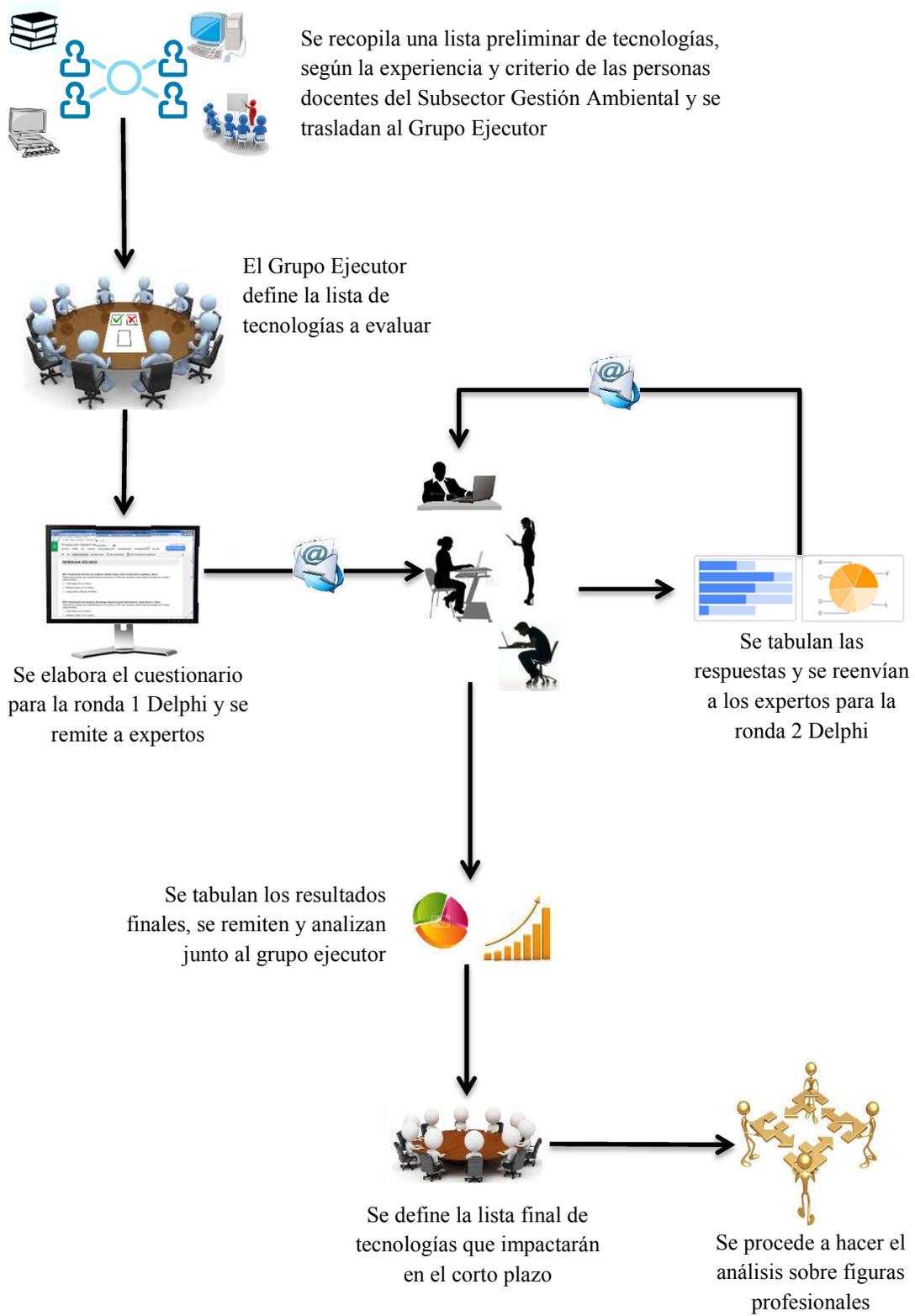
Esta investigación es cualitativa y utilizó el Método Delphi, el cual se basa en la opinión entre expertos, de forma anónima y repetitiva. Esta metodología para estudio de prospección fue desarrollada por el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI) de Brasil.

Los estudios prospectivos son procesos sistematizados de comprensión del futuro y pueden ser de cuño social, económico, político y tecnológico, siendo el último el de esta investigación. El análisis prospectivo consiste en un conjunto de conceptos y técnicas utilizados para anticiparse al comportamiento de las variables socioeconómicas, políticas, culturales y tecnológicas, así como al efecto de sus interacciones. (Castro y otros 1998)

2.2. Metodología

Como se mencionó anteriormente, este estudio de prospección se hizo bajo la metodología Delphi, la cual consiste en solicitar el criterio de expertos de forma repetida a través de un cuestionario. Para este estudio se siguieron los siguientes pasos:

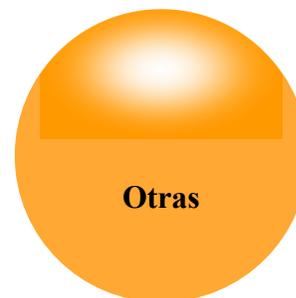
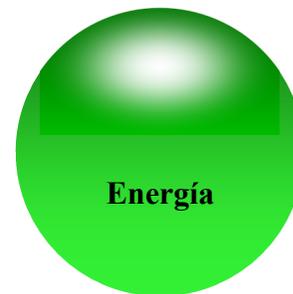
- a) Se conformó un Grupo Ejecutor, con 3 personas expertas relacionadas con la temática y con reconocimiento a nivel nacional, en conjunto con personal del INA.
- b) Determinación de las tecnologías emergentes para las temáticas de Gestión Ambiental seleccionadas en conjunto con el Grupo Ejecutor.
- c) Elaboración de cuestionario (publicado en Internet) para que las personas expertas en las áreas temáticas lo contesten, en una primera ronda.
- d) Análisis de las respuestas de la primera ronda para el diseño de un segundo cuestionario (publicado en Internet).
- e) Segunda ronda de respuestas de los expertos por medio del segundo cuestionario, para un consenso de las tecnologías emergentes en los próximos 10 años.
- f) Identificación de las figuras profesionales que se afectarán por las tecnologías emergentes de corto plazo.



El Grupo Ejecutor tiene por objeto orientar técnicamente el estudio para el sector en cuestión. Entre sus atribuciones pueden indicarse:

- ☞ La selección, descripción y aprobación de las tecnologías, que conformarán los cuestionarios Delphi.
- ☞ La selección y aprobación de las listas de especialistas que conformarán los Paneles Delphi.
- ☞ Colaboración en la distribución de los cuestionarios en línea
- ☞ La validación de los resultados de la prospección tecnológica y de los impactos ocupacionales.
- ☞ La elaboración de recomendaciones sectoriales.

Las áreas temáticas de la gestión ambiental seleccionadas son:



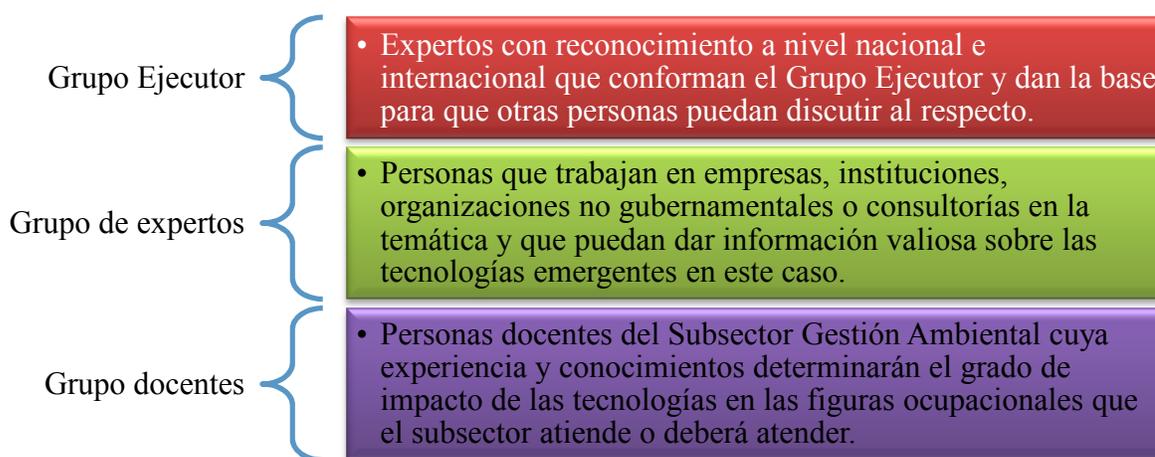
Se definió de 2 a 4 tecnologías por cada una estas áreas temáticas obtenidas de la investigación previa por parte del cuerpo docente del Subsector de Gestión Ambiental y de la caracterización de la gestión ambiental en Costa Rica que se presenta en el capítulo 3 de este documento.

Una vez definidas las tecnologías, a través de la aplicación del método Delphi con cuestionarios, se determina cuáles se implementarán de manera significativa en el mercado en el corto plazo.

Luego se utilizará esa lista de tecnologías a corto plazo para determinar cuál va a ser el impacto en las figuras profesionales del Subsector Ambiental, tanto las que ya están en oferta como otras posibles que se deban desarrollar en el futuro. Para ello se contará con el aporte de la opinión experta de un grupo clave de docentes del subsector, convocados a una sesión para tal fin y utilizando el instrumento presentado en el anexo 5.

2.3. Fuentes empleadas en la recolección de datos

Este estudio de prospección tiene dos tipos de población de la cual se extraerá información:



El Grupo Ejecutor está conformado por las siguientes personas:

- Carolina Flores Valle, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, MINAE
- Nicolás Díaz Naranjo, Cámara de Industrias de Costa Rica
- María Abarca Alvarez, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

- Gloria Acuña Navarro, Jefatura Núcleo Tecnología de Materiales (NTM), INA
- Roy Alfaro Trejos, Subsector Gestión Ambiental, NTM, INA
- Carlos Sánchez Calvo, Subsector Gestión Ambiental, NTM, INA

Se remitió los cuestionarios a un grupo de personas expertas en las áreas temáticas objeto de estudio. Este grupo puede ser parte de la base de expertos conocidos por los docentes del Subsector Gestión Ambiental, o contactos del grupo ejecutor, o bien son personas contactos de las personas que contestaron y se los reenviaron, y por último se utilizó algunas bases de datos nacionales con nombres de especialistas o consultores ambientales. El listado de personas expertas que participaron contestando los cuestionarios se presenta en el anexo 2.

2.4. Recolección de información

La recolección de información de las tecnologías emergentes con el Grupo Ejecutor se hizo a través de una reunión inicial y posteriormente mediante comunicación vía correo electrónico.

Con respecto al cuestionario, la primera etapa de preguntas se colocó en internet en el siguiente link:

<https://docs.google.com/forms/d/1Z6w8m9fqxIYlharyQMItVNSLNF3NMWUnnCtshJCq-5k/viewform>

y se invitó a personal experto en la temática contestarlo y a remitirlo a otros contactos en pro de obtener una amplia participación de personas. Este cuestionario estuvo activo del 01 al 30 octubre 2014. Se puede ver una copia de este en el anexo 3.

La recolección de información a través de cuestionarios se hizo utilizando el Google Drive. En primer lugar, se analizó la información de la primera ronda Delphi y se formuló un cuestionario para la segunda ronda habilitado del 11 al 21 de noviembre de 2014, el cual se presenta en el anexo 4. Dicho cuestionario estuvo alojado en el siguiente link:

<https://docs.google.com/forms/d/1FiOyLM2E0r4rs6MilST4q56hXaignrWP4fGzKvt-BuQ/viewform>.

Para determinar el impacto de las tecnologías emergentes sobre las figuras profesionales se utilizó el formulario presentado en el anexo 5, en una sesión con un grupo de docentes clave del Subsector Gestión Ambiental, cuya experiencia en ejecución de SCFP y su conocimiento en diseño curricular permite puntualizar en cuáles figuras las tecnologías afectarán.

Se determina cuál es la magnitud del impacto en las figuras por parte de las tecnologías de corto plazo, cuando aplica, según el criterio de alto o bajo impacto, los cuales se definen como:



Esta información será el insumo para los diseñadores y el planteamiento del proyecto de evaluación de necesidades y diseño curricular según corresponda.

2.5. *Limitaciones del estudio*

Las limitaciones que se encontraron durante el estudio de prospección fueron:

- Dificultad para reunión al Grupo Ejecutor debido a la gran cantidad de compromisos nacionales e internacionales en que participan.
- No participación de personas expertas a las que se les envió la invitación a contestar el cuestionario.
- Dificultad de corroborar el nivel de experticia de las personas que contestaron el cuestionario en línea.

- Desinterés de parte de una fracción de las personas expertas para contestar el cuestionario de la segunda ronda Delphi.
- La imposibilidad de contactar a una fracción de las personas expertas que participaron para la segunda ronda Delphi, por razones como cambio de trabajo (por ende de correo laboral) o datos del encuestado mal consignados en la primera ronda.
- Falta de figuras profesionales reconocidas en Costa Rica relacionadas con la temática ambiental, las cuales se pueden ver mayormente impactadas por las tecnologías emergentes.
- Aunque la metodología Delphi está muy documentada, en especial en el SENAI, esta no se ha tropicalizado al contexto de las labores del INA, ni se ha explorado un conjunto de herramientas para encuestas en línea a parte del GoogleDrive para recabar las opiniones de las personas expertas a encuestar.
- Pocas ocupaciones o puestos relacionados a la gestión ambiental que existen en los manuales oficiales de ocupaciones del INEC o en algún tipo de compendio, que limita el análisis de impacto de las tecnologías en las ocupaciones.

CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR GESTIÓN AMBIENTAL

- 3.1. Margo general
- 3.2. Empleos verdes
- 3.3. Residuos sólidos
- 3.4. Recurso hídrico
- 3.5. Calidad del aire
- 3.6. Sustancias y residuos peligrosos
- 3.7. Energía

3.1. Margo general

En términos general el país enfrenta un gran reto en cuanto a sostenibilidad ambiental, donde las principales área de acción son la conservación de ecosistemas y por otro la reducción del impacto ambiental de las actividades humanas.

Según los documentos XIX y XX Informe Estado de la Nación, publicados en 2013 y 2014, se presenta avances puntuales en materia de conservación, pero continúan presentándose patrones insostenibles de uso del territorio y los recursos naturales.

El informe es claro al indicar: “...pese a los logros en áreas como la conservación o la política forestal, en su conjunto el desempeño ambiental no es sobresaliente. En perspectiva comparada, el país es un caso típico de insostenibilidad, cuando se observa el impacto de sus actividades humanas y productivas más allá de las áreas protegidas.”¹

Se indica además, que el 70% de la energía nacional proviene de hidrocarburos, lo que configura una matriz de altos impactos ambientales, sociales y económicos, restándole crédito a la idea de ser un país basado en la explotación de energías renovables.

El Estado de la Nación (informes XIX y XX) da algunos datos hallazgos relevantes de la situación del país:

- En 2013 cada costarricense utilizó un 8% más de lo que el territorio puede sustentar. El país aumentó su deuda ecológica, de 3% en 2002 a 11% en 2012
- La huella ecológica (hectáreas globales por habitante) es de 1,90. Esta se ha mantenido así en los últimos cinco años.
- La generación eléctrica a partir de búnker y diésel creció un 44,1% en el 2013. Esto tiene impacto en la contaminación: en 2012 esa actividad generó el 8% de la electricidad, pero fue responsable del 72% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

¹ Capítulo 4 Armonía con la naturaleza, XX Estado de la Nación, pg 177.

- Aunque se registran más de 15.000 actividades que deberían contar con el permiso de vertido de aguas residuales, únicamente 1.176 lo tienen a septiembre de 2014.
- Únicamente las descargas de aguas residuales producidas por el 3,6% de la población recibieron tratamiento en 2012.
- Solo el 72,9% de los acueductos administrados por asociaciones comunales da tratamiento a las aguas.
- La cobertura forestal abarca el 52,4% del territorio nacional. No obstante, también se ha detectado una alta fragmentación, pocos bosques con alta integridad y grandes presiones sobre el uso de la tierra.
- En el período 1994-2013, un total de 486 acciones colectivas fueron motivadas por asuntos ambientales.
- En 2013, las emergencias químico-tecnológicas atendidas por el benemérito Cuerpo de Bomberos aumentaron en un 128%.
- Luego de alcanzar su máximo histórico (11.115 hectáreas) en 2010, el área de agricultura orgánica bajó de 9.570 a 9.360 hectáreas entre 2011 y 2012.
- 92,0% de la población recibe agua de calidad potable en el año 2012.
- 75,3% de la población recibe agua sometida a control de calidad en el año 2012.
- Promedio anual de concentración de PM10 en el aire para San José es 24,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2011).
- Producción de residuos sólidos en el cantón Central de San José es de 1291 gramos per cápita/día (2012).

El detalle completo del capítulo 4 sobre sostenibilidad y armonía con la naturaleza y el compendio estadístico con las estadísticas ambientales pueden ser accedados en: <http://www.estadonacion.or.cr/20/#capitulos>.

Con respecto a la respuesta gubernamental para atender la problemática de sostenibilidad ambiental, se consultó en el Ministerio de Planificación por el Plan Nacional de Desarrollo, siendo el último el publicado por la administración 2010-2014, en el cual establece en el “Capítulo 6 Ambiente y Ordenamiento Territorial” como ejes:

- ✓ Ordenamiento territorial

- ✓ Recurso hídrico y manejo de residuos
- ✓ Carbono neutralidad y cambio climático
- ✓ Manejo de biodiversidad
- ✓ Energías renovables. [Mideplan, 2010]

Como aún no se ha publicado el nuevo plan de la administración entrante 2014-2018, se consultó en plan de gobierno del Partido Acción Ciudadana (PAC), en el apartado “5. IMPLEMENTAR UNA GESTIÓN AMBIENTAL COMPATIBLE CON EL DESARROLLO HUMANO”, en este documento se mencionan algunas acciones a desarrollar durante el gobierno y que pueden estar relacionadas con el quehacer del INA:

- Promover la agricultura sustentable como un modelo que fortalece la Seguridad y Soberanía Alimentaria y Nutricional (SAN)
- Promover sistemas de transporte colectivo que sean costo-eficientes que procuren un ambiente local más limpio y colaborar en la mitigación del calentamiento global.
- Avanzar hacia un nuevo paradigma de movilidad urbana, basada en sistemas intermodales de transporte público amigable con el ambiente, y en formas no motorizadas de movilidad.
- Fortalecer los gobiernos locales para el manejo de los desechos sólidos de manera que pueda cumplir con la legislación vigente.
- Consolidar y estimular a grupos locales organizados para los programas de reciclaje y manejo de desechos sólidos y líquidos.
- Actualizar la normativa de eficiencia energética y establecer su obligatoriedad para producir un cambio hacia el uso eficiente de la electricidad y el ahorro en el consumo, en los sectores residencial, industrial y comercial.
- Fortalecer y apoyar a las ASADAS como formas válidas de participación social y responsable en el uso del recurso hídrico para la seguridad humana.

Algunas políticas públicas o sectoriales que pueden tener impacto en las labores del INA se desarrollan a continuación.

3.1.1. Estrategia nacional contra el cambio climático

El objetivo es reducir los impactos sociales, ambientales y económicos del cambio climático y tomar ventaja de las oportunidades, promoviendo el desarrollo sostenible mediante el crecimiento económico, el progreso social y la protección ambiental por medio de iniciativas de mitigación y acciones de adaptación, para que Costa Rica mejore la calidad de vida de sus habitantes y de sus ecosistemas, al dirigirse hacia una economía carbono neutral competitiva para el 2021. Para ello se plantea los ejes estratégicos presentados en la figura 3.1.



Figura 3.1 Ejes de acción de la estrategia contra el cambio climático. [MINAE, 2009]

Algunas de las acciones propuestas donde el INA puede participar se citan en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Ejes de acción de la estrategia de cambio climático donde el INA puede participar.

Eje	Acción	Posible forma de participación del INA
Mitigación	<p>i. Reducción de las emisiones de GEI por fuente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energía - Transporte - Industria - Manejo de residuos sólidos 	<p>Formación en generación de energía a partir de fuentes renovables y en eficiencia energética.</p> <p>Capacitación para servicios a transporte alternativo (autos híbridos, eléctricos, etc.)</p> <p>Cálculo de huella de carbono de empresa o producto.</p> <p>Captura y uso del metano derivado de los rellenos sanitarios.</p> <p>Tratamiento de las aguas residuales</p>
Adaptación	<ul style="list-style-type: none"> - Hídrico - Energía - Agropecuario - Pesca - Infraestructura 	<p>Calcular el balance hídrico por cuenca hidrográfica para determinar la oferta de líquido, dato estratégico para los operadores de acueductos.</p> <p>Puesta en operación de tecnologías que permitan aumentar la eficiencia en el uso del agua doméstica, industrial, agrícola, hidroeléctrica.</p> <p>Mejoramiento de la infraestructura de los sistemas de agua potable para proveerla en mayor cantidad y calidad, por ejemplo por parte de Asadas.</p> <p>Producción energética con recursos renovables.</p> <p>Formación en uso racional y eficiente de la energía; controlar el consumo energético y reducir las emisiones de GEI.</p> <p>Mejoras en los procesos de cultivo de alimentos, así como en la cría de animales que reduzcan el impacto al ambiente.</p> <p>Promover un manejo más técnico de los sistemas de producción agrícola.</p> <p>Promover el programa nacional de agricultura orgánica.</p> <p>Controles para evitar vertimientos de aguas</p>

Eje	Acción	Posible forma de participación del INA
		residuales en zonas costeras. Construcción eficiente Construcción sostenible Recuperación y valorización de residuos de demolición y construcción. Utilización de materiales de construcción más amigables.
Métricas	- Métricas	Desarrollo de indicadores ambientales
Desarrollo de capacidades y transferencia tecnológica	- Desarrollo de capacidades y transferencia tecnológica	Formación de recursos humanos para el desarrollo del conocimiento en los distintos niveles técnicos y profesionales de las entidades gubernamentales y no gubernamentales, que se ocupan de la mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático. Desarrollarán procesos de innovación, de rápida y amplia transmisión y de aplicación de tecnologías respetuosas con el medio ambiente.

3.1.2. Política del sector industrial

La Cámara Costarricense de Industrias (CICR) ha planteado una política de cómo se va a transformar la industria nacional hacia el año 2030, a partir de tres ámbitos estratégicos, los cuales presentan objetivos estratégicos donde el INA puede tener participación, los cuales se resumen en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Ámbitos estratégicos de la propuesta de política industrial hacia el 2030 de la CICR en los que el INA puede participar.

Ámbito estratégico	Objetivo estratégico	Acción a desarrollar (donde puede intervenir el INA)
Innovación y competitividad	Energía	I.3.1.2 Reforzar la investigación, desarrollo e innovación de tecnologías alternativas que contribuyan a mejorar la oferta y eficiencia energética de acuerdo a la situación deseada (eólica, solar, biomasa, residuos, hidrógeno, plasma, redes inteligentes y otros)
		I.3.2.2 Impulsar un programa sostenible de prospección, exploración y explotación del gas natural en territorio nacional
		I.3.2.3 Promover un programa de biocombustibles bien estructura que permita utilizar tierras poco aptas para usos agrícolas alternativos, fomentando un desarrollo económico rural en áreas socialmente deprimidas.
	Compras del sector público	I.5.3.1 Crear un eco-reglamento de Compras del sector público que establezcan los parámetros y formas racionales de demostración que regirán las contrataciones
		I.5.3.2 Establecer un sistema de eco-indicadores que permita medir los avances e impactos ambientales de las compras del sector público.
Ambiente y desarrollo	Efectividad ambiental	III.1.2.2 Fomentar la adopción de instrumentos de eco-diseño, producción más limpia, disminución de la contaminación y así como el desarrollo y la adopción de tecnologías sustentables
		III.2.1.2 Establecer un sistema de indicadores ambientales mediante el cual se monitoree y divulgue el avance en las metas propuestas

Fuente: CICR, *Hacia la empresa industrial del 2030, Propuesta para una política industrial* (2013)

En cuanto al uso de indicadores, a nivel industrial se ha implementado en términos de intensidad de recurso por producción, tal y como muestra el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Variación de indicadores ambientales en el sector industrial para el año 2011. [Fuente: CICR]

Indicador	Valor para 2011
Intensidad hídrica (m ³ / millón de PIB en US\$) * 1000	85
Intensidad energética (TJ / millón de PIB en US\$)	6,67
Intensidad de carbono (kg CO ₂ / millón de PIB en US\$)	198

3.1.3. Tendencias

Se consultó la “Estrategia industrial ante el cambio climático” planteada por la Cámara Costarricense de Industrias con el apoyo de la cooperación alemana (2009) en el cual se plantea una serie de directrices y tendencias para el periodo 2010-2021, donde en varias de ellas el INA puede involucrarse, tales como:

- Tecnologías de producción bajas en carbono
- Medición y verificación de huella de carbono
- Desarrollo de indicadores y métricas para huella de carbono
- Eficiencia energética
- Desarrollo e implementación de energías renovables
- Construcción de infraestructura de manera sostenible
- Recolección y utilización de agua de lluvia

3.2. Empleos verdes

En la actualidad los mercados tienden hacia una producción más ecoamigable con el ambiente lo cual crea oportunidades de empleos con características verdes, de modo que puedan hacer frente al paso hacia la economía baja en emisiones e impulsen el desarrollo sostenible. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) y otros entes sociales han señalado que las competencias profesionales son clave para el desarrollo del empleo verde, de ahí que el INA visualice su incorporación en la currícula y en la identificación de nuevas figuras laborales.

La transición hacia una economía más verde podría generar entre 15 y 60 millones de empleos adicionales en el mundo durante las próximas dos décadas², los cuales tendrían un impacto importante en la estimulación de la economía y la reducción de la pobreza.

En ese sentido Coloma (2014) indica que la OIT expone para Costa Rica en 117,5 mil puestos de trabajo en actividades verde, lo que implicaría un 6% de la ocupación total. Ahora, referido a actividades basadas en recursos naturales proyecta 407,6 mil puestos de trabajo, o sea, 20,9% de la ocupación total.

Como factores que promueven el cambio a profesiones y economías más verdes se citan:



Según un estudio de la OIT el asentamiento de la orientación verde en las economías influyen en las necesidades de competencias laborales de tres maneras: desplazamiento entre sectores, creación de nuevas ocupaciones y modificación de las competencias laborales en el seno de los empleos existentes. Estas tres fuentes de cambio señaladas alteran los perfiles ocupacionales y por lo tanto afectan las necesidades de formación así como la forma de impartirla. La escala y el alcance de estos cambios dependen a su vez de la velocidad y la importancia de los cambios tecnológicos y de los mercados en el contexto de la transformación verde. La figura

² según el informe “Hacia el desarrollo sostenible: Oportunidades de trabajo decente e inclusión social en una economía verde” de la Iniciativa Empleos Verdes de la OIT.

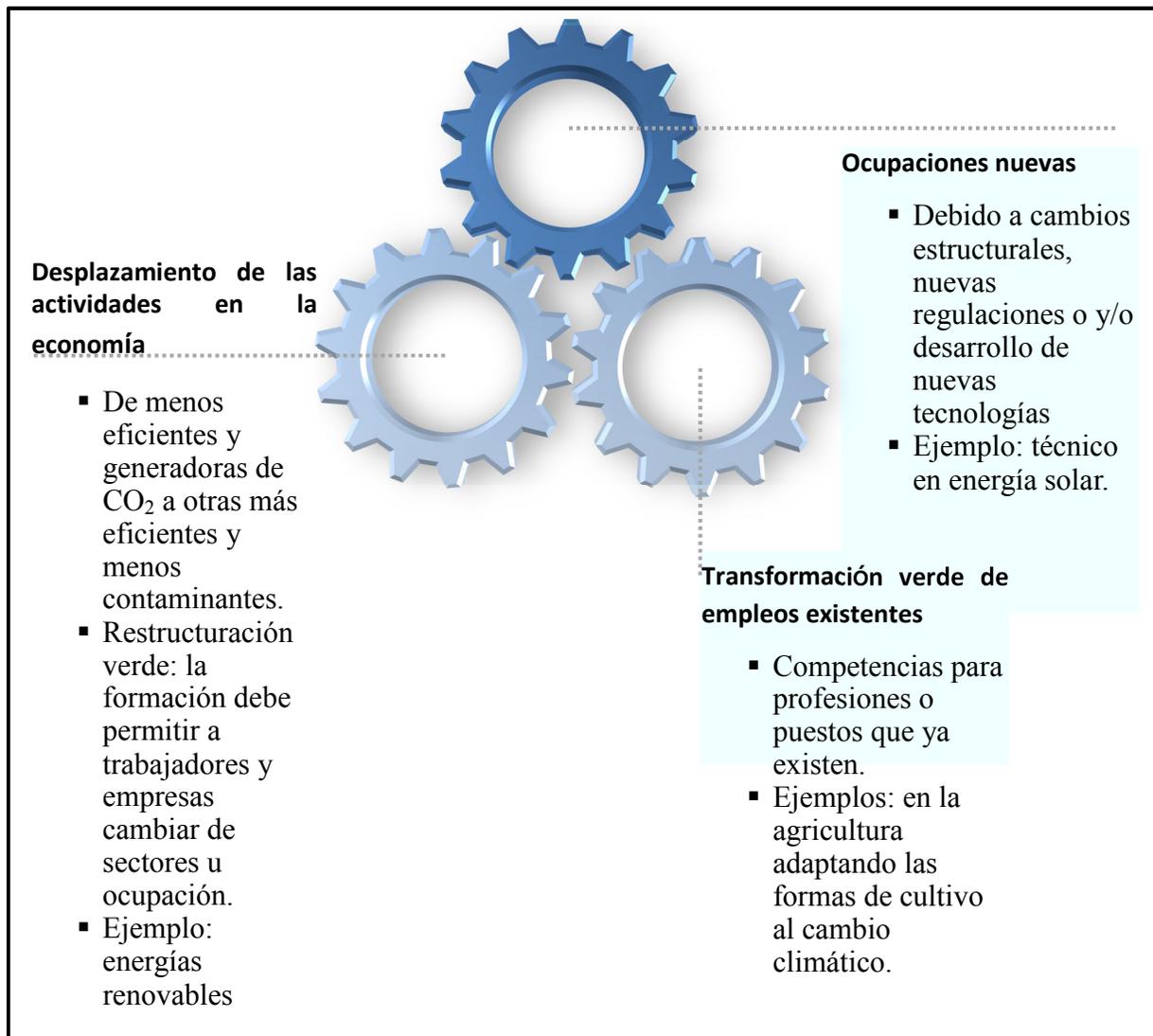


Figura 3.2 Forma en que se verán afectadas las competencias laborales por la orientación verde.

Fuente: “Competencias profesionales para empleos verdes” OIT (2011)

3.2.1. Tendencias

Como se puede observar de los párrafos anteriores los empleos verdes se difuminarán por todos los sectores de la economía, afectando en mayor o menor grado a los diferentes sectores.

Según Coloma (2014) para el caso de Costa Rica los sectores donde se presentará esta incidencia están:

- Energías renovables
- Biocombustibles
- Eficiencia en procesos productivos a nivel industrial
- Certificaciones ambientales
- Agricultura sostenible
- Construcción sostenible

3.3. Residuos sólidos

3.3.1. Ley para la gestión integral de los residuos sólidos #8839

Esta ley fue publicada en el año 2010. Se basa en que la gestión integral de residuos es una responsabilidad compartida por todos los actores, sean estos productores, generadores, consumidores, gestores, autoridades públicas o público en general.



Se establece el régimen jurídico para promover la ejecución jerarquizada en la gestión integral de residuos, la cual se presenta en la figura 3.3.

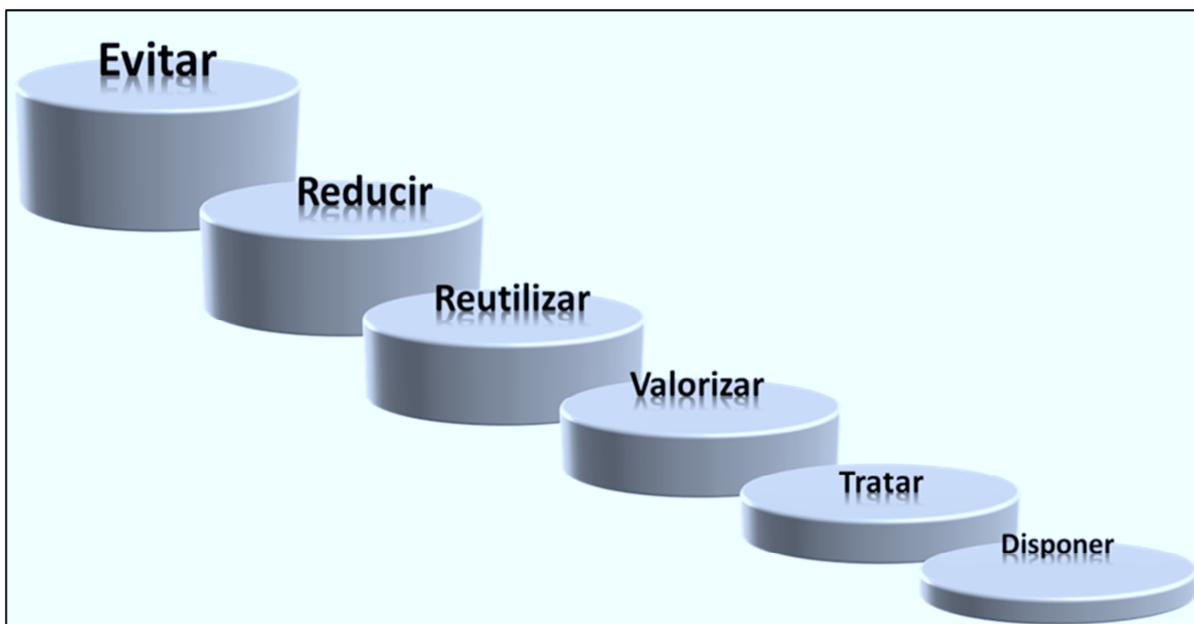


Figura 3.3 Jerarquía de la gestión de los residuos sólidos, según la ley #8839.

Algunos de los objetivos de la ley son:

- ✓ Definir la responsabilidad para la gestión integral de residuos de los diversos actores involucrados.
- ✓ Fomentar el desarrollo de mercados de subproductos, materiales valorizables y productos reciclados, reciclables y biodegradables, entre otros
- ✓ Promover la separación en la fuente y la clasificación de los residuos, tanto por parte del sector privado y los hogares, como de las instituciones del sector público
- ✓ Promover la clasificación, cuantificación y caracterización de los residuos, a fin de construir y mantener actualizado un inventario nacional
- ✓ Promover la gestión integral de residuos en el ámbito municipal y local, fomentando las soluciones regionales

Los siguientes principios generales fundamentan la gestión integral de residuos:

- a) Responsabilidad compartida
- b) Responsabilidad extendida del productor
- c) Internalización de costos
- d) Prevención en la fuente
- e) Precautorio
- f) Acceso a la información
- g) Deber de informar:
- h) Participación ciudadana:

El artículo 10 de la ley GIR establece que el Ministerio de Salud debe dictar la Política Nacional de Residuos, asimismo se enmarca con el Plan Nacional de Residuos, este último fue aprobación y declaratoria de Interés Público Decreto Ejecutivo N° 34647-S-MINAE de 28 de mayo de 2008.

De este Plan Nacional de Residuos se adscribirán los planes municipales de residuos y los Planes sectoriales de residuos o por la naturaleza del residuo.

El artículo 28 indica que las instituciones de la Administración Pública, empresas públicas y municipalidades implementarán sistemas de gestión ambiental en todas sus dependencias. Para ello la Dirección de Calidad Ambiental (DIGECA) ha elaborado las guías y realiza la evaluación de los planes de las diferentes instituciones públicas. Así también es importante la inclusión de criterios verdes en las compras del estado.

Al respecto de los gestores de residuos sólidos, se establece que estos deben registrarse ante el Ministerio de Salud, el cual mantendrá una base actualizada la cual está disponible en la página web de dicho ministerio.

De esta ley se ha derivado la siguiente reglamentación:

- Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios, decreto N° 36093-S
- Reglamento para la disposición final de medicamentos, materias primas y sus residuos, decreto N° 36039-S
- Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables, decreto N° 35906-S
- Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos, decreto N° 35933-S
- Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos, decreto N° 37567-S-MINAET-H.
- Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos, decreto N° 37788-S-MINAE
- Reglamento para la declaratoria de residuos de manejo especial, decreto N° 38272-S

3.3.2. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021

La Ley GIR No. 8839 en su artículo 7 indica que entre las funciones del jerarca del Ministerio de Salud está formular y ejecutar la política nacional y el Plan Nacional de Gestión Integral de

Residuos, siendo este documento publicado en 2011. El cuadro 3.4 presenta el resumen de las políticas a desarrollar, según el ámbito de acción.

Cuadro 3.4 Resumen de políticas de gestión de residuos según el ámbito de acción. [Política Nacional, 2011].

Ámbito	Política
Legal	Revisión, actualización y aplicación del marco normativo para la gestión integral de residuos y los convenios internacionales.
Educación, formación, capacitación y comunicación social	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inclusión del tema de la Gestión Integral de Residuos en los planes y programas de estudio a nivel preescolar, escolar, secundario, para universitario y universitario. 2. Posicionamiento del tema de gestión integral de los residuos en la población del país mediante la comunicación e información social. 3. Posicionamiento del tema de gestión integral de los residuos en la población del país mediante la comunicación e información social 4. Formación de técnicos y profesionales en el tema de gestión integral de residuos.[†] 5. Capacitación de técnicos y profesionales del sector público y privado en la gestión integral de residuos.[†] 6. Creación y fortalecimiento de un sistema de certificación para la formación y capacitación en gestión integral de residuos.[†]
Económico	Desarrollo de estrategias que permitan el financiamiento y la sostenibilidad económica de la gestión integral de residuos a nivel nacional.
Fortalecimiento institucional y organizacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecimiento de la coordinación interinstitucional para el mejoramiento de la gestión integral de residuos. 2. Fortalecimiento de las municipalidades para la formulación e implementación de los Planes Municipales de Gestión Integral de Residuos en cada cantón. 3. Desarrollo de un sistema de información en la gestión integral de residuos que brinde información veraz, oportuna y accesible sobre el estado y la evolución de dicho tema para la toma de decisiones en forma efectiva.
Hábitat humano	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión de residuos resultantes de una situación de desastre. 2. Inclusión de la gestión integral de residuos como parte de las medidas para la mitigación y reducción de los efectos del cambio climático 3. Dotación de los servicios de manejo integral de residuos en todo el territorio nacional.
Investigación y desarrollo tecnológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo y aplicación de tecnologías limpias e innovadoras para la gestión integral de residuos basados en los principios de jerarquización de los mismos 2. Investigación científica para el desarrollo de la gestión integral de residuos y su aprovechamiento.

[†] Indica explícitamente al INA como parte de los involucrados en las estrategias de implementación.

3.3.3. Avance del cumplimiento de la ley GIR

Con respecto al avance del cumplimiento de la ley GIR #8839, la Contraloría General de la República (CGR) determinó en 2011³ que el Ministerio de Salud cuenta con el Plan de Gestión de Residuos y la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos, estos no se encuentran vinculados con el Plan Estratégico Institucional 2011-2015 ni con el plan y presupuesto institucional.

Además, el ministerio no ha consolidado el fondo para la gestión integral de residuos, lo cual debió iniciar en 2010.

Se indicó el faltante de reglamentos técnicos para la implementación de la ley, algunos se han aprobado, pero en otros temas como contaminantes químicos en el suelo aún están pendientes.

Tampoco se ha establecido el Sistema Nacional de Información para la Gestión Integral de Residuos, cuyas primeras acciones deben incluir el inventario de residuos generados y valorizados, la infraestructura y tecnologías, solo se ha avanzado en el registro de gestores autorizados.

El ente contralor en otro informe⁴ determinó que el Ministerio de Ambiente y Energía no ha iniciado con la implementación de algunas acciones estratégicas del Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos. También que hay un débil control sobre los planes de gestión ambiental institucional de los entes estatales, bien sea por falta de presentación, de aprobación o de seguimiento.

En el caso de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, esta no ha actualizado las normativas e instrumentos de viabilidad ambiental con la ley GIR #8839. Además es débil el seguimiento a los compromisos ambientales para la gestión de los residuos sólidos en proyectos.

³ Informe DFOE-AE-IF-15-2011, de la Contraloría General de la República.

⁴ Informe DFOE-AE-IF-03-2013, de la Contraloría General de la República.

3.3.4. Descripción de la situación actual del manejo de residuos

Según la opinión de especialistas, los municipios están haciendo estudios de composición pero sin la orientación metodológica adecuada, por lo que estos estudios no ayudan a la toma de decisiones, significan un alto costo y terminan siendo archivados sin explotar toda la utilidad que tienen. [Soto, 2013]

Estos estudios deberían enfocarse en determinar las características de los grupos poblacionales y geográficos siguientes, según aplique al municipio:

- Zona urbana (clase alta, media, baja y marginal)
- Zona rural (clase alta y baja)
- Zonas turísticas (según tamaño de los proyectos)
- Zonas indígenas
- Sector comercial

En promedio la composición de los residuos domésticos en Costa Rica varía entre estudios, pero tiene valores como los mostrados en el cuadro 3.5.

Cuadro 3.5 Promedio de los resultados de los estudios de generación. [Soto, 2013]

Tipos de residuos	%
Orgánicos	55 ± 7
Papel y cartón	12 ± 5
Plástico	9 ± 3
Vidrio	2 ± 1
Metal	1,8 ± 0,7
Electrónicos	1 ± 1
Tetrabrick	0,7 ± 0,5
Textiles	3 ± 2
Peligrosos	0,1 ± 0,1
Otros	15 ± 7

Con respecto al uso de los datos estadísticos de los estudios de composición se desconoce la importancia de los índices de generación por habitante y no se entiende la validez estadística

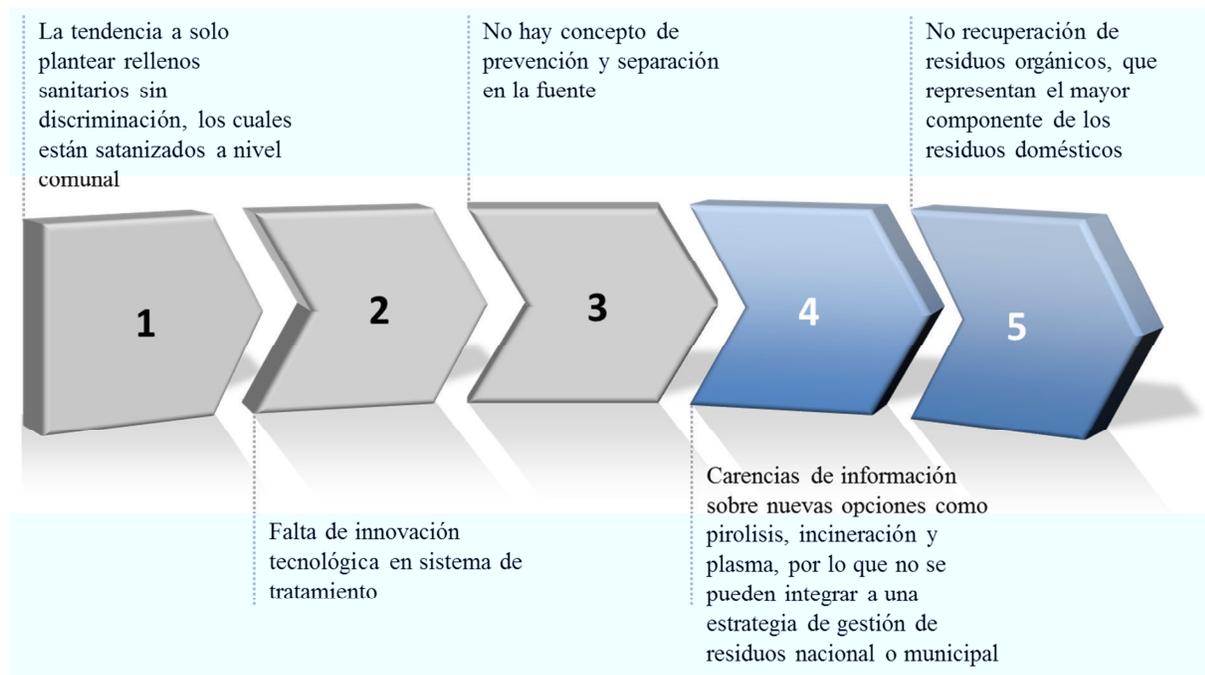
de los mismos. Esto puede conllevar a sobredimensionar o subestimar la infraestructura de recolección, tratamiento y de costo.

Al manejo técnico del problema, se debe sumar otras dimensiones tales como la influencia política en detrimento de las decisiones técnicas, el peso de grupos con intereses creados y la carencia de gestores ambientales capacitados.

En cuanto a las labores municipales de gestión de residuos, se han identificado las siguientes debilidades en la recolección:

- No hay modernización tecnológica
- No evoluciona el sistema de recolección casa a casa a otros enfoques que minimicen costos
- No existen instrumentos de medición de rutas, gasto de combustibles e insumos, tiempo efectivo de los trabajadores, etc.
- Necesidad de evolucionar del traslado atomizado en vehículos recolectores a otras unidades de mayor tamaño, incluso tren.
- Falta educar a un amplio espectro de la población en evitar, reducir y separar en la fuente. [Segura, 2013]

En el tema de tratamiento se da:



A nivel privado se ha dado un crecimiento de esfuerzos por impulsar la sostenibilidad ambiental mediante actividades varias, muchas de ellas enfocadas en demostrar el principio de responsabilidad social compartida. A continuación se listan algunas a manera de ejemplo:

- Eco-Romería, campaña de recolección de residuos durante la romería del 2 de agosto, se viene realizando desde 2011.
- Programa Recicla.Dos para la recolección de encases de tratrabrick y su reprocesamiento en la empresa Dos Pinos
- Campaña Ambientados organizada por Kimberly Clark y Canal 7
- Campañas de recolección de residuos electrónicos organizadas por la Asociación de Empresarios para la Gestión integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE) y el Ministerio de Salud
- Alianza para el Aprovechamiento de Residuos Valorizables, ALIARSE
- Red Costarricense Centros de Recuperación de Residuos Valorizables, RED-CONSERVA. [Segura, 2013]



3.3.5. Unidades de cumplimiento

El Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos electrónicos define unidad de cumplimiento como:

Unidades de Cumplimiento: Es una estructura legal conformada por uno o más productores, tiene la responsabilidad de establecer los mecanismos y acciones que garanticen la gestión integral de sus respectivos residuos y su sostenibilidad. La Unidad de Cumplimiento es una estructura operativa que permite, cumplir con el principio de responsabilidad extendida del productor, y con los lineamientos técnicos y ambientales nacionales. [Decreto Ejecutivo N° N° 35933-S]

Una Unidad de Cumplimiento está compuesta por una o más empresas fabricantes, importadoras y/o distribuidoras de equipo electrónico, bajo la figura legal que determinen, para demostrar cumplimiento del reglamento.

Como se indicó anteriormente, en la ley GIR se establece la formulación e implementación de planes sectoriales o por naturaleza de residuo, en el caso de Costa Rica solo se ha generado una coalición para el cumplimiento de este precepto, bajo la modalidad de unidad de cumplimiento.

Esta unidad de cumplimiento es la Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE). Esta asociación busca darle opciones a la gestión de residuos ordinarios por ser estos considerados de manejo especial, además busca darle cumplimiento al principio de responsabilidad extendida del productor.

El objetivo de ASEGIRE es promover la gestión integral de los residuos electrónicos, mejorando la cadena de costos, la promoción, la educación y las soluciones para consumidores finales.

Dentro de las acciones de esta unidad de cumplimiento están:

- Tomar los residuos de manos de los productores y sus clientes.
- Entregar los residuos a gestores autorizados para su adecuado tratamiento.
- Reportar a la autoridad competente sobre el cumplimiento de las partes.
- Documentar y dar trazabilidad a la gestión de los residuos especiales.
- Establecer los mecanismos necesarios para cumplir las metas de recuperación y garantizar la sostenibilidad de los procesos de gestión.

3.3.6. Residuos sólidos y carbono neutralidad

Otra de las razones por las que el tema de residuos sólidos tiene relevancia es su asociación con emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), donde se observa un potencial de reducción de GEI en la gestión eficiente de residuos, en específico su prevención y su aprovechamiento.

En términos generales, el componente más relevante es la generación de gas metano por descomposición anaeróbica de los desechos en rellenos sanitarios y vertederos. La gestión de otros residuos sólidos y de aguas residuales también son fuentes relevantes de GEI, mientras el reciclaje constituye un sumidero de GEI.

Como la principal tecnología para la disposición final de residuos sólidos domésticos es el relleno sanitario, reviste importancia la generación de gas metano y dióxido de carbono en estos sitios, tanto por considerarse GEI como por el posible aprovechamiento energético. Las cifras reportadas por el Ministerio de Salud para el año 2012, recopiladas por Janssen (2012) son de 0,94 kg/día*pers. para el GAM (fuente Presol) y de cerca de 2950 ton/día de residuos especiales y peligrosos o no ordinarios a nivel nacional.

Un estudio de la CEPAL en 2009 determinó un potencial de reducción de GEI al incorporar tecnología de tratamiento y la recuperación energética en electricidad. Las estimaciones indicaban que en la década actual los 4 rellenos sanitarios del GAM producirán de 0,5 a 1,9 millones de tCO_{2e} cada uno, pero el potencial de reducción es de 0,2 a 1,5 millones de tCO_{2e} en total con tecnologías de captación y quemado, captación y utilización térmica, captación y generación eléctrica y separación y compostaje. Para los 4 rellenos de la GAM el potencial de generación eléctrica sería de aproximadamente 455 millones de kW-h en 10 años, con una capacidad máxima instalada de 8,8 MW. [CEPAL, 2009]

De estos estudios se estimó que la disposición de residuos sólidos ordinarios aporta 1,08 millones de tCO_{2e}/año, el reciclaje de materiales secos tiene un crédito de hasta 0,14 millones de tCO_{2e}/año, lo que un neto de emisiones de 0,94 tCO_{2e}/año.

3.3.7. Tendencias actuales y propuestas tecnológicas

En esta sección se sintetizan las opciones de gestión de residuos sólidos que se vienen ejecutando y otras que se han propuesto, según estudios y proyectos diversos. [Janssen, 2009; CEPAL, 2009; Musmanni, 2013]

Las principales tendencias en materia de residuos sólidos son:

- ✓ Separación de residuos valorizables en centros de acopio manual vs separación mecanizada
- ✓ Estabilización y tratamiento mecánico biológico en rellenos sanitarios
- ✓ Captación de biogás para aprovechamiento energético en rellenos sanitarios
- ✓ Incineración
- ✓ Tratamiento térmico como pirolisis y gasificación

- ✓ Co-procesamiento
- ✓ Compostaje de residuos de áreas verdes y parques municipales
- ✓ Aprovechamiento energético de residuos especiales (industriales, comerciales, construcción, etc.)
- ✓ Acopio y tratamiento de residuos especiales como electrónicos, línea blanca y otros.

Se debe recordar que la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021 tiene en el ámbito de educación las estrategias de diseño e implementación de programas de formación técnica y profesional en gestión de residuos, así como programas de capacitación para técnicos y profesionales del sector público y privado, donde se indica expresamente la responsabilidad del INA de ejecutar dichas acciones.

3.4. Recurso hídrico

En esta sección se hace una descripción sobre la situación del recurso hídrico que complementa lo indicado en el capítulo 4 del Estado de la Nación.

Se utiliza como fuente de información diferentes estudios, principalmente del Instituto de Acueducto y Alcantarillados (AyA) y del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), sobre la gestión de abastecimiento de agua y el saneamiento básico.

La prestación de los servicios públicos de acueductos y alcantarillados, así como el tratamiento y disposición de aguas residuales es brindado por instituciones públicas o empresas privadas. El grupo de operadores comprende el AyA, 30 Municipalidades, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), cerca de 1800 Asociaciones Administradoras (ASADAS) y Comités Administradores (CAAR) y otras organizaciones de distinta naturaleza.

Para el Asimismo dentro del sector debemos considerar la evolución del sector rural, destacando la transformación de los CAAR's en ASADAS, estas últimas con personería jurídica bajo la fiscalización de AyA. En el año 2000 se reglamenta a las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos (ASADAS) mediante el Decreto Ejecutivo 29100-S.

El AyA en su Plan Estratégico Institucional se plantea acciones estratégicas, de las cuales varias pueden tener interés para el INA en cuanto a la oferta formativa regular y asistencia técnica, las cuales listan en el cuadro 3.6.

Cuadro 3.6 Acciones del Plan Estratégico del AyA donde el INA puede verse involucrado.

Tema	Acción estratégica
Fortalecimiento de la Rectoría	1. Modernizar la normativa técnica en materia de los servicios de agua potable y saneamiento; promoviendo el fortalecimiento de la legislación en esta materia y creando mecanismos que promuevan su cumplimiento. 5. Establecer un programa de asistencia, control y monitoreo para la correcta gestión de los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario (otros operadores).
Relanzamiento del Programa de Acueductos Rurales.	1. Promover el desarrollo y fortalecimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural. 4. Elaborar un nuevo Reglamento de ASADAS.
Fortalecer la acción institucional en el área de Aguas Residuales	1. Optimizar los sistemas actuales e implementar nueva tecnología en esta materia. 3. Implementar acciones que impulsen el establecimiento en la sociedad de una cultura del tratamiento.
Fortalecer la acción institucional en el área ambiental, buscando la armonía con el Ambiente.	1. Promover una industria más limpia y que cumpla con la calidad del agua y del uso de la misma. 7. Establecer alianzas estratégicas con otros organismos públicos y privados, nacionales e internacionales, para desarrollar los proyectos conjuntos relacionados con la protección ambiental.

Fuente: AyA PEI 2007-2015.

3.4.1. Planificación estratégica por parte del AyA

El AyA es el principal proveedor de agua potable en el país y el principal desarrollador de sistemas de tratamiento de aguas residuales, por ello es de interés recopilar los lineamientos estratégicos para los siguientes años.

El AyA ha analizado que a futuro las tendencias son: la necesidad de fortalecer las actividades de investigación de nuevas formas de obtener y tratar el agua para consumo humano, la protección de las fuentes de agua, la desinfección y el control de la calidad del agua y la creación de infraestructura

Dentro de estas tendencias se destacan:

- Que el desarrollo exponencial en zonas costeras se mantendrá, lo que presionará la infraestructura existente y la disposición del líquido.
- Que habrá un deterioro ambiental creciente, producto del crecimiento no planificado de las ciudades y poblaciones.
- Que el cambio climático tendrá consecuencias sobre la cantidad y calidad de las fuentes de agua.
- Que la competencia por uso del agua, restringirán la oportunidad y disposición del líquido. [AyA, PEI 2007-2015]

Dentro del PEI2007-2015 se plantean varios programas para el mejoramiento de la prestación de agua y saneamiento, entre los que destacan:

- Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015 (PNMSCSAP), el cual incluye vigilancia y control de la calidad del agua, evaluación de riesgo sanitario de los acueductos y cobertura de potabilización
- Propuesta de Indicadores para vigilar la Calidad de los Servicios de Agua Potable
- Proyectos de mejora de alcantarillado en varias ciudades como Puerto Viejo de Limón
- Proyectos de alcantarillado y tratamiento, como el Saneamiento Ambiental del Área Metropolitana en San José, Puntarenas y Limón.
- Plan de manejo integral de las aguas residuales y lodos provenientes de tanques sépticos.

De acuerdo al Plan de Inversiones Periodo 2012-2021 del AyA, el país se requiere una inversión tomando en consideración las necesidades identificadas, de aproximadamente US \$

2596 millones para el periodo de tiempo 2011-2030. En lo que a AyA se refiere, se requieren de US \$ 1820,36 millones para agua potable y tratamiento, recolección y correcta disposición de las aguas residuales. En los sistemas municipales se necesitan US \$ 350 millones y en los sistemas delegados US \$ 425 millones. [AyA, Plan de Inversiones 2012-2021, 2011]

3.4.2. Proyecto Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José

El proyecto consiste en rehabilitación y ampliación del sistema de recolección de aguas residuales (incluye colectores, sub-colectores, redes secundarias, túnel de trasvase y estaciones de bombeo) y la construcción de una planta de tratamiento primario de aguas residuales, para el Área Metropolitana.

El proyecto tiene como objetivo, mejorar la calidad del agua de los ríos y canales acuíferos del Área Metropolitana de San José, por medio de la rehabilitación y expansión del sistema de recolección de aguas residuales existente y la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Para el logro de este objetivo se han propuesto las siguientes obras:

- a) Rehabilitación y extensión del Sistema de Colectores, Subcolectores y Redes Secundarias.
- b) Diseño y Construcción de una Planta de Tratamiento para Aguas Residuales (Etapa I con tratamiento primario).
- c) Construcción del Túnel de Traslase.
- d) Construcción de un Emisario. [AyA, PEI 2007-2015]

3.4.3. Suministro de agua potable y saneamiento básico

Se considera que Costa Rica, y en general Centroamérica, es una zona con altos volúmenes de agua superficial y de lluvia, pero que presenta una gran heterogeneidad en su distribución y problemas de contaminación tanto superficial como subterránea.

Los siguientes datos son tomados de CEPAL (2010) sobre la disponibilidad para y uso de agua en Costa Rica.

Cuadro 3.7 Disponibilidad, extracción, intensidad de uso y uso de agua por sector para Costa Rica en el año 2006. [Cepal, 2010, con datos del World Water Council]

Parámetro		Valor
Disponibilidad	Per cápita (m ³ /hab-año)	16 859
	Total (millones de m ³ /año)	72 900
Extracción total (m ³ /año)		2 680
Índice de intensidad de uso (%)		3,67
Uso del agua por sector	Agricultura	54%
	Municipal	17%
	Industria	29%
Consumo de agua en riego (m ³ /ha-año)		44 816

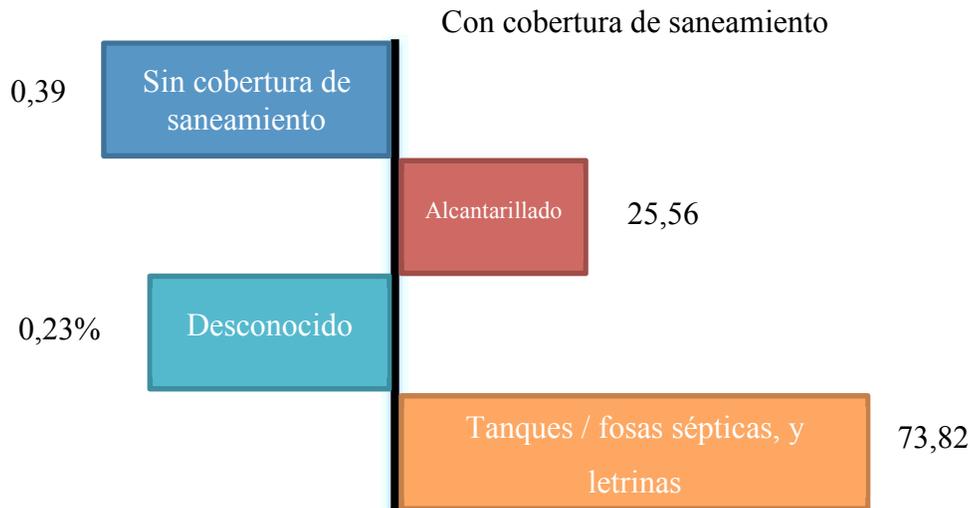
Según los datos aportados por el Laboratorio Nacional de Aguas, el país cuenta con índices buenos de cobertura de suministro de agua a la población, aunque aún se requiere mejorar la cobertura de agua potable sometida a control y el acceso a saneamiento básico. Los datos disponibles para el año 2012 indican:

- El AyA suministró agua de calidad potable al 98,3% de la población atendida.
- Los acueductos municipales abastecieron a un 94,4% con agua de calidad potable.
- La Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) cubrió el 100% de su población con agua de calidad potable.
- La estimación de población cubierta con agua de calidad potable fue de un 80%, en el caso de los acueductos rurales.
- El inventario de las diferentes fuentes de agua para potabilización indican que existen 1.026 pozos, 3.588 nacientes, 56 plantas de tratamiento y 265 aguas superficiales, para un total de 4.935 fuentes.
- El porcentaje de población que recibió agua sometida a control de calidad fue de 75,3%.
- La población abastecida con agua sometida a tratamiento y/o desinfección fue de 86,8%.

- Las coberturas con disposición de aguas residuales domésticas (DARD) indican que entre 73 y 75% de la población utiliza tanque séptico, entre 21 y 25% alcantarillado, y letrinas al menos en 2% en el 2012. [Mora et all, 2013]

Un estudio del año 2011 hecho por el Laboratorio Nacional de Aguas logró identificar un total de 2.318 acueductos, abastecidos por 4.580 fuentes de agua de las cuales 321 son superficiales. De estas, 48 son procesadas mediante plantas de tratamiento y 273 son usadas, sin ningún tratamiento, para consumo humano. De las 321 fuentes de agua estudiadas 36 se clasifican como de excelente calidad (Clase 1)⁵, 259 de muy buena calidad (Clase 2), 11 de buena calidad (Clase 3), 10 de mala calidad (Clase 4) y 10 de pésima calidad (Clase 5). [Mora et all, 2011]

En cuanto al tema de aguas residuales y excretas, un estudio del AyA indica que la cobertura de saneamiento cubre a un 99,38% de la población. Siendo los servicios de alcantarillado sanitario con una cobertura de 25,56% y el de tanques, fosas sépticas, y letrinas con un 73,82% los de mayor alcance. Entretanto, sólo el 0,39% no posee cobertura alguna y se desconoce el método utilizado por un 0,23% de la población. [Ruiz, 2012]



⁵ Categorías de acuerdo con los intervalos usados en el “Reglamento para la Evaluación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales” a saber: Clase 1: <20 CF/100mL, Clase 2: de 20 a 1.000 CF/100mL; Clase 3: de > 1000 y 2000; Clase 4: de >2.000 a 5.000 CF/100mL; Clase 5: >5.000 CF/100mL.

A pesar de que un 73% de la población utiliza tanque séptico, esto no garantiza un manejo de aguas residuales eficiente, pues no se sabe si están bien diseñados y construidos, o si reciben un mantenimiento adecuado. Además no se puede determinar si solo reciben aguas negras o también aguas grises o si estas últimas se descartan sin tratamiento.

Con base en la población que el INEC señala con servicio de alcantarillado sanitario (1.179.528 habitantes) se estimó que su caudal potencial de agua residual para tratamiento corresponde a 2.730 l/s. De éstos, 414,60 l/s son captados y tratados (15,19%), el resto simplemente es recolectado en el sistema de alcantarillado sanitario y descargado en cuerpos de agua (84,81%). Este caudal captado mediante alcantarillado sanitario y tratado apenas representa el 4,16% del total de aguas residuales y excretas a nivel nacional. Cabe notar que no se cuentan con los datos relativos a tres entidades: las ASADAS, la Municipalidad de Cartago-JASEC y los operadores privados.

Aunque se presentan muchas dificultades y deficiencias, se señala entre las más importantes las siguientes:

- Ausencia de un Sistema de Información que concentre todos los datos sobre los operadores privados en cuanto a tipo de tecnología usada, ubicación o capacidad del sistema de recolección y tratamiento instalado.
- La mayoría del agua recolectada mediante alcantarillado sanitario no es tratada y se descarga directamente en cuerpos de agua.
- Los sistemas de recolección y tratamiento existentes tienen muchos años de operar, sólo tienen planes de operación y mantenimiento, y su expansión es lenta. [Ruiz, 2012]

En la sección de planeamiento institucional se describen los proyectos para la atención del suministro de agua para consumo humano y atender la problemática de aguas residuales por parte del AyA.

3.4.4. Tecnologías utilizadas en el tratamiento de aguas negras y excretas

Según Ruiz, 2012, las tecnologías empleadas actualmente en el tratamiento de aguas negras y excretas son:

1. Sistemas de tratamiento aeróbicos: entre los utilizados se encuentran los reactores de lodos activados de aireación extendida y los reactores de lodos activados convencionales.
2. Sistemas de tratamiento anaeróbicos: entre los utilizados se encuentran el tanque séptico, fosa séptica y drenaje, el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y el reactor UASB + Filtro Percolador.
3. Sistemas de tratamiento facultativos: como las lagunas de estabilización facultativas.
4. Sistemas de pre-acondicionamiento con emisario submarino: compone de una eliminación de las partículas sedimentables y flotantes del líquido, transporte de las aguas desde la costa hasta un punto en el océano en que se den las condiciones óptimas de dilución y dispersión, reducción de la contaminación orgánica mediante mezcla y dilución en el mar.

Estos se acompañan normalmente de las demás etapas utilizadas en los sistemas de tratamiento de aguas como: caja de rejillas, sedimentador secundario, biodigestor aerobio o anaerobio de lodos y lechos de secado.

3.4.5. Tendencias actuales y propuestas tecnológicas

En el tema de abastecimiento de agua para consumo humano. [AyA, PEI 2007-2015; AyA, 2009]

- Tecnologías para la obtención y potabilización de agua, tanto convencional como tecnologías emergentes: ósmosis.
- Nuevas tecnologías de desinfección de agua que sustituyan la cloración.
- Medidas de adaptación al cambio climático en cuanto a la gestión de recursos hídricos y suministro de agua para consumo humano.
- Tecnologías para el reuso y aprovechamiento de aguas residuales tratadas, como irrigación, infiltración, etc.
- Aprovechamiento de lodos de plantas de tratamiento para compostaje u otros usos.

3.5. Calidad del aire

El tema de la calidad del aire ha tomado relevancia en la última década, donde al inicio se fijó en temas como gases destructores de la capa de ozono, material particulado, metales pesados y otros contaminantes del aire, hasta llegar a los gases de efecto invernadero, el cual se discute en el capítulo de Carbono neutralidad.

En Costa Rica se cuenta con pocas estadísticas sobre la calidad del aire, las cuales se han venido generando apenas desde el año 2000 de manera sistemática.

A manera de ejemplo, el 5° Informe sobre la calidad del aire del área metropolitana presenta los siguientes datos para el año 2012:

- En las áreas industriales y comerciales de alto flujo vehicular se presentan concentraciones significativamente superiores ($42 - 27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a las registradas para zonas residenciales y comerciales de bajo flujo vehicular ($15 - 23 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Durante el año 2012 todos los sitios de monitoreo ubicados en el Área Metropolitana cumplieron tanto el límite de exposición aguda de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como el valor de exposición crónica de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contemplados en el decreto 30221-S “Reglamento de Inmisión de Contaminantes de Costa Rica”.
- En las muestras de PM10 el componente más abundante ha sido el sulfato no marino, nm SO_4^{2-} , de naturaleza mayoritariamente antrópica, el nitrato, NO_3^- y el amonio.
- Las concentraciones de los iones sulfato y nitrato presentes en las partículas PM10 se incrementan a una tasa anual cercana al 8%.
- Las partículas con diámetros menores o iguales a $2,5 \mu\text{m}$ (PM2,5) registran concentraciones que incumplen la normativa internacional tanto para exposición aguda como crónica, en cuatro de los cinco sitios de monitoreo ubicados en el área metropolitana (el decreto 30221-S no contempla valores criterio para este contaminante).
- En varios sitios se supera el límite de concentración para el contaminante dióxido de nitrógeno. Las concentraciones mayores se presentan para sitios comerciales con alto flujo vehicular en donde se llegan a alcanzar excedencias de hasta un 45% con respecto al valor criterio de la Organización Mundial de la Salud.
- Los resultados de 2012 indican que la acidez de la lluvia presentó poca variabilidad espacial con valores promedio de pH entre 4,33 y 4,88. Además se presenta más acidez hacia el suroeste, posiblemente por la dirección de los vientos. [Herrera, 2012]

3.5.1. Programa para mejorar la calidad del aire del Gran Área Metropolitana

Se compone de 6 acciones donde el INA puede participar, tal y como se detalla a continuación:

<p>1- Industria Limpia</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regulación de emisiones a empresas potencialmente contaminantes mediante la expedición de normativa ambiental de control en esta materia. 2. Desarrollar el Registro Municipal de Fuentes de Emisión de Gases Contaminantes y Material Particulado. 3. Evaluar la implementación de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en los Municipios de la GAM. 4. Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales y de servicios. 5. Impulsar un programa de reducción de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's)
<p>2- Participación ciudadana</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar un programa de concientización, sensibilización y educación ambiental para la región. 2. Coordinación de los municipios para elaborar el programa con la participación del Ministerio de Educación, las Instituciones educativas y de investigación y las ONG's apoyados por la iniciativa privada para el financiamiento e implementación de las acciones. 3. Desarrollo de seminarios y foros de capacitación orientados al sector industrial con el fin de promover el uso de tecnologías limpias y la optimización de procesos de combustión.

<p>3- Gestión y transporte limpio</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecer el Programa de Revisión Técnica Vehicular que opera en el país 2. Implantación de una campaña de apercibimiento, a vehículos ostensiblemente contaminantes. 3. Dar continuidad a los estudios integrales de vialidad y transporte enfocados a la mitigación de las emisiones generadas por la flota vehicular. 4. Inducción de nuevos patrones de crecimiento, uso de suelo y esquemas de transporte público.
<p>4- Eficiencia energética</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudiar las diferentes alternativas de modernización vehicular. 2. Estudiar diferentes alternativas de sistemas de transporte masivo de personas y de carga eficientes.
<p>5- Incorporación de fuentes de energía autóctonas y renovables diversificadas</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión progresiva de la normativa para mejorar la calidad de los combustibles (presión de vapor, azufre, octano, benceno y otros aromáticos, olefinas, oxigenados y otros aditivos), con base en estudios de emisiones, reactividad fotoquímica y de eficiencia en los automotores.
<p>6- Sistema de información para la toma de decisiones</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Operación local de la Red de Monitoreo Atmosférico 2. Revisar periódicamente el inventario de emisiones de gases contaminantes y material particulado 3. Consolidar un programa de vigilancia epidemiológica asociada a la contaminación

Fuente: http://www.digeca.go.cr/aire/aire_sistema.html (13/08/2014)

3.5.2. Sustancias agotadoras de la capa de ozono

La gestión de las sustancias agotadoras de la capa de ozono está regulada en Costa Rica gracias a varios tratados internacionales, a partir de los cuales se han desarrollado líneas de acción tales como:

- ✓ Plan de gestión para la eliminación de hidroclorofluorocarbonos (HCFC) en Costa Rica 2013-2030, que establece en el componente de capacitación lo siguiente:

Técnicos y Profesionales

Para este componente se han definido tres Objetivos específicos, a saber,

1. Mejorar las capacidades de las instituciones, los técnicos y profesionales en instalación y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado
2. Mejorar la competencia técnica de las instituciones, los técnicos y profesionales en instalación y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
3. Impulsar la asociatividad en el sector.

Objetivo 1

Descripción:

Las condiciones del mercado nacional demandan técnicos y profesionales en instalación y mantenimiento con mejor preparación teórica y práctica. Para ello se revisará y adaptará la oferta curricular para centros universitarios y de formación técnica, con el fin de actualizar los planes de estudio e implementar los programas mejorados de formación y actualización profesional. Como complemento se elaborará una política de apoyo financiero.

Productos:

- Técnicos y profesionales en equipos de refrigeración y aire acondicionado con capacidades mejoradas.
- Técnicos y profesionales en equipos de refrigeración y aire acondicionado con amoníaco
- Instituciones de formación fortalecidas

- ✓ Proyecto Alternativas al Bromuro de Metilo en Costa Rica, tiene como fin lograr una sustitución sostenible del Bromuro de Metilo en el país

3.5.3. Tendencias

Algunas de las tendencias recopiladas de los documentos analizados son:

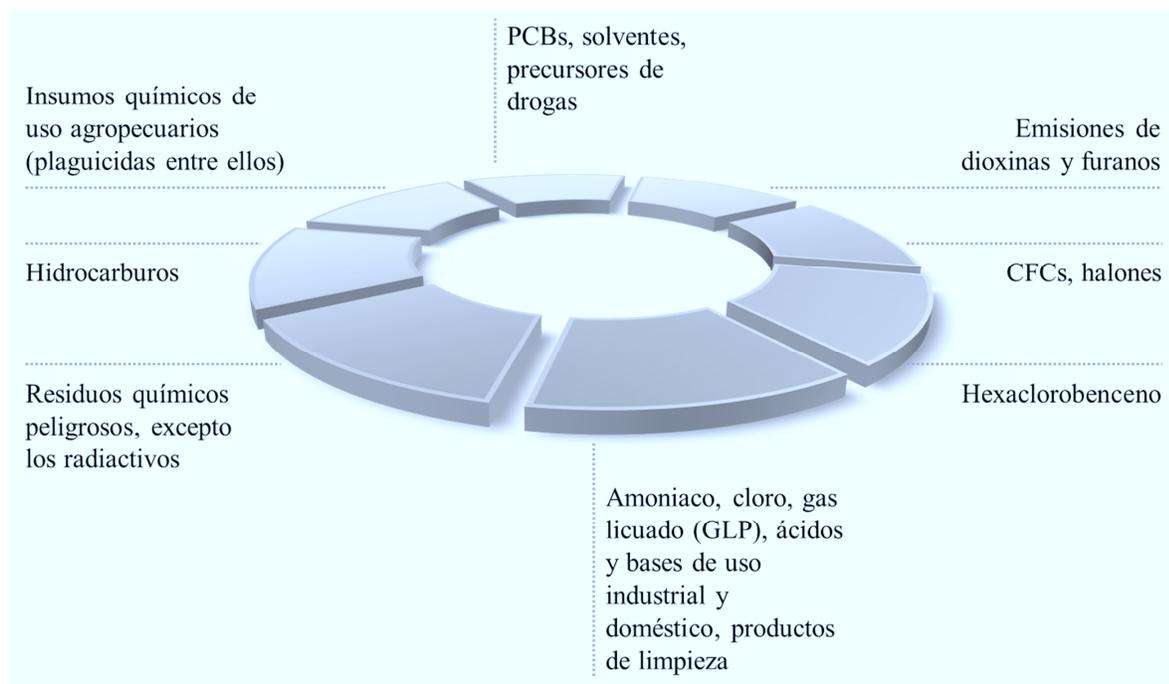
- ✓ Monitoreo activo de contaminantes, tanto a nivel local (como una industria) como a nivel regional
- ✓ sistemas de transporte masivo ferroviario (tren ligero-metro)
- ✓ nueva normativa sobre contaminantes de la atmósfera
- ✓ sistemas de transporte masivo de personas y de carga eficientes
- ✓ sellos de ecoeficiencia y “libre de contaminantes”

- ✓ sustitución de refrigerantes en el mercado dañinos para la capa de ozono por otros no contaminantes
- ✓ recuperación y reciclaje de sustancias agotadoras de capa de ozono, como refrigerantes HCFC

3.6. *Sustancias y residuos peligrosos*

Para la descripción de la situación del manejo de sustancias y residuos químicos se consultaron los documentos “Perfil nacional sobre la gestión racional de sustancias químicas” (2008) y el “Informe de la gestión de sustancias químicas peligrosas en Costa Rica” (2009).

En el caso del perfil nacional elaborado en 2008, se indica que la investigación determinó una lista de sustancias químicas que generan más preocupación, a saber:



En el caso de los plaguicidas se debe a su efecto persistente y diseminador durante la aplicación en campos de cultivo, con el consecuente riesgo de contaminación del suelo, agua, alimentos y otras formas de vida.

La principal preocupación en el caso de los hidrocarburos es el manejo de derrames durante el transporte por carretera, en los expendios de gasolina o en el almacenamiento de líquidos inflamables, gas licuado y combustibles.

En dicho perfil se señala como debilidades en las empresas:



Entre las fortalezas identificadas están la acción pronta y efectiva de diferentes cuerpos e instituciones, tales como el Ministerio de Salud, el MINAE y el MAG; también la disponibilidad de personal capacitado en la gestión de sustancias químicas y las regencias químicas; la acción de entes encargados de atender emergencias tecnológicas (como el Cuerpo de Bomberos y la Comisión Nacional de Emergencias) y la promulgación de normativa en esta materia.

Entre los retos a gestionar están, de acuerdo a la priorización de los principales problemas a resolver:

<p>a) Políticas y lineamientos sobre la gestión de sustancias químicas</p>	<p>Hace falta una política de seguimiento sistemático del registro de las sustancias químicas para verificar su uso, la generación y disposición de sus desechos</p> <p>Existe insuficiente aplicación de una política de capacitación sistemática y permanente.</p> <p>Se necesita establecer políticas que promuevan el uso de sustancias químicas de menor riesgo para la salud humana y el ambiente.</p> <p>Fomento de uso de bioplaguicidas</p>
<p>b) Manejo de información</p>	<p>Se requiere fortalecer un sistema integrado de información interinstitucional</p> <p>Es necesario incluir los resultados de pruebas de fiscalización</p> <p>Se debe fortalecer la divulgación al público</p>
<p>c) Ciclo de vida y evaluación de riesgo</p>	<p>Diferentes ministerios o instituciones sin vincularse entre sí ven etapas individuales del ciclo de vida del manejo de productos químicos.</p> <p>Existe un problema cultural de internalización y manejo de sustancias y residuos químicos.</p> <p>Se debe fortalecer la prevención sobre la mitigación de riesgos una vez que ocurren los accidentes.</p> <p>No hay una implementación del concepto de ciclo de vida</p> <p>Se requiere promover la formación y capacitación en gestión de sustancias químicas con base en el ciclo de vida.</p>
<p>d) Registro, manejo, procedimientos y controles</p>	<p>Se requiere fortalecer los controles sobre las sustancias químicas importadas, incluyendo análisis químicos.</p> <p>Aumentar la fiscalización en el uso de etiquetas y hojas de seguridad</p> <p>Control institucional en el transporte de sustancias químicas y accidentes viales.</p>

e) Coordinación y gestión integral	Falta de coordinación entre los entes responsables de la gestión de sustancias químicas.
f) Cultura sobre riesgo	Promover la sensibilización en todos los ámbitos de la educación de la gestión integral racional de las sustancias químicas, no solo a nivel agrícola e industrial, sino también en el hogar Reforzar en los planes de formación de la educación técnica y superior el tema de gestión de sustancias químicas en el marco de ciclo de vida y el concepto de riesgo.
g) Desechos peligrosos	No existe información sistematizada sobre las cantidades y tipos de desechos que se generan en los procesos productivos. Pocas opciones de tratamiento de residuos peligrosos. Poca infraestructura para la disposición final de residuos peligrosos.
h) Infraestructura y recursos	Fortalecer los laboratorios de análisis en infraestructura y equipamiento.

Fuente: Perfil nacional sobre la gestión de racional de sustancias químicas (2008).

En Costa Rica se creó la Secretaría Técnica de Coordinación para la Gestión de Sustancias Químicas, la cual en su informe de 2009 destaca:

- La actuación de varios entes en la atención de emergencias tecnológicas
- El crecimiento del marco legal referido a sustancias químicas
- Aporte interministerial en la gestión, aunque de manera descoordinada
- Carencia de protocolos institucionales de respuesta ante emergencias tecnológicas. Se identificó como crítico la respuesta interinstitucional coordinada en el nivel local y regional entre estos ministerios.
- No se tiene la información sobre emergencias de manera centralizada, procesada y por consiguiente las lecciones aprendidas es difícil capitalizarlas.
- Carencia en la evaluación inmediata y a mediano/largo plazo de los productos que pudieran ser recuperados, pero que pueden tener repercusiones ambientales, como por

ejemplo la investigación sobre contaminación de suelos, fuentes de agua superficial y mantos acuíferos.

- La labor de la regencia química por parte de profesionales

3.6.1. Tendencias

Se ha identificado en los estudios citados en esta sección como tendencias hacia la gestión y tratamientos de residuos peligrosos las siguientes:

- Tratamiento de residuos producto de hidrocarburos.
- Remediación en suelo y agua de productos químicos como plaguicidas e hidrocarburos.
- Manejo de residuos de derrames u otro tipo de accidentes.
- Tratamiento de contaminantes emergentes (emergentes: medicamentos, sustancias relacionadas a la salud y belleza).
- Fomento de uso de bioplaguicidas.
- Tratamiento de residuos peligrosos por nuevas técnicas como la encapsulación.

3.7. Energía

Según datos del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) la matriz energética es aproximadamente 88.2% de fuentes renovables y un 11.8% por combustibles fósiles, con una capacidad anual de 10 134 GWh. Las fuentes renovables son la hidroeléctrica, geotérmica y eólica.

La política del ICE es aumentar las fuentes renovables y diversificar la matriz, en pro de disminuir la generación térmica que tienen más costo y que por efecto del cambio climático afectará la producción hidroeléctrica en los siguientes años.

Para ello existe el potencial de generación con residuos biomásicos tales como:

- Cachaza
- Broza
- Efluente de extracción de palma

- Bagazo
- RAC de caña de azúcar
- Cascarilla de café
- Cascarilla de arroz
- Fibra seca de pinzote de banano
- Fibra seca de pinzote de palma
- RAC de piña. (Fuente ICE)

También se valora las opciones de:

- Producción de biogás con residuos animales
- Generación eléctrica con biogás a partir de residuos sólidos en rellenos sanitarios
- Paneles solares
- Gas natural

3.7.1. Explotación de gas natural

Se ha barajado la posibilidad de utilizar gas natural como sustituto del petróleo, bien sea por importación o por explotación en yacimientos en suelo costarricense.

El gas natural tiene ventajas y desventajas en cuanto a su utilización como fuente de energía, por lo cual se está en discusión su conveniencia de explotación en suelo nacional.

En términos general, se considera que es más limpio que el petróleo o el carbón, su operación en más segura, la tecnología de explotación y trasiego está bien desarrolla en el mercado.

El transporte del gas se puede hacer por gasoductos o por contenedores a presión, bien sea por transporte terrestre o por tren de carga. La distribución al consumidor (ciudadanía comercio, transporte, industria, etc.) tiene varias opciones, desde el cilindro hasta a la línea directa de gas.

Una de las posibles aplicaciones del gas natural comprimido es como fuente de energía en vehículos de transporte tanto particulares como de transporte público, pues se estima que tiene menos emisiones contaminantes y de GEI que los combustibles líquidos tradicionales. (Fuente: IV Congreso Nacional de Energía 2012).

Es importante indicar que la exploración y explotación eventual de yacimientos de gas, así como todo lo relacionado con su acopio, distribución y comercialización están regulados por la Ley de hidrocarburos # 7339 y sus reglamentos.

3.7.2. Uso de biocombustibles

El impulso en la utilización de biocombustibles se ha dado principalmente hacia bioetanol y biodiesel. En el caso de la producción de etanol se ha identificado recursos agrícolas la caña de azúcar, yuca y sorgo como posibles materias primas, mientras que para el biodiesel la palma africana, la jatropha y la higuera.

En cuanto a la legislación que apoya el desarrollo y uso de biocombustibles, se publicó en el año 2009 el Decreto Ejecutivo N° 35091-MAG-MINAET “Reglamento de Biocombustibles”. Este tiene por objetivo propiciar el desarrollo de una industria nacional de biocombustibles y un régimen equitativo de relaciones entre los actores o los agentes de la actividad de biocombustibles, que garantice el desarrollo sostenible de la cadena de valor del sector energético nacional, el cual incluye la producción, el transporte, el almacenamiento, la distribución y la comercialización tanto mayorista como de detalle, según los artículos 2 y 3.

Según esta normativa los principales actores son el MINAE, el MAG y RECOPE. El MAG tiene la responsabilidad de promover la producción agroindustrial de materias primas para la elaboración de biocombustibles, bajo un esquema de sostenibilidad energética y agrícola que no comprometa la plataforma de recursos así como la integración del sector productivo a la industria de obtención de biocarburantes.

El MINAE tiene que promover la industria de los biocombustibles y sus mezclas con combustibles de origen fósil, además de ser el coordinador del Programa Nacional, incluyendo el registro de los productores industriales.

RECOPE es el responsable de la mezcla de combustibles fósiles con biocombustibles destinada a satisfacer la demanda nacional de combustibles, de conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente.

En el año 2008, el MINAE y el MAG publican el Programa nacional de Biocombustibles, el cual tiene como objetivo “Desarrollar una industria de biocombustibles que contribuya a la seguridad y eficiencia energética, la mitigación del cambio climático, la reactivación del sector agrícola y el desarrollo socioeconómico nacional”.

Para esto se contempla:

- El desarrollo de infraestructura de distribución y consumo
- Reactivar el agro, incluyendo desarrollar capacidades de producción de biomasa
- Sostenibilidad agroambiental
- Desarrollo de combustibles de segunda generación. [Programa Nacional de Biocombustibles, 2008]

3.7.3. Política nacional 2012-2030

En el año 2011 se publicó el VI Plan Nacional de Energía 2012-2030, el cual establece como una política energética nacional donde se plantea que al 2030 “se dispondrá de un suministro energético confiable y en armonía con la naturaleza, enfatizando fuentes renovables autóctonas...”.

Los objetivos específicos de la política son:

1. Desarrollar racionalmente el potencial energético nacional, produciendo energía limpia en forma sostenible y amigable con el ambiente y la salud humana.
2. Aumentar la competitividad del sector energético mediante la mejora en la eficiencia, calidad y seguridad de suministro.
3. Reducir la dependencia del petróleo importado.
4. Sustituir los combustibles fósiles importados por energéticos nacionales: alcohol, biodiesel, energía hidroeléctrica, geotermia, biomasa, eólica y solar.
5. Implantar mecanismos para mejorar la eficiencia energética del transporte, tanto público como privado.
6. Promover el uso de tecnologías eficientes para contribuir en la desaceleración del crecimiento de emisiones de gases efecto invernadero, contribuyendo a la carbono neutralidad.
7. Racionalizar y utilizar eficientemente la energía en sus distintas formas, incluyendo el desarrollo de esquemas de generación distribuida de electricidad.

8. Modernizar y fortalecer el marco legal e institucional del sector energético que permita el establecimiento de reglas claras para los actores del sector y reorientar las instituciones del sector energía para hacerlas más competitivas.
9. Aprovechar los beneficios de la integración energética, apoyando proyectos energéticos de índole regional, forjados a partir de alianzas entre las empresas del sector, acuerdos de carácter internacional y convirtiendo al país en uno de los potenciales líderes de este proceso.
10. Establecer una política de precios que refleje los costos reales del bien o servicio energético, otorgando un rédito para el desarrollo adecuado, fomentando las inversiones y definiendo tarifas competitivas.
11. Promover mecanismos financieros para la sostenibilidad de la operación y desarrollo del sector energía según los requerimientos del país.
12. Promover el desarrollo del capital humano vinculado al sector para fomentar una economía basada en el conocimiento con responsabilidad social, ambiental y económica.

3.7.4. Tendencias

De los estudios analizados en las secciones anteriores, se derivan como tendencias:

- Desarrollo de más fuentes renovables de producción de energía
- Diversificación de la matriz eléctrica nacional
- Utilización de vehículos a gas natural
- Producción de biocombustibles por diferentes técnicas
- Mecanismo de ahorro energético y sensibilización hacia el ahorro
- Cambios en la modalidad de trabajo (teletrabajo, otras)
- Vehículos eléctricos e híbridos
- Uso de hidrógeno
- Nuevas tecnologías para producir calor en las industrias
- Modernización del transporte colectivo y de carga del transporte colectivo y de carga
- Desarrollo de sistemas de generación de electricidad a pequeña escala para autoconsumo, usando fuentes renovables
- Encadenamientos en la generación, distribución y consumo de fuentes de energía alternativas.
- Sustitución de búnker por GLP en calderas
- Sustitución de búnker por pellets de biomasa en calderas.

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 4.1. Conformación del Grupo Ejecutor
- 4.2. Listado de tecnologías emergentes
- 4.3. Resultados de la ronda 1 Delphi
- 4.4. Resultados de la ronda 2 Delphi
- 4.5. Análisis del impacto sobre las tecnologías sobre las figuras ocupacionales

En los siguientes apartados se describen los resultados de la aplicación de los cuestionarios sobre tecnologías en los horizontes de tiempo definidos.

En los anexos se presenta una descripción de las tecnologías seleccionadas por área temática, los cuestionarios utilizados en la plataforma de GoogleDrive y en la sesión con los docentes del Subsector Gestión Ambiental.

4.1. Conformación del Grupo Ejecutor

El primer paso del Estudio de Prospección fue conformar el Grupo Ejecutor, el cual quedó constituido de la siguiente manera:

- Ing. Carolina Flores Valle, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, MINAE
- Nicolás Díaz Naranjo, Cámara de Industrias de Costa Rica
- María Abarca Alvarez, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
- Gloria Acuña Navarro, Jefatura Núcleo Tecnología de Materiales (NTM), INA
- Roy Alfaro Trejos, Subsector Gestión Ambiental, NTM, INA
- Carlos Sánchez Calvo, Subsector Gestión Ambiental, NTM, INA

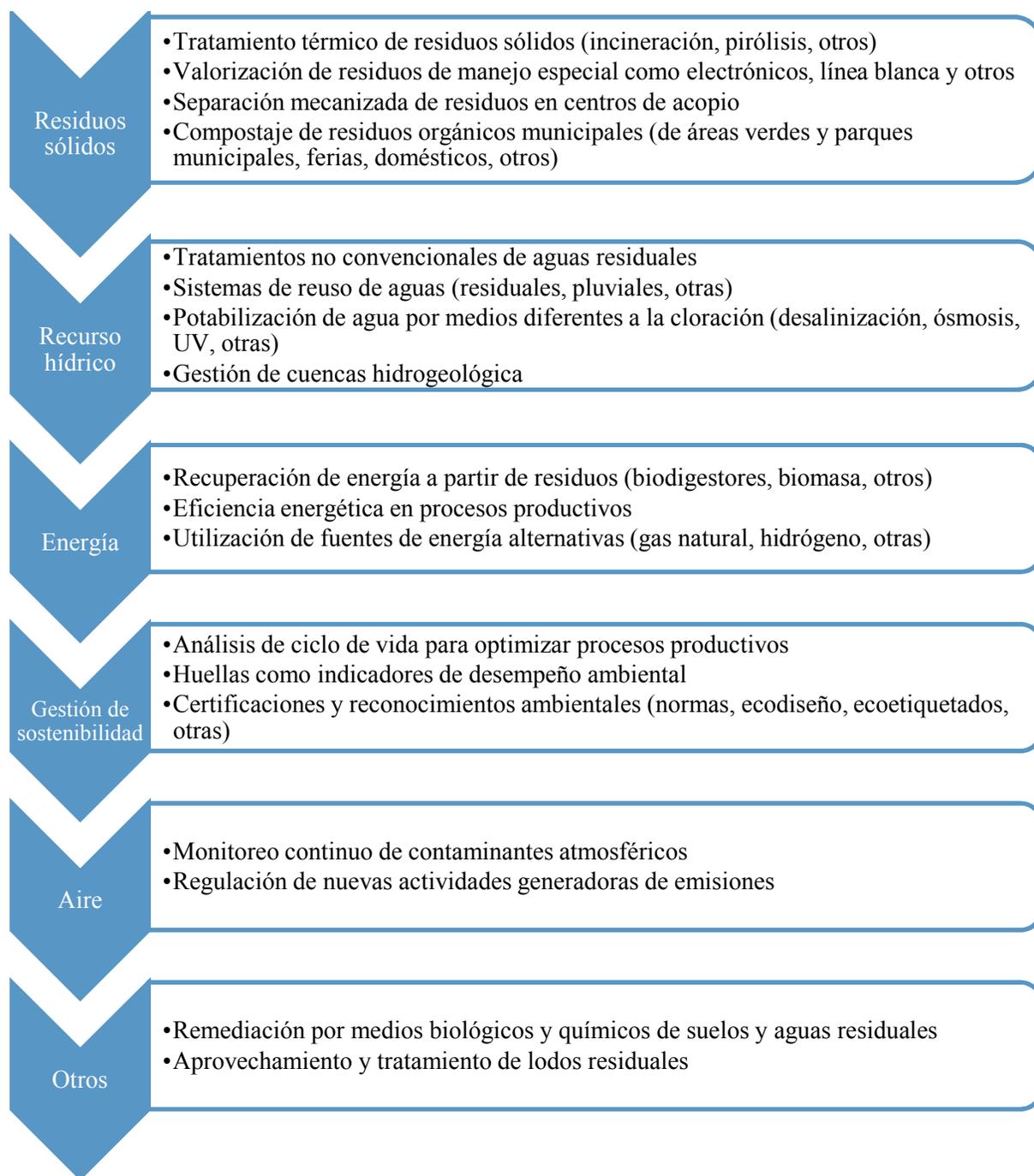
Se convocó la primera reunión para el día viernes 24 de septiembre de 2014, aunque no se presentaron todas las personas convocadas por distintos motivos, sin embargo, estas personas estuvieron de acuerdo en participar del estudio y se ha mantenido comunicación vía electrónica.

4.2. Listado de tecnologías emergentes

Previo a la reunión con el grupo ejecutor se había definido una lista preliminar de tecnologías el cual se elaboró con la colaboración de las docentes Karla Astorga Castro y Sharon Fernández Quesada, así como la información recopilada de la caracterización del subsector gestión ambiental.

Durante la reunión inicial con el Grupo Ejecutor se definió el listado de tecnologías emergentes para cada área temática que se incluyeron en el primer cuestionario Delphi para ser aplicado al grupo de personas expertas. El cuadro 4.1 presenta este listado final.

Cuadro 4.1 Listado de tecnologías emergentes seleccionadas por el grupo ejecutor para el estudio de prospección en gestión ambiental del INA.



En el anexo 1 se presenta una sinopsis breve de cada una de las tecnologías seleccionadas para este estudio.

4.3. Resultados de la ronda 1 Delphi

Durante un periodo de un mes se tuvo el cuestionario con las tecnologías indicadas en el apartado anterior en el servidor de GoogleDrive, este cuestionario se presenta en el anexo 3.

La encuesta fue contestada por 65 personas, pero se decidió eliminar 4 respuestas y dejar esta primera ronda con 61 respuestas. Las 4 respuestas eliminadas se debe a que de acuerdo a la información contacto que indicaron dejó dudas sobre su experticia real en la temática.

De las 61 personas participantes, algunas solo contestaron en algunas de las áreas temáticas estudiadas, pues en el cuestionario se indicó que las personas bien podían contestar en las áreas temáticas de su especialidad.

Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.2, donde se observa casos donde las opiniones sugieren que la tecnología penetrará en el corto plazo el mercado, otras en el mediano, otras en el largo, otras quedan entre dos periodos, y otras no es concluyente porque las tendencias de las opiniones se distribuyen de manera similar entre los tres plazos.

La figura 4.1 resume las tendencias de las respuestas para la primera ronda Delphi en función del plazo, tal y como se comentó en el párrafo anterior.

Cuadro 4.2 Resultados de la ronda 1 Delphi de penetración de las tecnologías propuestas en al menos 50% del mercado nacional, expresados en % de las respuestas obtenidas.

	Áreas temáticas y tecnologías propuestas	Corto plazo (0 a 4 años)	Mediano plazo (5 a 9 años)	Largo plazo (más de 10 años)
Residuos sólidos	Tratamiento térmico de residuos sólidos (tales como incineración, pirólisis, otros)	9%	48%	43%
	Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros	62%	33%	5%
	Operación mecanizada de residuos en centros de acopio	47%	37%	17%
	Compostaje de residuos orgánicos municipales (de áreas verdes y parques municipales, ferias, domésticos, otros)	34%	39%	27%
Recurso hídrico	Tratamientos no convencionales de aguas residuales (por ejemplo humedales artificiales)	10%	44%	46%
	Sistemas de reuso de aguas (residuales, pluviales, otras)	32%	48%	20%
	Potabilización de agua por medios diferentes a la cloración (desalinización, ósmosis, UV, otras)	12%	43%	45%
	Gestión de cuencas hidrogeológicas	27%	39%	34%
Energía	Recuperación de energía a partir de residuos (biodigestores, biomasa, otros)	28%	53%	19%
	Eficiencia energética en procesos productivos	55%	40%	5%
	Utilización de fuentes de energía alternativas (gas natural, hidrógeno, otras)	19%	41%	40%
Gestión sostenibilidad	Análisis de ciclo de vida para optimizar procesos productivos	37%	48%	15%
	Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)	52%	38%	10%
	Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)	48%	38%	13%
Aire	Monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos	36%	36%	29%
	Regulación de nuevas actividades generadoras de emisiones	42%	36%	22%
Otros	Remediación por medios biológicos y químicos de suelos y aguas	22%	31%	47%
	Aprovechamiento y tratamiento de lodos residuales	24%	47%	29%

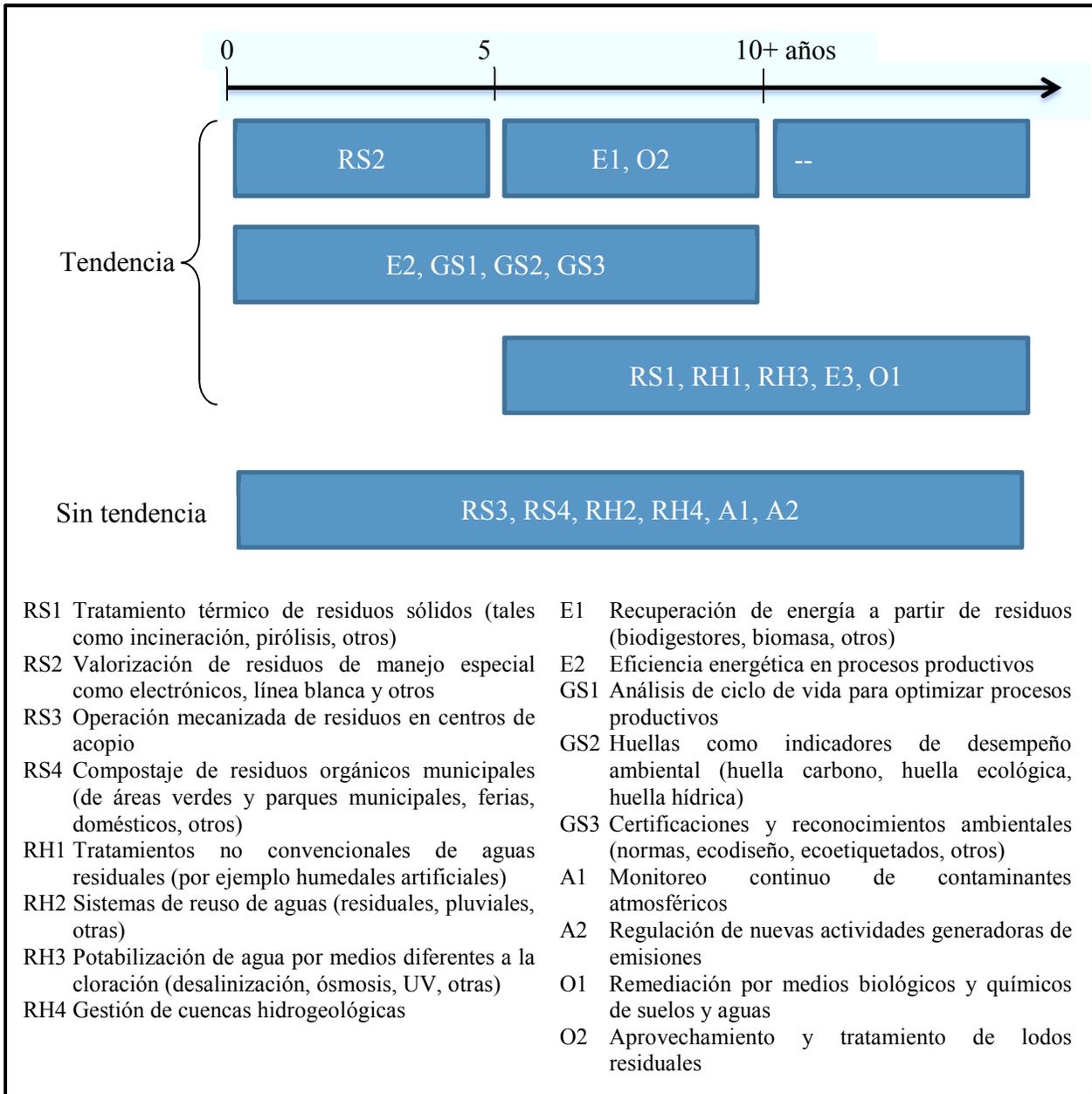


Figura 4.1 Distribución de tendencias de las tecnologías propuestas entre los periodos de tiempo, según las respuestas de la ronda 1 Delphi.

Tanto en el cuadro 4.2 como en la figura 4.1 se observa que muchas tecnologías donde las respuestas muestran una dispersión importante que no permite obtener una conclusión sobre el plazo de impacto de las tecnologías. Solo la tecnología RS2 tiene una tendencia clara en el corto, mientras que E1 y O2 al mediano plazo.

En pro de obtener resultados más claros se aplicó una segunda ronda con un nuevo cuestionario, presentando las mismas tecnologías pero incluyendo los resultados de la primera ronda a las personas expertas encuestadas. Estos resultados se muestran en la siguiente sección.

4.4. Resultados de la ronda 2 Delphi

Para la segunda ronda se realizó nuevamente un cuestionario electrónico con ayuda de Google Drive y se mantuvo activo recibiendo respuestas durante 2 semanas aproximadamente (10 al 21 noviembre 2014). El link de este cuestionario se envió por correo electrónico a las personas que contestaron la primera ronda, solicitando la ayuda en esta nueva etapa.

Es importante indicar que para esta segunda ronda se invitaron a las 61 personas que contestaron la segunda ronda, pero se recibieron un total de 34 respuestas válidas. Algunos motivos por los cuales no se recibieron la totalidad de las respuestas están:

- Cambio de trabajo y por tanto la dirección electrónica reportada en la primera ronda fue desactivada.
- Datos imprecisos, algunos correos electrónicos fueron devueltos por el servidor sin ser entregados y se reportaba errores en las direcciones electrónicas.
- Desinterés de continuar participando por parte de una fracción de las personas expertas consultadas.

El segundo cuestionario se mantuvo publicado solamente la mitad del tiempo del primero (2 semanas) pues ya se tiene el contacto de las personas expertas y estas tienen claro el antecedente del estudio al haber participado en la ronda 1.

Analizando las respuestas dadas por las personas expertas se obtuvieron los resultados presentados en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3 Resultados de la ronda 2 Delphi de penetración de las tecnologías propuestas en al menos 50% del mercado nacional, expresados en % de las respuestas obtenidas.

	Áreas temáticas y tecnologías propuestas	Corto plazo (0 a 4 años)	Mediano plazo (5 a 9 años)	Largo plazo (más de 10 años)
Residuos sólidos	Tratamiento térmico de residuos sólidos (tales como incineración, pirólisis, otros)	9%	55%	36%
	Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros	56%	32%	12%
	Operación mecanizada de residuos en centros de acopio	38%	50%	12%
	Compostaje de residuos orgánicos municipales (de áreas verdes y parques municipales, ferias, domésticos, otros)	38%	44%	18%
Recurso hídrico	Tratamientos no convencionales de aguas residuales (por ejemplo humedales artificiales)	6%	44%	50%
	Sistemas de reuso de aguas (residuales, pluviales, otras)	29%	68%	3%
	Potabilización de agua por medios diferentes a la cloración (desalinización, ósmosis, UV, otras)	6%	45%	48%
	Gestión de cuencas hidrogeológicas	9%	45%	45%
Energía	Recuperación de energía a partir de residuos (biodigestores, biomasa, otros)	26%	71%	3%
	Eficiencia energética en procesos productivos	56%	41%	3%
	Utilización de fuentes de energía alternativas (gas natural, hidrógeno, otras)	3%	53%	44%
Gestión sostenibilidad	Análisis de ciclo de vida para optimizar procesos productivos	38%	53%	9%
	Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)	59%	38%	3%
	Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)	59%	32%	9%
Aire	Monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos	33%	58%	9%
	Regulación de nuevas actividades generadoras de emisiones	29%	59%	12%
Otros	Remediación por medios biológicos y químicos de suelos y aguas	6%	48%	45%
	Aprovechamiento y tratamiento de lodos residuales	21%	58%	21%

De los resultados anteriores se clasificó cada tecnología según su rango de aplicación: corto, mediano y largo plazo; para esto se tomó el rango con el mayor porcentaje de respuestas. En términos generales, se aprecia que los resultados fueron afinados luego de esta segunda ronda; una muestra de esto es que en 14 tecnologías existe una tendencia con un porcentaje mayor al 50 % y solamente en 4 tecnologías se utilizó el criterio de mayor porcentaje a pesar de que no superaba el 50 %.

Específicamente para estas 4 tecnologías mencionadas en el párrafo anterior, las respuestas se encuentran repartidas de forma parecida en 2 rangos, específicamente entre mediano y largo plazo; esto sugiere que el mercado y las personas expertas no están claros en el tiempo de aplicación en Costa Rica.

Lo anterior se puede explicar porque las tecnologías son percibidas costosas económicamente o la logística de la implementación es complicada a pesar que la tecnología es sencilla, por ejemplo el compostaje de residuos orgánicos a nivel comunal.

En resumen, las tecnologías se pueden clasificar según su plazo de implementación de la manera en que lo muestra la figura 4.2.

Las 4 tecnologías cuyo plazo de aplicación es de corto plazo serán estudiadas en la próxima etapa del estudio de prospección sobre el impacto de éstas en las figuras profesionales en Costa Rica que el subsector Gestión Ambiental atiende.

De este mismo segmento de aplicación, el corto plazo, las tecnologías ya se encuentran en Costa Rica hoy en día, el 75 % de ellas responden a sistemas que pueden ser implementados en actividades productivas ya existentes, esto significa que el cambio es menor o de manera paulatina. Estas tecnologías son de aplicación general no específica a una actividad, por lo que son de tipo tendencia del mercado.

Corto plazo

- Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros
- Eficiencia energética en procesos productivos
- Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)
- Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)

Mediano plazo

- Tratamiento térmico de residuos sólidos (tales como incineración, pirólisis, otros)
- Operación mecanizada de residuos en centros de acopio
- Compostaje de residuos orgánicos municipales (de áreas verdes y parques municipales, ferias, domésticos, otros)
- Sistemas de reuso de aguas (residuales, pluviales, otras)
- Gestión de cuencas hidrogeológicas
- Recuperación de energía a partir de residuos (biodigestores, biomasa, otros)
- Utilización de fuentes de energía alternativas (gas natural, hidrógeno, otras)
- Análisis de ciclo de vida para optimizar procesos productivos
- Monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos
- Regulación de nuevas actividades generadoras de emisiones
- Remediación por medios biológicos y químicos de suelos y aguas
- Aprovechamiento y tratamiento de lodos residuales

Largo plazo

- Tratamientos no convencionales de aguas residuales (por ejemplo humedales artificiales)
- Potabilización de agua por medios diferentes a la cloración (desalinización, ósmosis, UV, otras)

Figura 4.2 Distribución de tecnologías según el plazo de posible implementación en el país, según las respuestas de los expertos consultados.

Además estas tecnologías son impulsadas por el mercado, tal es el caso de las huellas como indicadores de desempeño ambiental y las certificaciones o reconocimientos ambientales. Entonces se puede decir que estas tecnologías son un estímulo externo a las unidades productivas y que estas responden para satisfacer un mercado cada vez más exigente en términos de criterios ambientales de productos y servicios.

Solamente la tecnología de valorización de residuos de manejo especial significa una actividad específica y que es de desarrollo reciente, sobre todo por el impulso en la legislación derivada de la Ley para la Gestión Integral de Residuos #8839.

Aquellas tecnologías cuyo plazo de aplicación es de mediano plazo, se pueden mantener bajo vigilancia a través del monitoreo del entorno para revisar su avance y aplicación en el país, esto porque en algún momento se pueden dar las condiciones óptimas para su desarrollo y la institución debe estar atenta a estos cambios.

A pesar de que la temática ambiental está de “moda”, el sector productivo no acoge con facilidad las nuevas tecnologías debido a los cambios que estas implican. Esto se puede ver reflejado en el 67% de las tecnologías estudiadas fueron clasificadas con un periodo mediano de aplicación, es decir de 5 a 9 años y solamente el 22 % de las tecnologías propuestas se estima que estarán en Costa Rica en menos de 5 años.

En vista de que solo 4 de las 18 tecnologías propuestas fueron consideradas de penetración en el corto plazo por parte de las personas encuestadas en las rondas Delphi, puede valorarse mantener el hábito de hacer estudios de prospección tecnológica en periodos de tiempo cortos, como cada 2 años, de modo que permita identificar con precisión el cambio en las tendencias de mercado en cuanto a tecnologías relacionadas con las temáticas estudiadas. Esto por cuanto las tendencias en gestión ambiental son muy cambiantes y propensas a nuevos desarrollos en periodos de tiempo muy cortos.

Se considera que en algunas tecnologías su penetración en el mercado sería hasta el mediano plazo porque dependen de la generación de nueva legislación (como el monitoreo de

contaminantes atmosféricos, remediación y el tratamiento térmico de residuos). Otras dependen más de las políticas país que se implementen por parte de las autoridades (como el caso de uso fuentes de energía alternativas y la gestión de cuencas hidrogeológicas).

4.5. Análisis del impacto sobre las tecnologías sobre las figuras ocupacionales

En conjunto con parte del equipo docente se hizo un análisis del impacto de las tecnologías a implementarse en el corto plazo sobre las figuras ocupacionales, tanto de la oferta formativa actual como de otras, según el clasificador de ocupaciones (COCR-2010) u otras propuestas.

En el cuadro 4.4 se observa que las figuras Auxiliar en implementación de sistemas de gestión ambiental e Implementación de sistemas de gestión ambiental, son las más impactadas por las tecnologías cuyo plazo de aplicación es corto (menor a 5 años).

Existen tres figuras de la oferta actual del Subsector Gestión Ambiental que no son impactadas significativamente por las tecnologías, estas figuras están relacionadas con el tratamiento de agua.

Una figura que el Subsector Gestión Ambiental planteó y que no se encuentra en la oferta actual ni en el COCR es Técnico(a) en Gestión Ambiental. Las tecnologías estudiadas impactarán dicha figura en diferente grado y esto puede ser objeto de estudio para el futuro.

En el COCR existe la figura ocupacional “Inspectores de la salud laboral, medioambiental y afines”, esta sin embargo no se encuentra en la oferta formativa del subsector Gestión Ambiental y según los resultados se puede ver afectada por la implementación de tecnologías emergentes; lo anterior puede ser objeto de estudio para los próximos años.

Cuadro 4.4 Resultados del análisis del impacto de las tecnologías en las figuras ocupacionales.

Figuras Ocupacionales	Tecnologías emergentes con un alto impacto sobre figura ocupacional
Operario(a) de centros de acopio de materiales aprovechables	Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros
Operador(a) de piscinas	Ninguna
Operador(a) para tratamiento de las aguas residuales en la Gestión Ambiental	Ninguna
Operador(a) de sistemas de abastecimiento de agua potable para acueductos comunales	Ninguna
Auxiliar en implementación de sistemas de gestión ambiental	Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros Eficiencia energética en procesos productivos Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica) Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)
Implementación de sistemas de gestión ambiental	Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros Eficiencia energética en procesos productivos Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica) Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)
Inspectores de la salud laboral, medioambiental y afines	Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)
Técnico gestión ambiental	Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones

5.2. Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Luego del análisis de los resultados de las dos rondas Delphi aplicadas a expertos en las áreas temáticas estudiadas se sintetizan las siguientes conclusiones:

- Las tecnologías que penetrarán el mercado en el corto plazo en las temáticas estudiadas, según la opinión de los expertos consultados, son las siguientes:
 - Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros
 - Eficiencia energética en procesos productivos
 - Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)
 - Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)
- De acuerdo a la opinión de las personas expertas consultadas, se dará una fuerte inclinación a las tecnologías “blandas” relacionadas con sistemas de gestión ambiental e indicadores ambientales como las huellas.
- Aunque exista desde hace años una “moda verde” la incorporación de nuevas tecnologías en el sector productivo no se da con facilidad debido a los cambios que estas implican, la logística de implementación, u otras causas.
- La mayoría de las tecnologías propuestas se consideraron de mediano plazo en la implementación en el mercado nacional, lo cual puede deberse a varias razones, desde el costo económico, la expectativa de nueva legislación, hasta la espera de definición de políticas país por parte de las autoridades para los próximos años.
- La tecnología “Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros” tendrá un alto impacto sobre las figuras: Operario(a) de centros de acopio de materiales aprovechables, Auxiliar en implementación de sistemas de gestión ambiental y de Implementación de sistemas de gestión ambiental, de la oferta

actual del subsector, además de la figura propuesta Técnico en gestión ambiental, según el criterio técnico del cuerpo docente del subsector.

- La tecnología “Eficiencia energética en procesos productivos” tendrá un alto impacto sobre las figuras: Auxiliar en implementación de sistemas de gestión ambiental y de Implementación de sistemas de gestión ambiental, ambos de la oferta actual del INA, según el criterio técnico del cuerpo docente del subsector.
- La tecnología “Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)” tendrá un alto impacto sobre las figuras: Auxiliar en implementación de sistemas de gestión ambiental y de Implementación de sistemas de gestión ambiental, ambos de la oferta actual del INA, y sobre la clasificación de ocupaciones 3257 Inspectores de la salud laboral, medioambiental y afines del COCR-2010, según el criterio técnico del cuerpo docente del subsector.
- La tecnología “Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)” tendrá un alto impacto sobre las figuras: Auxiliar en implementación de sistemas de gestión ambiental y de Implementación de sistemas de gestión ambiental, ambos de la oferta actual del INA, según el criterio técnico del cuerpo docente del subsector.
- Las figuras relacionadas con la implementación de sistemas de gestión ambiental serán impactadas por las cuatro tecnologías a implementar a corto plazo.

5.2. Recomendaciones

Del análisis de la información recopilada durante la investigación se le recomienda al Núcleo Tecnología de Materiales lo siguiente:

- Convocar a los equipos que han hecho estudios de prospección para hacer un análisis de la metodología Delphi empleada, incluyendo este, para establecer un protocolo normalizado para futuras investigaciones de prospección tecnológica.
- Incorporar dentro del POIA 2016 y 2017 la elaboración de perfiles de las figuras ocupacionales vinculadas a las tecnologías cuyo plazo de implementación es menor a 5 años.
- Incluir en el Plan Operativo del 2015 el perfil de la figura profesional de Gestor(a) Ambiental.
- Realizar vigilancia estratégica sobre las tecnologías cuya incidencia los resultados prevén será mediano plazo, de modo que se pueda seguir su evolución en el mercado atendido por el Subsector Gestión Ambiental en el próximo quinquenio.
- Proponer a la Gestión de Formación y Servicios Tecnológicos un estudio de demanda y prospección de figuras y tecnologías relacionadas con la temática ambiental, atendidas por los diferentes Núcleos Tecnológicos, para el año 2016.
- Incluir temas de capacitación interna y externa para los siguientes dos años relacionadas con las tecnologías que este estudio arrojó como de implementación en el corto plazo para mantener actualizado al cuerpo docente.
- Realizar una evaluación curricular en el 2017, para determinar los posibles cambios en el diseño curricular debido a la implementación de las nuevas tecnologías en el mercado laboral.

- Realizar un estudio exploratorio en los próximos dos años, sobre la atinencia de la figura Inspector de la salud laboral, medioambiental y afines dentro del subsector Gestión Ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco R., J. M. (2013) *Sustainable energy for all: Evaluación rápida y análisis de vacíos Costa Rica*. Costa Rica: Banco Interamericano de Desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo e Instituto Costarricense de Electricidad.
- Cámara de Industrias de Costa Rica, CICR (2009) *Estrategia Industrial ante el cambio climático*. Costa Rica: Cámara de Industrias de Costa Rica, Programa CYMA y GTZ.
- Cámara de Industrias de Costa Rica, CICR (2013) *Hacia la empresa industrial del 2030: Propuesta para una política industrial*. Cámara de Industrias de Costa Rica: Programa, Costa Rica.
- Castro Córdoba, R. (2012) *Ley para la Gestión Integral de Residuos No. 8839 del 13 de julio de 2010* (Anotada, concordada y comentada). San José, Costa Rica: Programa Competitividad y Medio Ambiente, CYMA.
- CEPAL (2010) *La economía del cambio climático en Centroamérica*. Sede Subregional de la CEPAL en México.
- CEPAL, GTZ (2009) *Evaluación del potencial de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y producción de energía a partir de rellenos sanitarios y vertederos en ciudades de Costa Rica*. CEPAL, Costa Rica.
- Chanto Jarquín, F. (2005) *Gestión energética y los programas de uso eficiente de la energía para la industria*. San José, Costa Rica: Ministerio del Ambiente y Energía. Dirección Sectorial de Energía; Refinadora Costarricense de Petróleo.
- Coloma Andrews, J. (2014) *Empleo verde: Contexto internacional y oportunidades para Costa Rica*. San José, CR: Programa Acción Clima y Cámara de Industrias de Costa Rica.
- Contraloría General de la República, CGR (2011) *Informe acerca del cumplimiento por parte del Ministerio de Salud de las obligaciones establecidas en la Ley para la gestión integral de residuos Nro 8839*, Informe DFOE-AE-IF-15-2011. División de Fiscalización Operativa y Evaluativa, Área de Fiscalización de Servicios Ambientales y de Energía. Costa Rica.

- Contraloría General de la República, CGR (2013) *Informe acerca del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Ley para la gestión integral de residuos Nro 8839 por parte del Ministerio de Ambiente y Energía y la Secretaría Técnica Nacional Ambiental*, Informe DFOE-AE-IF-03-2013. División de Fiscalización Operativa y Evaluativa, Área de Fiscalización de Servicios Ambientales y de Energía. Costa Rica.
- Cornejo, L. (2013) *ASEGIRE como Unidad de Cumplimiento*. Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos electrónicos. ASEGIRE. Presentación hecha en mayo de 2013 durante la Semana del Reciclaje. San José, CR.
- Costa Rica. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (2009). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. San José, CR: Editorial Calderón y Alvarado S. A.
- Cruz Caruso, L. A., Bastos Tigre, P. (2004) *Modelo SENAI de Prospección: Documento Metodológico*. Montevideo, Uruguay: CINTERFOR/OIT.
- De La Torre, T. (2010) *Hacia un nuevo modelo energético para nuestro país*. Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía.
- Dirección Sectorial de Energía. (2011) *Diagnóstico Sector Energía de Costa Rica: VI Plan Nacional de Energía 2012-2030*. Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía.
- Dirección Sectorial de Energía. (2011) *VI Plan Nacional de Energía 2012-2030*. Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía.
- Gobierno de Costa Rica (2008) *Programa nacional de biocombustibles*. Costa Rica: MINAE y MAG.
- Gobierno de Costa Rica (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014 “María Teresa Obregón Zamora”*. San José, CR: Ministerio de Planificación.
- Grupo Coordinador Nacional (2008) *Perfil nacional de la gestión racional de sustancias químicas*. Heredia: EUNA.
- Herrera Murillo, J. (2012) *Estado de la Calidad del Aire Área Metropolitana de Costa Rica Quinto Informe: Año 2012*. San José, CR: Universidad Nacional, Ministerio de Salud, Municipalidad de San José, Ministerio de Obras Públicas y Ministerio de Ambiente y Energía. (accesado el 12/08/14 en <http://www.bvs.sa.cr/AMBIENTE/textos/quinto.pdf>)
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, AyA (2009) *Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales Costa Rica 2009-2015*. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Costa Rica.

- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, AyA (2007) *Plan Estratégico Institucional 2007- 2015*. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC (2011) *Clasificación de ocupaciones de Costa Rica 2010 (COCR-2010) Estructura y notas explicativas*, Volumen I. Costa Rica: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC (2011) *Clasificación de ocupaciones de Costa Rica 2010 (COCR-2010) Índice numérico y alfabético*, Volumen II. Costa Rica: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Janssen, J. (2012) *Estimación del Potencial de Mitigación en el Ámbito de GIRS en Costa Rica*. Programa Competitividad y Medio Ambiente, CYMA, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2011) *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021*. San José, Costa Rica.
- Molina Soto, A. (2012) *Balance Energético Nacional de Costa Rica 2011*. Costa Rica: Dirección Sectorial de Energía, Ministerio de Ambiente y Energía.
- Mora Alvarado, D., Mata Solano, A. & Portuguez Barquero, C. (2013) *Costa Rica: Acceso a agua para consumo humano y saneamiento al año 2012 y su ubicación por la satisfacción de calidad del agua y calidad de vida en el contexto mundial 2006-2010*. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Laboratorio Nacional de Aguas, Costa Rica.
- Mora Alvarado, D., Mata Solano, A. & Portuguez Barquero, C. (2013) *Calidad microbiológica de las fuentes de agua superficiales utilizadas para abastecimiento de agua potable en Costa Rica*. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Laboratorio Nacional de Aguas, Costa Rica.
- Musmanni Sobrado, S. (2013) *Gestión Integral de Residuos Sólidos: co-existencia del reciclaje y el aprovechamiento energético*. Programa ACCION Clima – NEL. Presentación hecha en mayo de 2013 durante la Semana del Reciclaje. San José, CR.
- Oficina Técnica del Ozono (s.a.) *Plan de gestión para la eliminación de HCFC en Costa Rica 2013 – 2030*. Costa Rica: Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA).
- Organización Internacional del Trabajo (OIT) *Competencias profesionales para empleos verdes*. Organización Internacional del Trabajo y Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional, Ginebra.

- Partido Acción Ciudadana (2013) *Plan Rescate Trabajo Progreso y Alegría*. San José, Costa Rica: Partido Acción Ciudadana.
- Programa Estado de la Nación, 2013. *Decimonoveno Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Programa Estado de la Nación.
- Programa Estado de la Nación, 2014. *Vigésimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Programa Estado de la Nación.
- Ruiz Fallas, F. (2012) *Gestión de las Excretas y Aguas Residuales en Costa Rica*. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, FOCARD-APS y Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, San José, Costa Rica.
- Sánchez Calvo, C. (2012). *Caracterización de la economía costarricense en el marco de la carbono neutralidad: Recopilación y síntesis de información*. San José C.R.: Instituto Nacional de Aprendizaje, Núcleo Tecnología de Materiales.
- Sánchez Calvo, C. (2014). *Estudio de prospección en carbono neutralidad*. San José C.R.: Instituto Nacional de Aprendizaje, Núcleo Tecnología de Materiales.
- Secretaría Técnica de Coordinación para la Gestión de Sustancias Químicas (2009) *Informe de la gestión de sustancias químicas peligrosas en Costa Rica*. Costa Rica: Ministerio de Salud.
- Segura Cárdenas, O. (2013) *Responsabilidad Compartida en la Gestión Integral de Residuos y su implementación en Costa Rica*. Dirección Protección al Ambiente Humano, Ministerio de Salud. Presentación hecha en mayo de 2013 durante la Semana del Reciclaje. San José, CR.
- Soto Córdova, S. (2013) *Contexto país y tendencias de la problemática generada por el mal manejo de residuos*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Presentación hecha en mayo de 2013 durante la Semana del Reciclaje. San José, CR.
- Strietska-Ilina, O. et all (2011) *Skills for green jobs: A global view*. Geneva: International Labor Organization.

Enlaces sobre prospección con el método Delphi del SENAI:

<http://www.oitcinterfor.org/experiencia/modelo-senai-prospecci%C3%B3n-brasil>

<http://www.oitcinterfor.org/publicación/modelo-senai-prospección-documento-metodológico>

http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_ponencia/Presentacion%20LUIZ%20CARUSO.pdf

<http://redesenai.senai.br/portal/main.jsp?lumChannelId=8A9015481083FF4B01109733A3354CE3>

ANEXOS

- Anexo 1: Descripción de tecnologías seleccionadas
- Anexo 2: Expertos que contestaron cuestionarios Delphi
- Anexo 3: Cuestionario para la primera ronda Delphi
- Anexo 4: Cuestionario para la segunda ronda Delphi

Anexo 1: Descripción de tecnologías seleccionadas

Residuos sólidos

RS1

Tratamiento térmico de residuos sólidos (incineración, pirólisis, otros)

- En el tratamiento térmico de residuos los residuos son destruidos mediante descomposición térmica. Esta descomposición, puede implicar la combustión total o parcial de los residuos.

El proceso de incineración se define como la descomposición térmica de biomasa o residuos sólidos municipales a altas temperaturas (mayores a 850°C) y en presencia de oxígeno. El fin de la incineración es la reducción de volumen de los sólidos con su consecuente aprovechamiento para la producción de electricidad, vapor o calefacción. Posterior a la incineración los efluentes, emisiones atmosféricas y cenizas, deben ser tratados adecuadamente antes de su disposición final.

La gasificación consiste en la descomposición térmica de residuos con una cantidad de oxígeno insuficiente, lo cual provoca una combustión incompleta. Se busca obtener un gas de síntesis (que contiene CO, H₂, CH₄, CO₂, entre otros) que puede utilizarse tanto para producción de electricidad, con fines térmicos o para producir biocombustibles líquidos y químicos.

La pirólisis descompone térmicamente los residuos en ausencia total o casi total de oxígeno. Las condiciones de operación varían de acuerdo con los productos que se desee obtener. Entre estos se encuentran gas de síntesis, productos líquidos (aceites de pirólisis y ácidos piro-leñosos) y un sólido carbonoso que puede ser convertido en carbón vegetal o carbón activado. Ocurre a temperaturas entre 200-1100°C. [Steinvorth, 2014]

RS2

Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros

- Conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor de los residuos de manejo especial para los procesos productivos, la protección de la salud y el ambiente. Esto se logra mediante procesos de recuperación de materiales, el aprovechamiento energético, reutilización o reuso e industrialización. [Fuente: decretos 36093, 38272]

Valorización material: es la obtención de nuevos materiales, o el reciclaje de parte de ellos, para evitar el uso de nuevas materias primas, o bien el aprovechamiento energético de una porción de estos. [Fuente: <http://ecomedioambiente.com/medio-ambiente/valorizacion-residuos/>, accesado 24/11/2014]

RS3

Separación mecanizada de residuos en centros de acopio

- La separación mecanizada tiene como finalidad la incorporación de máquinas que realizan procesos donde se separa ciertos residuos de la corriente de materiales que el centro de acopio procesa. por ejemplo está el separador magnético de electro imán. generalmente esto se realiza después de una separación manual y de un acondicionamiento de la masa de residuos a tratar.
- para lograr la separación de residuos hay varios métodos como la separación magnética (mediantes imanes separando materiales férricos utilizando un sistema de electroimanes), la separación electrostática (especial para los plásticos utilizando un sistema de electroimanes muy intenso de forma que este residuo se carga eléctricamente y serán atraídos a dos placas cargadas de distinta polaridad) .
- Los residuos a los que se les vaya a realizar su tratamiento tengan las propiedades (tamaño de partícula, electromagnetismo y conductividad eléctrica). [adaptado de Camacho y Camargo, 2013]

RS4

Compostaje de residuos orgánicos municipales (de áreas verdes y parques municipales, ferias, domésticos, otros)

- El compostaje consiste en la descomposición aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar. El material orgánico resultante se puede reciclar como abono para agricultura. La composta se usa en agricultura y jardinería como enmienda para el suelo (ver Abono orgánico), aunque también se usa en paisajismo, control de la erosión, recubrimientos y recuperación de suelos. [Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Compost>, accesado: 24/11/2014]

Recurso hídrico

RH1

Tratamientos no convencionales de aguas residuales

- Las Tecnologías no Convencionales imitan los procesos naturales para el tratamiento de agua. Cuentan con procesos propios de los tratamientos naturales: Fotosíntesis, Fotooxidación, Asimilación por parte de las plantas, etc. Estos se pueden acoplar con tecnologías tradicionales de tratamiento de aguas residuales.

Tratamiento por aplicación al terreno

Humedales artificiales o biojardineras

Lechos bacterianos

RH2

Sistemas de reuso de aguas (residuales, pluviales, otras)

- Consiste en destinar las aguas problema, previo a un proceso de tratamiento para el acondicionamiento de su calidad, en aplicaciones en la instalación del generador o poseedor en lugar de descargarlas en el alcantarillado o en un cuerpo de agua. Por ejemplo utilizar aguas residuales tratadas en riego, utilizar agua de lluvia recogida en lavado o inodoros.

RH3

Potabilización de agua por medios diferentes a la cloración (desalinización, ósmosis, UV, otras)

- Procesos por lo que se obtiene agua de calidad de acuerdo a la legislación nacional por métodos de desinfección/acondicionamiento diferentes al uso de cloro. Entre estos están:
La ósmosis inversa consiste en hacer pasar por la membrana semipermeable el disolvente (en este caso agua) desde el lado donde está la solución más concentrada (el agua de mar, con sales disueltas), hacia el lado contrario, sin que pasen las sales, para ello es necesario aplicar presión en el lado de la alta concentración.
Irradiación Ultravioleta, por medio de una lámpara de cuarzo llena de vapor de mercurio, se pueden producir rayos ultravioleta. Estos rayos matan a las bacterias, desintegrándolas.
Ozonización, el ozono en contacto con sustancias oxidables se descompone rápidamente en oxígeno nascente y oxígeno diatómico inactivo. El primero destruye la materia orgánica.

RH4

Gestión de cuencas hidrogeológicas

- Se gestionan las intervenciones que se hacen sobre las cuencas, los cauces y el agua para alcanzar logros predeterminados en escenarios negociados

Energía

E1

Recuperación de energía a partir de residuos (biodigestores, biomasa, otros)

- Se estima que los residuos de biomasa generados en el país poseen un contenido de energía de 60 354 TJ con lo que sería posible generar casi 635 MW de electricidad durante todo el año; sin embargo, el 40,3% de estos residuos no son utilizados.
- Las fuentes de biomasa con mayor potencial energético son los residuos de las cosechas de piña y de caña de azúcar (12 781 TJ y 11 002 TJ, respectivamente) con los que podrían generarse más de 440 MW. Los residuos derivados de animales así como los desechos de frutas, efluentes y lodos obtenidos de las actividades agropecuarias de Costa Rica podrían utilizarse para generar 205 millones de m³ de biogás al año. La crianza de pollos y el procesamiento de frutas son las actividades con mayor potencial de aprovechamiento para la obtención de biogás. [Según la “Encuesta sobre oferta y consumo energético nacional a partir de biomasa en Costa Rica”, 2006]

E2

Eficiencia energética en procesos productivos

- Consiste en usar más eficientemente la energía y consumir menos en un determinado proceso que se desee analizar.
- Se logra una mejora de la eficiencia energética cuando se reduce el consumo de energía en la elaboración de las mismas unidades productivas (consumo de energía por unidad de producto), o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida o los niveles de confort que el sistema produce. [Chanto, 2005]

E3

Utilización de fuentes de energía alternativas (gas natural, hidrógeno, otras)

- Consiste en valorar el uso de fuentes energéticas de reemplazo que sean mejores al petróleo, que es la principal fuente de energía del país pero que no produce. Entre los posibles sustitutos energéticos al petróleo están el etanol, el gas natural y el hidrógeno.

Gestión de sostenibilidad

GS1

Análisis de ciclo de vida para optimizar procesos productivos

- Es un marco metodológico para estimar y evaluar los impactos medioambientales atribuibles a un producto o servicio durante todas las etapas de su vida.
- El principio básico de la herramienta es la identificación y descripción de todas las etapas del ciclo de vida de los productos, desde la extracción y retratamiento de las materias primas, la producción, la distribución y uso del producto final hasta su posible reutilización, reciclaje o deshecho del producto.
[<http://www.ecointeligencia.com/2013/02/analisis-ciclo-vida-acv/>]

GS2

Huellas como indicadores de desempeño ambiental

- Las huella son indicadores que se han generado para tener información de referencia sobre un el desempeño de un determinado aspecto ambiental y que permita la toma de decisiones, bien sea para el consumidor, el productor o incluso a los gobiernos.
- La más popular es la huella de carbono, que consiste en medir las emisiones de gases de efecto invernadero de un producto o proceso, o incluso de un país. Pero existen otras como la huella ecológica y la huella hídrica.

GS3

Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otras)

- Consiste en la adopción, generalmente voluntaria, de una norma de gestión ambiental para el desarrollo de un sistema, o parte de él, a implementarse en un proceso productivo para controlar los aspectos ambientales, mejorar el desempeño ambiental o bien declarar el compromiso ambiental.
- La norma puede o no ser certificable por un ente acreditado, para lo cual es necesario un proceso de documentación que verifique el alcance y los resultados del sistema de gestión ambiental.

Aire

A1

Monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos

- Muestreo sistemático que se efectúa mediante equipos automáticos, manuales o ambos. [fuente: Decreto #36551-S-MINAET-MTSS]
- Los métodos continuos implican la captación y análisis del contaminante en el punto de muestreo, de forma continua y automática.

A2

Regulación de nuevas actividades generadoras de emisiones

- Generación de reglamentos y otras normas para controlar las emisiones, y eventualmente inmisiones, de contaminantes atmosféricos de determinadas actividades o equipos. Puede incluir los contaminantes, la forma de muestreo y monitoreo, la presentación de reportes o las condiciones de los sistemas de tratamiento, por citar algunos.

Otras tecnologías

O1

Remediación por medios biológicos y químicos de suelos y aguas residuales

- Remediación de sitios contaminados: Reparación de daño producido al ambiente mediante procesos físicos, químicos y biológicos, incluido el manejo ambientalmente seguro de los materiales contaminados, a través del que se intenta recuperar las condiciones y características naturales en ambientes que han sido objeto de daño, llevándolos hasta condiciones seguras para el ambiente y salud humana. [fuente: decreto #37757-S]

O2

Aprovechamiento y tratamiento de lodos residuales

- El avance en los sistemas de tratamiento de aguas residuales ha planteado la necesidad de gestionar los lodos producidos en las diferentes etapas de tratamiento físicoquímico y biológico, en algunos casos por la producción de biomasa, flocúlos inertes o con lodos que han atrapado contaminantes no degradables como metales pesados.
- Por ello se requiere de tecnologías para aprovechar el potencial de los lodos, cuando lo tienen, o bien disponer de ellos mediante técnicas seguras, ambientalmente válidas y económicamente factibles.

Anexo 2: Expertos que contestaron cuestionarios Delphi

Nombre	Lugar de Trabajo	Cargo que desempeña	Correo Electrónico	Teléfono
Mauricio Chicas Romero	Bioproyectos Costa Rica / ITCR / UNA	Gerente de Operaciones / Profesor	mauricio.chicas@bioproyectos.cr / mchicas@itcr.ac.cr	8383 5718
Rosa Vásquez	ALIARSE	Técnico en Proyectos Ambientales	rosa.vasquez@aliarse.org	
Manrique Arguedas	Universidad EARTH	Gestor ambiental	margueda@earth.ac.cr	27130084
Fernanda Barrantes Valverde	Bioeco Natural S.A.	Gestora de Sistema de Gestion Integrado	fbarrantes@bioeco.co.cr	24741512
Magaly Rodríguez	Bioeco Natural	Gestora del sistema de gestión integrado	mrodriguez@bioeco.co.cr	89387612
Carolina Flores	MINAE	Prof Ing Química	cflores@minaet.go.cr	22571839
Federico Monge	SQI	Quimico	federico@asesoresquimicos.com	
Olga Segura Cárdenas	Ministerio de Salud Publica Dirección de Protección al Ambiente Humano	Coordinadora Gestión Integral de Residuos Sólidos Coordinadora Comité Ejecutivo Gestión Integral de Residuos Electrónicos (CEGIRE)	olgaseguracr@gmail.com / osegura@ministeriodesalud.go.cr	2221-6058
Mauricio Blandino	Cámara de Industrias de Costa Rica	Asesor en Ambiente y Responsabilidad Social	mblandino@cicr.com	22025635
Alexis Rodríguez Fernández	ProEarth	Coordinador Logístico	proearthcr@gmail.com	8766-6585
Gerardo Miranda F.	Florida Ice & Farm Co.	Gerente Ambiental	gerardo.miranda@ffco.com	24376590
Nicolás Díaz Naranjo	Asesor	Asesor asuntos corporativos	ndiaz@conexion.cr	83802327
Pablo Chaves Agüero	ASEMABE	Encargado del Centro de Acopio	pablo.chavez@asemabe.co.cr	22772344
Patricio Solís Barrantes	Corporación Arrocera Nacional	Encargado de Aseguramiento de Calidad	psolis@conarroz.com	22 55 13 13
LUIS FELIPE MASIS QUINTERO	MINISTERIO DE HACIENDA	TECNICO 1	masisql@hacienda.go.cr	84310125
Rene Rodriguez Leiva	Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.	Gestor Carbono Neutralidad	rrodriguezl@dospinos.com	2437-3631
Cristhian Alpízar Herrera	Heredia	docente	calpizarherrera@ina.ac.cr	89312765
Jassbel Paola	Urco	Docente gestion ambiental y servicios turisticos	jespinozaramirez@ina.ac.cr	8341-1712
Daniel Rodríguez Ugalde	UTN, Atenas	Gestión Ambiental	drodriguez@utn.ac.cr	24551019
Norma Méndez Abarca	CRPN	Formador ID	nmendezabarca@ina.ac.cr	83712433
Delsa Alfaro	Holcim Costa Rica	Profesional Ambiente y Sistemas de Gestión	delsa.alfaror@holcim.com	2205 2900
Olman Arturo San lee	Ministerio de Hacienda	Gestor Ambienta	sanleeco@hacienda.go.cr	88991518
Alexander Arce	Geep	Gerente de negocios	aarce@geepglobal.com	88276128
Geovanny Córdoba Solórzano	Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)	Asesor Legal Ambiental	gcordoba@ice.go.cr	20001249

NÚCLEO TECNOLOGÍA DE MATERIALES

Nombre	Lugar de Trabajo	Cargo que desempeña	Correo Electrónico	Teléfono
Karla Astorga Castro	NTM	Docente	kastorgacastro@ina.ac.cr	88996838
Ronald	INS	RSE y Gestión Ambiental	rondarias@ins-cr.com	
Cesar Chaves Agüero	Nucleo Turismo	Docente	cchavesaguero@ina.ac.cr	89104455
Hector Feoli	AyA	Director Unidad Ejecutora	hfeoli@aya.go.cr	25436315
Roberto Peralta	Alter Cura LLC	Gerente General	rperalta@altercura.com	8383-8596
Lorena Madriz	Energías Biodegradables de Costa Rica	Producción, Investigación y Desarrollo	energiasbiodegradables@ice.co.cr	25374510
Juan Jose	O&M ELéctrica Matamoros	Sup. Gestión Ambiental y Salud Ocupacionall	juanjr@electricamatamoros.com	24600597
Teresita Calderón Hernández	Corporación Tema S.A.	Gerente	tcalderon@corporaciontema.com	22726732
Javier Segura	Programa 100% Carbon Neutral	Director	javier.segura@100-sd.com	2228-9696
Rafael	TECNATURA	Ingeniero químico	info@tecnaturacr.com	22722394
Bolivar Ureña Rojas	PROBIOTI Soluciones Ambientales	Propiedario responsable	probioti@hotmail.com	2772-0808
Manuel Miranda M	Corp Desarrollo Agrícola DEL MONTE	Supte Sostenibilidad	mmiranda@freshdelmonte.com	27632707
Joaquin Viquez	Viogaz	Gerente General	jviquez@viogaz.com	8923-7412
Max Bonilla	C+VA Consultoría Visión Ambiente	Consulor Ambiental	maxbonilla@visionambiente.com	88773659
Luis Piedra Salazar	CONTRALORIA AMBIENTAL	Fiscalización Ambiental	lpiedra58@yahoo.es	61897298
Gina Sulecio Castillo	ESPH	Ejecutivo Servicios 2-Gestión Ambiental	gsulecio@esph-sa.com	25623973
Lidia Noches	Fundación Parque La Libertad	Gestora Ambiental	lnoches@parquelalibertad.org	22769400
Paola Umaña	Municipalidad de San Carlos	Gestora Ambiental	paolauv@munisc.go.cr	2401-0934
Diego Mena Jara	OSD Consultoría	Gerente General	diego.mena@osdconsultores.com	88362079
Jean-Baptiste Livenais	Municipalidad de El Guarco	Gestor Ambiental	jblivenais@gmail.com	8922-5725
Elí Gerardo Rodríguez Araya	Turrialba	Gestor Ambiental	erodriguez@muniturrialba.go.cr	87618108
Annia Cordero Méndez	Municipalidad La Unión	Educadora Ambiental	acorderom@munilaunion.go.cr	2518 21 21. Ext. 122
Gloria Muñoz González	Municipalidad de La Unión	Asistente de Gestión Ambiental	gmunoz@munilaunion.go.cr	88737415
Florangel Villegas Verdú	Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, UNED.	Encargada, Cátedra de Salud.	fvillegas@uned.ac.cr; florangel.vv@gmail.com	2202-1835, 8781-3194
Katherine Quirós Monge	Municipalidad La Unión	Profesional en Gestión Ambiental	kquiros@munilaunion.go.cr	2518 2121 ext. 122
Kidier Manuel Obnado Serrano	Municipalidad de Alvarado	Area de Acueducto	Kidiejo@yahoo.es	2534-4120
ROLAND ALVAREZ A	CC. CONSULTORES AMBIENTALES S.A.	DIRECTOR	alensk@yahoo.es	8894-3398
Lyan	Ambiotecnología	consultor ambiental	lsuarez@ambiotecnologia.com	

NÚCLEO TECNOLOGÍA DE MATERIALES

Nombre	Lugar de Trabajo	Cargo que desempeña	Correo Electrónico	Teléfono
Dulcehe	Municipalidad de Belén	Coord ambiental	ambiental@belen.go.cr	
Gabriela Gómez Chacón	Municipalidad de Alvarado	Gestora Ambiental	gestionambiental0306@gmail.com	25344120 ext 114
Yetty Saldaña Brenes	ICE, Ingeniería y Construcción, Gestión Ambiental, Responsabilidad Socioambiental	Coordinadora Área de Responsabilidad Socioambiental, Ingeniería y Construcción, Gestión Ambiental ICE	ysaldana@ice.go.cr	2000-8151
Pablo Hernández Rodríguez	Independiente	Consultor Ambiental	jopahrambientales@gmail.com	
Luis Diego Tapia	CETA ASESORÍAS AMBIENTALES	Gerente/ gestor ambiental	de.tapia.86@gmail.com	87488670
Freddy A. García García	Ministerio de Justicia - CAI San José	Prof. Serv. Civil 2	fgarcia@mi.go.cr	2226-3877 Ext. 287
Antonio	CRP Santa Cruz	Docente	ajimenez@ina.ac.cr	26800882
Manuela Mata Zúñiga	MINAE	técnica	mmata@minae.go.cr	89372347
Giovanni Sandoval Rodríguez	Municipalidad de Alajuela	Coordinador Servicios Ambientales	giovanni.sandoval@munialajuela.go.cr	8318-6254

Anexo 3: Cuestionario para la primera ronda Delphi

Prospección Gestión Ambiental

*Obligatorio

PRESENTACIÓN

El Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) está realizando un estudio de prospección en la temática de Gestión Ambiental con el objetivo de identificar nuevas tecnologías que pueden aplicarse en Costa Rica, de corto a mediano plazo.

La información que usted proporcione se utilizará como insumo principal para la toma de decisiones relacionadas con el diseño de nuevos servicios de formación y capacitación profesional del subsector Gestión Ambiental del INA, con miras a satisfacer las expectativas del mercado laboral.

Esta información es **ESTRICTAMENTE CONFIDENCIAL Y DE USO EXCLUSIVO** de la Institución para los alcances de este estudio.

Dudas y comentarios favor dirigirlas a los correos csanchezcalvo@ina.ac.cr
ralfarotijos@ina.ac.cr

DATOS DEL ENCUESTADO

1.

Nombre *

.....

2.

Lugar de Trabajo *

.....

3.

Cargo que desempeña *

.....

4.

Correo Electrónico *

.....

5.

Teléfono

.....

INSTRUCCIONES

A continuación se presenta un listado de Tecnologías relacionadas con la Gestión Ambiental, solicitamos su criterio, acerca del plazo en que usted considera la implementación de éstas en Costa Rica.

El listado presenta tecnologías tanto "duras" como "blandas", organizadas por temas, donde Ud. puede aportar su opinión en aquellos que sean de su conocimiento o especialidad.

Implementación: Al menos el 50% del mercado emplea esa tecnología en Costa Rica.

RESIDUOS SÓLIDOS

6.

RS1 Tratamiento térmico de residuos sólidos (tales como incineración, pirólisis, otros)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

7.

RS2 Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

8.

RS3 Operación mecanizada de residuos en centros de acopio

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

9.

RS4 Compostaje de residuos orgánicos municipales (de áreas verdes y parques municipales, ferias, domésticos, otros)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

RECURSO HÍDRICO

10.

RH1 Tratamientos no convencionales de aguas residuales (por ejemplo humedales artificiales)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

11.

RH2 Sistemas de reuso de aguas (residuales, pluviales, otras)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

12.

RH3 Potabilización de agua por medios diferentes a la cloración (desalinización, ósmosis, UV, otras)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

13.

RH4 Gestión de cuencas hidrogeológicas

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

ENERGÍA

14.

E1 Recuperación de energía a partir de residuos (biodigestores, biomasa, otros)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

15.

E2 Eficiencia energética en procesos productivos

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

16.

E3 Utilización de fuentes de energía alternativas (gas natural, hidrógeno, otras)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

GESTIÓN DE SOSTENIBILIDAD

17.

GS1 Análisis de ciclo de vida para optimizar procesos productivos

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

18.

GS2 Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

19.

GS3 Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

AIRE

20.

A1. Monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

21.

A2. Regulación de nuevas actividades generadoras de emisiones

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

OTROS

22.

O1. Remediación por medios biológicos y químicos de suelos y aguas

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

23.

O2. Aprovechamiento y tratamiento de lodos residuales

Seleccione el plazo de implementación (Al menos el 50% del mercado usaría esta tecnología en el plazo seleccionado)

Marca solo un óvalo.

- Corto plazo (0 a 4 años)
- Mediano plazo (5 a 9 años)
- Largo plazo (más de 10 años)

COMENTARIOS

24.

Por favor escribir sus comentarios en el siguiente espacio

.....

.....

.....

.....

.....

Anexo 4: Cuestionario para la segunda ronda Delphi

Prospección Gestión Ambiental

*Obligatorio

PRESENTACIÓN

En virtud de la realización del Estudio de Prospección sobre Gestión Ambiental que en estos momentos el Instituto Nacional de Aprendizaje se encuentra ejecutando; el mes de octubre del 2014 usted contestó un cuestionario como especialista en la materia, el cual corresponde a la primer ronda Delphi de dicho estudio.

Hemos analizado las respuestas las cuales han arrojado criterios disimiles en algunas tecnologías, razón por la cual les planteamos los resultados y así mismo le solicitamos amablemente que nos contesten nuevamente dicho cuestionario tomando en cuenta las respuesta y posiciones externadas por el resto de especialistas.

DATOS DEL ENCUESTADO

1.

Nombre *

.....

2.

Correo Electrónico *

.....

INSTRUCCIONES

A continuación se presenta un listado de Tecnologías relacionadas con la Gestión Ambiental, solicitamos su criterio acerca del plazo en que usted considera la implementación de éstas en Costa Rica.

El listado presenta tecnologías tanto "duras" como "blandas", organizadas por temas, donde Ud. puede aportar su opinión en aquellos que sean de su conocimiento o especialidad.

Implementación: Al menos el 50% del mercado emplea esa tecnología en Costa Rica.

RESIDUOS SÓLIDOS

Tecnología 1: Tratamiento térmico de residuos sólidos (tales como incineración, pirólisis, otros)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 9%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 48%

Largo Plazo (+ 10 años): 43%

3.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 2: Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 62%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 33%

Largo Plazo (+ 10 años): 5%

4.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 3: Operación mecanizada de residuos en centros de acopio

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 47%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 37%

Largo Plazo (+ 10 años): 17%

5.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 4: Compostaje de residuos orgánicos municipales (de áreas verdes y parques municipales, ferias, domésticos, otros)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 34%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 39%

Largo Plazo (+ 10 años): 27%

6.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

RECURSO HÍDRICO

Tecnología 1: Tratamientos no convencionales de aguas residuales (por ejemplo humedales artificiales)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 10%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 44%

Largo Plazo (+ 10 años): 46%

7.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 2: Sistemas de reuso de aguas (residuales, pluviales, otras)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 32%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 48%

Largo Plazo (+ 10 años): 20%

8.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 3: Potabilización de agua por medios diferentes a la cloración (desalinización, ósmosis, UV, otras)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 12%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 43%

Largo Plazo (+ 10 años): 45%

9.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 4: Gestión de cuencas hidrogeológicas

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 27%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 39%

Largo Plazo (+ 10 años): 34%

10.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

ENERGÍA

Tecnología 1: Recuperación de energía a partir de residuos (biodigestores, biomasa, otros)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 28%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 53%

Largo Plazo (+ 10 años): 19%

11.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 2: Eficiencia energética en procesos productivos

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 55%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 40 %

Largo Plazo (+ 10 años): 5%

12.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Medio Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 3: E3 Utilización de fuentes de energía alternativas (gas natural, hidrógeno, otras)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 19%

Medio Plazo (5 a 9 años): 41%

Largo Plazo (+ 10 años): 40%

13.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Medio Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

GESTIÓN DE SOSTENIBILIDAD

Tecnología 1: Análisis de ciclo de vida para optimizar procesos productivos

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 37%

Medio Plazo (5 a 9 años): 48%

Largo Plazo (+ 10 años): 15%

14.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Medio Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 2: Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 52%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 38%

Largo Plazo (+ 10 años): 10%

15.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 3: Certificaciones y reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 48%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 38%

Largo Plazo (+ 10 años): 13%

16.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

AIRE

Tecnología 1: Monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 36%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 36%

Largo Plazo (+ 10 años): 29%

17.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 2: Regulación de nuevas actividades generadoras de emisiones

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 42%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 36%

Largo Plazo (+ 10 años): 22%

18.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

OTROS

Tecnología 1: Remediación por medios biológicos y químicos de suelos y aguas

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 22%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 31%

Largo Plazo (+ 10 años): 47%

19.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

Tecnología 2: Aprovechamiento y tratamiento de lodos residuales

Resultados obtenidos primera ronda:

Corto Plazo (0 a 4 años): 24%

Mediano Plazo (5 a 9 años): 47%

Largo Plazo (+ 10 años): 29%

20.

Según su respuesta durante la primera ronda Delphi y los resultados mostrados anteriormente ¿Cuál considera usted que es el plazo de aplicación de esta tecnología?

Marca solo un óvalo.

- Corto Plazo (0 a 4 años)
- Mediano Plazo (5 a 9 años)
- Largo Plazo (+ 10 años)

COMENTARIOS

21.

Si desea hacer algún comentario o ampliar sobre alguna respuesta utilice este espacio

.....

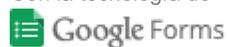
.....

.....

.....

.....

Con la tecnología de



Anexo 5: Instrumento para el análisis de las tecnologías de corto plazo sobre las ocupaciones relacionadas al Subsector Gestión Ambiental

Este instrumento fue aplicado a las siguientes personas:

Johanna Díaz Umaña

Sharon Fernández Quesada

Hellen Mora Vargas

Cristian Alpízar Herrera

Roy Alfaro Trejos

Impacto de las tecnologías en las figuras ocupacionales

Definiciones:

BAJO IMPACTO: El grupo funcional, de acuerdo a la tecnología emergente específica, no modifica su rutina de trabajo, por lo que no necesita nuevos conocimientos

ALTO IMPACTO: El grupo funcional, de acuerdo a la tecnología emergente específica, sí requiere nuevos conocimientos y competencias.

Figuras Subsector	Tecnologías	Eficiencia energética en procesos productivos	Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)	Certificaciones reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)
Operario(a) de centros de acopio de materiales aprovechables	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica
Operador(a) de piscinas	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input checked="" type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica
Operador(a) para tratamiento de las aguas residuales en la Gestión Ambiental	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input checked="" type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica
Operador(a) de sistemas de abastecimiento de agua potable para acueductos comunales	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica
Auxiliar en implementación de sistemas de gestión ambiental	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica
Implementación de sistemas de gestión ambiental	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica

Figuras según Clasificador de ocupaciones	Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros	Eficiencia energética en procesos productivos	Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)	Certificaciones reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)
Inspectores de la salud laboral, medioambiental y afines	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica
Otras figuras	Valorización de residuos de manejo especial como electrónicos, línea blanca y otros	Eficiencia energética en procesos productivos	Huellas como indicadores de desempeño ambiental (huella carbono, huella ecológica, huella hídrica)	Certificaciones reconocimientos ambientales (normas, ecodiseño, ecoetiquetados, otros)
Otros Técnico gestión ambiental	<input checked="" type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input checked="" type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica
Otros	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica
Otros	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Alto impacto <input type="checkbox"/> Bajo impacto <input type="checkbox"/> No aplica

Otras figuras: Se refiere a figuras ocupacionales no mencionadas en este instrumento y que se encuentran actualmente en el mercado nacional o internacional, o bien, en un futuro cercano serán parte del mundo del trabajo y se encuentran relacionadas con las tecnologías emergentes y con el subsector Gestión Ambiental.

Nombre: _____

Fecha: _____