

La mejora ambiental como herramienta de innovación en la PYME

Pregunta nº 5:
¿Cuál de las siguientes
operaciones es correcta?

- a) $1 + 7 + 1 = 8$
- b) $1 + 8 + 1 = 8$
- c) $1 + 9 + 1 = 8$ ◀



CEPYME
a r a g ó n

INDICE:

	Pág.
Prólogo	2
1. Introducción.	3
2. Innovación	6
3. Enseñar a pescar: gestionar información y conocimiento	13
4. Cambiar el punto de vista	17
5. La legislación ambiental	23
6. Análisis de ciclo de vida	35
7. La metodología TRIZ	43
8. Ecoeficiencia y los 39 parámetros técnicos del TRIZ	62
9. Caso práctico 1	72
10. Caso práctico 2	79
Anexo I: Guías prácticas para la aplicación de I+D+i	84
Anexo II: TRIZ	85
Definiciones	96
Bibliografía	97
Páginas web de interés	98

PRÓLOGO

Esta guía tiene como principal objetivo enviar un mensaje claro a las pequeñas y medianas empresas: La mejora ambiental es una oportunidad para innovar.

Los requisitos ambientales establecidos por la extensa normativa ambiental conllevan, para su correcto cumplimiento, un importante esfuerzo económico y técnico de adaptación y renovación, en su caso, de procesos y equipamientos. Además del cumplimiento legal propiamente dicho, las normas de carácter voluntario más extendidas como pueden ser las relativas al establecimiento de sistemas de gestión de la calidad (familia ISO 9000) o de gestión ambiental (como la familia de normas ISO 14000 o el Reglamento europeo EMAS) establecen procesos de mejora continua que incluyen, además del compromiso de cumplir con la legislación y la reglamentación ambiental, el compromiso de la mejora continua del comportamiento medioambiental.

CEPYME ARAGON continúa con esta publicación la colección que sobre distintos aspectos de la problemática ambiental de las empresas dirige especialmente a pymes. Son publicaciones que pretenden acercar a técnicos y gerentes de estas empresas la normativa ambiental y las herramientas existentes para mejorar su gestión al respecto, de forma práctica, sencilla y en un formato de fácil acceso.

En esta publicación aunamos aplicación normativa y gestión de la innovación, siguiendo el camino abierto por guías anteriores como la de ecoeficiencia (2002) o las relativas a requisitos del ecodiseño (2008 y 2009).

CEPYME ARAGON

1

INTRODUCCIÓN

“No pretendamos que las cosas cambien si siempre hacemos lo mismo. La crisis es la mejor bendición que puede sucederle a personas y países, porque la crisis trae progresos.

La creatividad nace de la angustia como el día nace de la noche. Es en la crisis donde nace la inventiva, los descubrimientos y las grandes estrategias. Quien supera la crisis se supera a sí mismo sin quedar “superado”. Quien atribuye a la crisis sus fracasos y sus penurias, violenta su propio talento y respeta más a los problemas que a las soluciones.

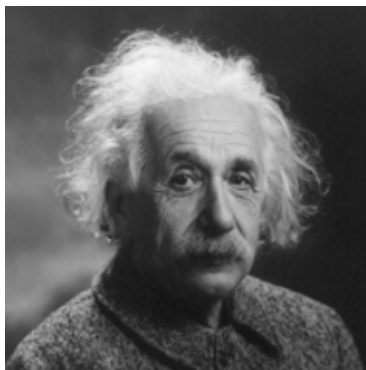
La verdadera crisis es la crisis de la incompetencia.

El problema de las personas y los países es la pereza para encontrar las salidas y soluciones. Sin crisis no hay desafíos, sin desafíos la vida es una rutina, una lenta agonía. Sin crisis no hay méritos. Es en la crisis donde aflora lo mejor de cada uno, porque en crisis todo viento es caricia.

Hablar de Crisis es promoverla, y callar en la crisis es exaltar el conformismo.

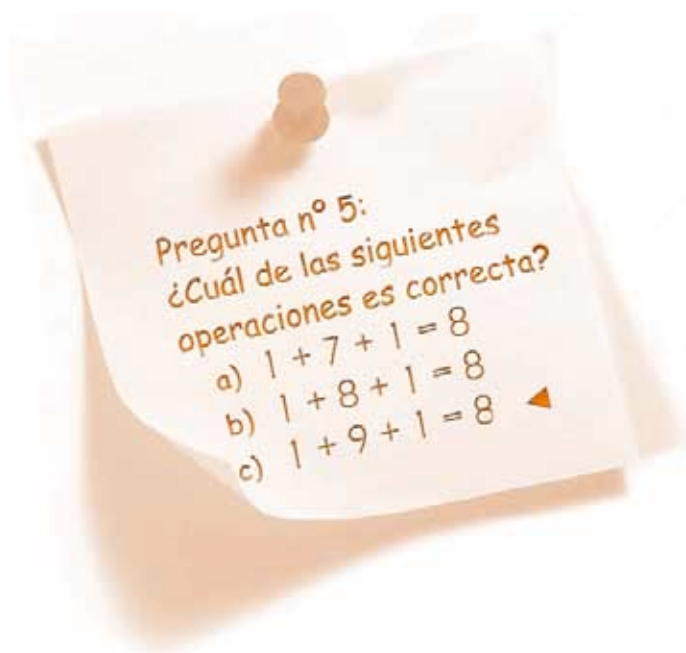
En vez de esto, trabajemos duro. Acabemos de una vez con la única crisis amenazadora: que es la tragedia de no querer luchar por superarla.”

Atribuida a Albert Einstein.



<http://www.flickr.com/photos/thomasthomas>

La portada de esta guía muestra que adoptar puntos de mira tradicionales hace que no veamos la solución a nuestros problemas.



Lo tradicional sería mirar la hoja en la dirección que es presentada, lo que nos genera confusión, ninguna de las operaciones que muestra podemos considerarla correcta. Un cambio de orientación de la página hace que lo que claramente era un nueve pueda ser un seis yentonces lo vemos.

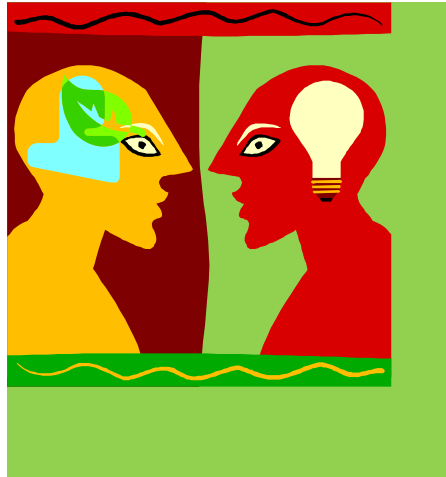
Un cambio de perspectiva respecto a lo habitual, un nuevo punto de vista nos permite entender la solución correcta.

Esta guía pretende ayudar a mostrar otros puntos de vista que permitan encontrar nueva ideas a las empresas en su gestión que les ayude a mejorar su competitividad.

Pero para comenzar, debemos poner bien claro una serie de directrices que van a ser usadas a lo largo de este documento:

- ¿Qué se entiende por innovación?
- ¿Qué relación puede haber entre la innovación y el cumplimiento de la legislación medioambiental?
- ¿Cómo podemos gestionar la información y el conocimiento?

- ¿Cómo cambiar el punto de vista?
- ¿Existen herramientas que se pueden utilizar?



2

INNOVACIÓN

“...No existe nada más difícil de realizar...., que iniciar un nuevo orden de cosas. Porque el reformador tiene enemigos, que son todos aquellos que se benefician del orden antiguo, y tan sólo cuenta como defensores poco entusiastas con quienes se beneficiarían del nuevo orden; este reducido entusiasmo provieneen parte de la incredulidad de la raza humana, que desconfía de lo nuevo hasta que ha tenido experiencia de ello”

Maquiavelo (El Príncipe 1532)

¿QUÉ ES INNOVACIÓN?

El término “innovación” esta hoy en día de moda. Basta con leer los periódicos, informes económicos, ... para que este término aparezca varias veces, siempre como la solución por la que pasan todas las medidas para el desarrollo de nuestra economía.

Pero, ¿Sabemos que es exactamente la Innovación? Veamos cómo se define en diferentes fuentes:

Norma UNE 166000:2006

Innovación: Actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de los ya existentes.

Las actividades de innovación son: incorporación de tecnologías materiales e inmateriales, diseño industrial, equipamiento e ingeniería industrial, lanzamiento de la fabricación, comercialización de nuevos productos y procesos.

Se distingue entre:

- a) Innovación en tecnología: Actividad de generación y puesta a punto de nuevas tecnologías en el mercado que, una vez consolidadas, empezarán a ser usadas por otros procesos innovadores asociados a productos y procesos.
- b) Innovación tecnológica: Actividad de incorporación, en el desarrollo de un nuevo producto o proceso, de tecnologías básicas existentes y disponibles en el mercado.
- c) Innovación en la gestión: Mejoras relacionadas con la manera de organizar los recursos para conseguir productos o procesos innovadores.

Manual de Oslo

Innovación: Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

Para que haya innovación, hace falta como mínimo que el producto, el proceso, el método de comercialización o el método de organización sean nuevos (o significativamente mejorados) para la empresa.

Principales tipos de innovación

- a) Una innovación de producto se corresponde con la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina.
- b) Una innovación de proceso es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos.
- c) Una innovación de mercadotecnia es la aplicación de un nuevo método

de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.

- d) Una innovación de organización es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.

El objeto de esta guía no es entrar en discusiones teóricas sobre que es innovación y que no es.

En esta guía:

- 📌 Innovación es hacer algo que antes no se hacía en la empresa, bien a nivel proceso, producto o cualquier otro campo, que se realiza como reacción a la presión del mercado, y que tiene como objetivo mejorar la competitividad de la empresa.

Comentemos dos pequeños matices de esta definición:

- 3 “Cambio significativo”. No incluimos el concepto para evitar subjetividad. La magnitud del cambio puede ser variable en función de quien lo valore, por eso no entraremos a valorar en esta guía la cuantificación del cambio.
- 3 “Nuevo”, lo sustituimos por “no se hacía en la empresa”. A veces el adjetivo “nuevo” nos puede hacer pensar exclusivamente en productos o procesos nuevos.

No obstante, es importante que considere estos matices si tiene previsto solicitar una subvención, ya que esta es una de las características que deben cumplir los proyectos de innovación.

En esta guía:

- 📌 La innovación es una herramienta y no un objetivo. El objetivo de una empresa es siempre el mismo: ser más competitivos.

El enfoque de este documento es dar al lector herramientas para generar ideas innovadoras, utilizando para ello el área medioambiental. Consideramos que el primer paso en innovación es poder disponer de ideas

que se conviertan en proyectos de innovación. No entraremos en esta fase, en la gestión de la innovación y de proyectos de innovación.

Pretendemos que esta guía pueda ser utilizada de manera independiente, como integrada dentro de un sistema de gestión de la innovación. No entraremos en explicar los sistemas de gestión de I+D+i, ya que existen en el mercado numerosos documentos disponibles que le ayudarán en la implantación de dicho sistema.

Sin exhaustiva, pero esperando que le sirvan de ayuda, a continuación le detallamos una serie de sitios web donde podrá descargarse documentos relativos al tema de Innovación y su gestión en Pequeñas y Medianas Empresas. (Lea estos documentos con una mente abierta, ya que algunos de ellos hacen referencia a sectores que posiblemente no estén relacionados con el suyo, pero no por ello puede utilizarlo en su empresa):

✓ VALENCIA

- ANETCOM (<http://anetcom.es>) es la asociación sin ánimo de lucro para el fomento del comercio electrónico empresarial y de las Nuevas Tecnologías en la Comunidad Valenciana (www.anetcom.es). Consulte en la siguiente dirección <http://anetcom.es/servicios/lineaed.asp>, descárguese la publicación “Guía práctica de la Innovación para PYMES”.

✓ PAIS VASCO

- El Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco tiene publicada la “Guía de gestión de la innovación para las empresas del sector de la edificación residencial”.
 - 1ª parte: [Guía práctica](#) (4,7 MB) para abordar la innovación y su gestión en las empresas del sector de la edificación residencial
 - 2ª parte: [Guía práctica](#) (4,6 MB) para la implantación de la norma “UNE 166002:2006 Gestión de la I+D+ I: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+I” en empresas del sector de la edificación residencial

La primera guía está dirigida a aquellas organizaciones que desean comenzar a abordar la innovación en su sentido amplio. La segunda, a aquellas organizaciones que, una vez realizadas actividades de innovación, desea certificar su sistema de gestión.

- o BAI Agencia de Innovación de Bizkaia es una sociedad pública dependiente del Departamento de Promoción Económica de la Diputación Foral de Bizkaia (www.bai.bizkaia.net)

Acceda a la página de publicaciones, donde encontrará interesantes publicaciones sobre Innovación.

(http://www.bai.bizkaia.net/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=28&Itemid=242),

✓ GALICIA

- o Sistema de Información Empresarial para el Fomento de la Innovación (www.siefi.org), es un proyecto aprobado en el marco de Interreg III A, orientado a desarrollar iniciativas que promuevan el fomento de la innovación en el ámbito empresarial de la euroregión Galicia – Norte de Portugal .

En la página de resultados (<http://www.siefi.org/resultados/>) podrá consultar documentos del proyecto a nivel general y con sectores en particular (automoción y madera).

- o Centro de Observación de Galicia es un servicio promovido por la Consellería de Innovación e Industria.

(<http://www.observatoriogalicia.org/observacion/index.asp>.)

Consulte el observatorio de innovación y en el apartado de informes encontrará documentación sobre Sistemas de I+D+i, vigilancia tecnológica y otros temas.

(<http://www.observatorioinnovacion.org>)

✓ CATALUÑA

- ACC10 es la agencia de apoyo a la competitividad de la empresa catalana (www.acc10.cat)

Existe un apartado con guías y documentos interesantes sobre innovación y otras herramientas.

(<http://www.acc10.cat/ACC10/cat/talent-coneixement/publicacions/guies-innovacio-internacionalitzacio/index.jsp>)

✓ MADRID

- Madri+d es una red de trabajo que agrupa a instituciones públicas y privadas de investigación y a las asociaciones empresariales regionales. (www.madrimasd.org)

En la zona de publicaciones, encontrará documentación sobre sistemas de I+D+i, así como sobre vigilancia tecnológica.

(<http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/default.asp>)

✓ NAVARRA

- Navarra Innova Aquí encontrará toda la información para conocer globalmente el Sistema de I+D+i de esta autonomía (www.navarrainnova.com)
- En el Centro Europeo de Empresas e Innovación de Navarra (CEIN) (www.cein.es), puede consultar dentro de la zona de documentación, el capítulo dedicado a Innovación.

✓ ASTURIAS

- El Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA) es una Entidad Pública, dependiente de la Administración regional asturiana (www.idepa.es). En la zona de servicios a empresas, podrá consultar publicaciones sobre innovación.
- El Club Asturiano de la Innovación es una asociación sin ánimo de lucro de iniciativa empresarial, (www.innovasturias.org)

dispone de documentación, previo asociación, así como un boletín.

✓ CANARIAS

- La Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) es el órgano de la Administración Pública de la Comunidad Autónoma de Canarias competente en el fomento de la investigación y el desarrollo científico y tecnológico, de la innovación empresarial y el despliegue de infraestructuras de telecomunicación y de servicios de la sociedad de la información (<http://aciisi.itccanarias.org/agencia/>) dispone en su zona "Biblioteca" de información al respecto de innovación

✓ ANDALUCIA

- La Asociación Red Andalucía Innovación (www.andalucia-innovacion.net), una red de cooperación empresarial, constituida por pymes andaluzas dispone de información en su área de descargas.

✓ NACIONAL

- Fundación Cotec (www.cotec.es) es una fundación de carácter empresarial con el fin de contribuir a promover la innovación tecnológica y a incrementar la sensibilidad social por la tecnología.

Cuenta con una amplia librería, en su apartado de publicaciones (requiere registrarse).

3

ENSEÑAR A PESCAR: GESTIONAR INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO

A lo largo de esta guía, daremos referencias a documentos y especialmente a sitios web donde encontrar información. Si bien en algún caso en particular daremos el enlace directo al documento, es preferible desde nuestro punto de vista dar solamente el sitio web.

Sabemos que los sitios web no son estáticos, y pueden sufrir cambios en su estructura, y los enlaces que hoy son válidos, mañana pueden no serlos, por ello, es importante saber el origen y a partir de él buscar dentro el o los documentos que nos pueden ser válidos.

Otro motivo para dar sólo la referencia es que, al igual que sucede en el arte de la pesca, si un sitio web tiene un documento interesante, la probabilidad de que existan otros documentos es alta. Investigar dentro de ese sitio probablemente nos conduzca a hallazgos de igual o mayor valía que el documento inicial de una manera más rápida que utilizando motores de búsqueda.

Existen cantidad de "aparejos", es decir herramientas informáticas, que le pueden ayudar en la labor de gestionar datos, información, conocimiento y facilitar así la innovación. Los datos están localizados en el mundo, mientras que el conocimiento lo está en las personas y en las empresas. Gestionar conocimiento permite aprovechar el conocimiento que tienen las empresas compartiendo experiencias, buenas prácticas, pero también fracasos anteriores.

Dado que la mayoría de estas herramientas son software privado, no daremos nombres, pero si las características de los software que pueden emplearse.

Recomendamos totalmente que busque dichas herramientas, que no siempre tienen un precio elevado. Un caso real, gestionar completamente una

librería electrónica de más de 15 millones de documentos, no cuesta más de 900 €.

¿CUÁL ES MEJOR BUSCADOR EN INTERNET?

Posiblemente usted responda dando el nombre de alguno de los más conocidos. Dado que esta guía va a utilizar la red internet como una herramienta para obtener información, le diremos que todas las respuestas en las que haya mencionado cualquiera de los nombres anteriores son erróneas.

Es fundamental para poder trabajar con este documento que a la respuesta anterior responda que el mejor buscador en internet es usted mismo. El resto son sólo motores de búsqueda que le ayudan en su tarea.

Todos los motores de búsqueda están limitados,

Haga una pequeña prueba:

- Entre en el buscador y utilice la opción de búsqueda avanzada.
- Introduzca en la primera casilla un término de búsqueda como "agua".
- Seleccione que le muestre 100 resultados por página y pulse "buscar".

Seguramente el resultado muestra que existen más de 80 millones de referencias. ¡Una barbaridad!

Pero sigamos con la prueba:

- Dirijase al final de la página de resultados, y verá que aparecen 10 dígitos del 1 al 10.
- Pulse sobre el 10 y se dirigirá a la página que debería mostrar los resultados entre el 900 y el 1000.

Aunque no siempre el resultado final es el mismo, verá que en esta última página no están los documentos correspondientes al rango solicitado, sino que muestran resultados de un rango inferior, probablemente alrededor del 800.

¿Dónde están los millones de resultados?

Si se dirige al final de esta página, verá que seguramente aparece una frase : “Para mostrarle los resultados más pertinentes, omitimos ciertas entradas muy similares a los XXX que ya hemos mostrado.

Si lo prefiere, puede repetir la búsqueda e incluir los resultados omitidos.

Pues bien, pulsemos sobre la opción de repetir la búsqueda y veamos los resultados.

Nos dirige de nuevo a la página inicial de resultados.

Busquemos al final de esta página, y vuelve a mostrar los 10 dígitos, pulsemos sobre el 10 e iremos a la página que debe mostrar los resultados entre 901 y 1000.

Parece que esta vez sí que tenemos estos resultados, pero si nos dirigimos al final de la página para ver si existe la página 11 (resultados entre 1001 y 1100), veremos que no existe tal página.

Puede repetir este proceso con cualquier término de búsqueda, pero nunca encontrará más de 1000 referencias.

¿QUÉ SIGNIFICA ESTO?

- Primero, que no todo es lo que parece, recapacite y piense si esto es cierto, y que tal vez sea el menos malo de los motores de búsqueda existentes en la actualidad.
- Segundo, que al efectuar una búsqueda debemos intentar conseguir el menor número de resultados pero que aporten el mayor valor añadido.

Fijese que hemos creado una especie de unidad de medida basada en el número de referencias que obtenemos de un término, y valoramos la importancia en función del número total que obtenemos de dicha búsqueda, pero como hemos demostrado, la validez de dicha unidad es relativa, puesto que nunca es posible encontrar la referencia 1001.

- Tercero, que existe información que no es accesible por métodos de búsqueda tradicionales, por diferentes motivos, algunos de los cuales son:

- ✓ Necesidad de identificarse para acceder a ciertos recursos

- ✓ Documentos que los propietarios no desean que sean accesibles a los motores de búsqueda
- ✓ Documentos que se deben solicitar previamente para recibirlos

Se calcula que sólo un 20 % de la información existente en Internet es accesible por los motores de búsqueda.

EVITAR LA ENDOGAMIA DE INFORMACIÓN Y TECNOLÓGICA.

Cuando siempre leemos de las mismas fuentes de información o escuchamos a las mismas personas, estamos trabajando en una dirección que va a limitar nuestra capacidad de innovación. Posiblemente estamos en uno de esos momentos históricos, donde tenemos las herramientas que pueden evitar la endogamia tecnológica.

Buscar información en castellano es la solución más fácil, pero también la opción que seguramente tomarán sus competidores españoles. Si queremos encontrar nuevos puntos de vista, deberemos acostumbrarnos a buscar en muchos más idiomas, no sólo inglés.

Este es sin duda una de las grandes lacras que arrastramos, pero es fundamental liberarnos de ella. Por ello, en este documento mostraremos gran diversidad de sitios en los más diversos idiomas.

Leer una novela en otro idioma posiblemente nos requiera un gran esfuerzo si no dominamos el idioma en el que está escrito. Leer un texto técnico para comprender de qué se trata es mucho más fácil.

Elimine los miedos a buscar en otros idiomas. Seguramente ya habrá comprobado, que existe, un gran volumen de información en otros idiomas, como el inglés. Por eso, gran parte de la información que encontrará en este documento hace referencia a publicaciones y sitios web en otros idiomas. Procuraremos incluir aquellas palabras clave en varios idiomas que le permitirán incrementar sus hallazgos.

4

CAMBIAR EL PUNTO DE VISTA.

Si recuerda la portada de esta guía, la respuesta correcta se obtenía cambiando el punto de vista del problema.

Precisamente este es el principal objetivo que buscamos con esta guía, cambiar la forma de afrontar los problemas para encontrar soluciones, a veces nuevas, o a veces, soluciones sencillas que no habíamos sido capaces de descubrir por estar mirando siempre el problema desde el mismo enfoque.

Por ello, le pedimos que entienda esta guía como un punto de partida para enfocar la gestión empresarial, y en particular, la gestión medioambiental con una nueva mirada. Posiblemente con la lectura de este documento encuentre soluciones particulares, pero no es nuestro objetivo, sino que sea capaz de encontrar soluciones generales que pueda particularizar a su situación (esta es la base del método TRIZ, que explicaremos un poco más detalladamente)

PIENSE LOCALMENTE, ACTÚE GLOBALMENTE.

Durante la última década hemos oído la frase de “Piensa globalmente y actúa localmente”.

Démosle la vuelta. Pensemos desde nuestra empresa, con nuestros conocimientos, con nuestro saber hacer, pero actuemos de forma global.

Diseñemos nuestra estrategia desde nuestra posición, pero no nos pongamos límite para desarrollarla.

Piense como hace 10 años, 15 como mucho, la mayoría de empresas que quisieran realizar innovación e investigación se acercaban en la mayoría de las veces a las universidades y centros de investigación más próximos.

Hoy en día no existen esas barreras y si queremos ser más competitivos debemos contar con el tejido universitario que existe a nivel mundial.

Cuesta el mismo tiempo enviar un correo electrónico a una universidad australiana que a una universidad española, (y en la mayoría de los casos, no deberá llamar por teléfono para saber si han recibido su correo).

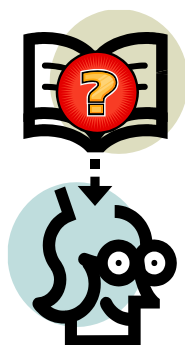


ABRA SU MENTE A NUEVOS TIPOS DE LECTURA.

Conozco pocas medianas y pequeñas empresas que estén suscritas a publicaciones de las denominadas “técnicas”. Me refiero a los “journals” donde se publican resultados de investigación de nivel universitario.

Pero son una fuente importante de ideas para las empresas, no por que conozca la estructura de una nuevo compuesto que presente unas distancias Carbono-Carbono interesantes, sino porque al comienzo de cada artículo dispone de la dirección de correo de un experto que ha trabajado con un material que podría tener aplicaciones en su proceso o producto y que permite ponerle en contacto con él de manera muy cómoda.

Recordemos el tema de los idiomas: es más fácil expresarse de manera escrita, que mantener una conversación.



COPIAR ES CORRECTO.

En un mundo donde todo debe ser políticamente correcto, parece que se ha eliminado la palabra “copiar”.

En una guía que hable de innovación, es fundamental retomar esta palabra como origen de ideas y de innovación. Pero copiar no es plagiar, copiar debe hacerse cumpliendo los requisitos legales, respetando los derechos y utilizando los permisos necesarios si fueran necesario.

Es muy frecuente en culturas diferentes a la española el intercambio de experiencias de éxito pero también de fracasos, lo que sin duda permite evitar errores que otros cometieron y copiar lo que ha funcionado.



UTILICE HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS COMPLEJAS.

Existen metodologías que son aparentemente tan complejas que sólo especialistas parece que pueden usarlas. Pero esto no es verdad, por muy compleja que parezca una metodología siempre puede ser usada a un nivel básico, que permita aprovechar ciertas ventajas.

Ecodiseño, Análisis del Ciclo de Vida (ACV) o la metodología TRIZ les pueden parecer complejas, pero siempre se puede aprovechar con un nivel básico. Pierda el miedo a ponerlas en práctica en su empresa.



SPIN-ON.

Seguramente conocerá más en el término spin-off, con el que se hace referencia a las empresas que se forman desde la universidad. Pues bien, con "Spin-on" queremos hacer referencia a la inversión de que sea la universidad la que salga a formar empresas, si no que sea la empresa la que entra en la universidad para poder utilizar los medios que esta dispone, pero además con una gestión puramente empresarial, y no universitaria.

Con este término pretendemos hacer referencia a la necesidad de que se utilice por parte de las empresas el potencial de investigación que disponemos en la actualidad, pero además teniendo en cuenta que el mercado internacional ha cambiado en la última década



$I + (i+d)$.

Si bien una de las propiedades de la suma es que el orden de los sumandos no altera el resultado, proponemos alterar el orden de la famosa ecuación $(I+D+i)$ (Investigación + Desarrollo + innovación) que se plantea como solución para la mejora de la competitividad de las empresas, por la siguiente:

$I+i+d$: I + investigación + desarrollo: mejora de la competitividad,

Donde I se traduce como Innovación, Inteligencia, Información, Intercambio e Interés.

$I^5 + (i+d)$.

Veamos el desglose de las 5 I

- Innovación, antes de i+d, ya que no todas las innovaciones tienen que realizar Investigación y Desarrollo.
- Inteligencia, tanto personal como colectiva de toda la empresa para mejorar competitivamente. Pensar es gratis.
- Información, que debemos poner en movimiento.

Si el aire fuera la información, el uso básico del aire es la respiración para mantener las funciones básicas del ser humano, y la información sin movimiento no nos ofrece más que mantenernos, pero para poder diferenciarnos e innovar, hay que utilizar el movimiento del aire que es el viento.

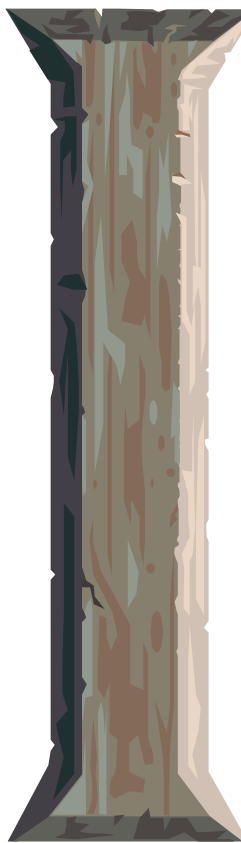
Hay que utilizar la información en movimiento, que podemos llamar conocimiento.

Si hemos desarrollado aerogeneradores para convertir la energía eólica en energía eléctrica, debemos utilizar la información en movimiento para generar innovación

- Intercambio, de información, de conocimientos, de datos,... es decir Comunicación.

Las Tecnologías de la Comunicación actuales (retiro el término Nuevas, que todavía sigue utilizándose) no funcionan si no hay interés en la comunicación. Debemos utilizarlas para comunicarnos con otras personas que hace una década habiéramos tenido difícil acceso.

- Interés en mejorar, en ser más competitivos, en respetar nuestro entorno, en comprender y asimilar los nuevos escenarios que se plantean y plantearan, en trabajar con la mente abierta, en considerar a las personas como el mejor recurso de las empresas.



5



nnovación



nteligencia



nformación



ntercambio de información



nterés en mejorar

5

LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL

“Todos los imperios del futuro serán imperios del conocimiento y solamente los pueblos que entiendan cómo generar conocimiento y cómo protegerlo, cómo buscar jóvenes que tengan capacidad para hacerlo y asegurarse de que se queden en el país, serán países exitosos.

Los otros, por más que tengan recursos materiales, materias primas diversas, litorales extensos, historias fantásticas, etc. Probablemente no se queden ni con las mismas banderas, ni con las mismas fronteras, ni mucho menos con un éxito económico”.

Albert Einstein, 1940

El cumplimiento con la legislación medioambiental no es el objetivo de esta guía, es uno de los resultados.

Si lo único que nos interesara con la elaboración de esta guía es el cumplimiento con la legislación, nos tendríamos que limitar a listar los requisitos medioambientales que actualmente están en vigor, y posiblemente en pocos meses ya estaría obsoleta.

El punto de vista de esta guía es utilizar el medioambiente como punto de partida para realizar innovación en las empresas, conseguir que sean más competitivas y que el cumplimiento de los requisitos medioambientales actuales y futuros se satisfagan de manera más ágil.

UNA NUEVA PERSPECTIVA

Actualmente estamos asistiendo a una fuerte y rápida cambio en la estrategia medioambiental en general, y en la industria en particular. Debido a nuevos tipos de presión del mercado y a nuevas políticas legislativas desde los gobiernos. Este cambio esta basado en tres elementos claves:

1. El reconocimiento de sistemas globales.

2. El desarrollo e implantación de mecanismos de desregularización.
3. El creciente reconocimiento de los parámetros medioambientales coste-beneficio a largo plazo y competitividad global de las empresas

1.- El reconocimiento de los sistemas globales

El primero de los elementos, los sistemas globales, aunque es un concepto conocido hace ya tiempo, tuvo su impulso con el informe de la Comisión Brundtland ("Our Common Future", WBCSD, 1987).

Los sistemas globales significan que se tiene en cuenta la relación de los diferentes sistemas (producción, medioambiente, social, etc...) en la producción de un bien o servicio, tanto en espacio y tiempo. Esta vendría a ser la traducción del termino "desarrollo sostenible" introducido en dicho informe.

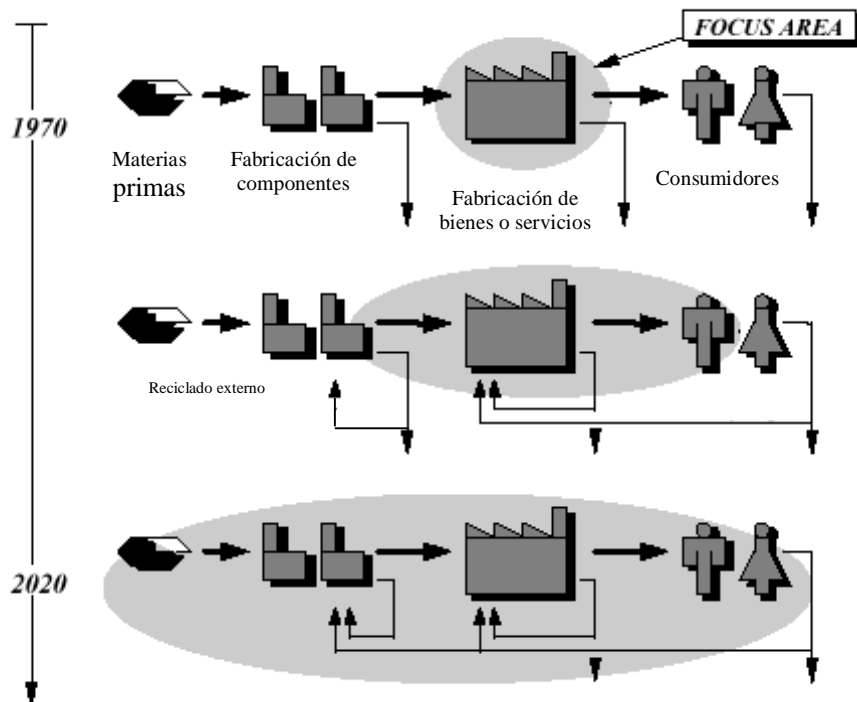


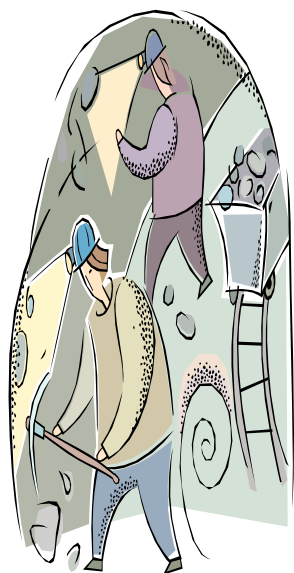
Figura 1: Evolución hacia los sistemas globales

Hay una diferencia principal actualmente entre el metabolismo natural y el industrial. Los ciclos naturales del agua, carbón, nitrógeno, etc. son

circuitos virtualmente cerrados: Los residuos de un subciclo natural pueden ser usados en otro subciclo natural. El sistema industrial, por otra parte, todavía no recicla todas sus entradas o inputs. El sistema industrial actual comienza por la extracción de materiales de calidad extraídos de la tierra, devolviéndolos de una forma degradada. Ésta es una situación inestable, siendo uno de los retos convertir en sostenible nuestra estructura productiva actual.

Por supuesto, ésta es una indicación ruda, mostrando un número de fuerzas motrices principales en vez de una estimación bien definida de demandas ambientales futuras. Habrá asuntos ambientales que demanden reducciones más altas, y otros que demanden inferiores. A continuación se detallan unos problemas tipificados y las consecuencias posibles para los sistemas de producción corriente.

Materiales:

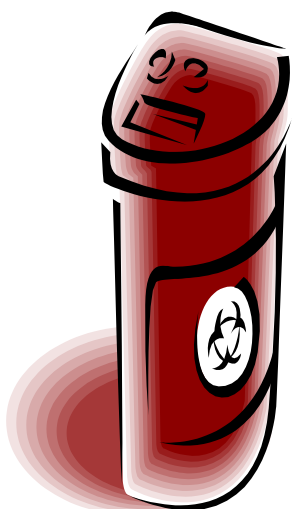


Ya, desde principios de los años 70, ha habido advertencias y pronósticos de que ciertos recursos no renovables se agotarán en un marco de tiempo previsible, dicen, 50 años. Tales amenazas todavía no se han materializado. Por otra parte, está claro que las demandas relacionadas con el factor de crecimiento de consumo, estimado entre 10 y 20 en la siguiente generación, serán enormes. Para un número de materiales escasos esto significará: Usar minerales de calidad inferior, un esfuerzo muy alto para extraerlos y refinarlos, y por último, pero no menos importante, impactos ambientales más altos relacionados con este proceso. Uno puede esperar eso, tarde o temprano, condiciones más estrictas en el límite de uso de tales materiales. Para estos materiales esta presión favorecerá los procesos en los cuales el reciclaje sea alto y, claro está, favorecerá el uso de materiales alternativos menos escasos que puede servir para las mismas aplicaciones.

Calentamiento global: La energía proveniente de combustibles fósiles es un ejemplo específico de un recurso no renovable. Generalmente se creyó que la cantidad de combustibles fósiles sería suficiente para los próximos siglos, pero la calidad sería inferior: El carbón es el recurso más abundante; El gas probablemente se agotará mucho antes. Además las emisiones de CO₂ provenientes del uso de combustibles fósiles, y el efecto invernadero relacionado, van a restringir el uso de energía fósil pronto. En la comunidad científica existe un consenso razonable de su influencia en el clima de la tierra. La presión futura se está desarrollando sobre las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de combustibles fósiles. La conservación de energía y la introducción de energías renovables son los asuntos en los que pueden esperarse meter más atención las siguientes décadas.



Sustancias tóxicas: Hay una tendencia general para prevenir las emisiones de sustancias tóxicas como metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes. La eliminación de tales sustancias en los procesos de producción es la solución correcta. En teoría, pueden ser guardados en circuitos cerrados para su uso en aplicaciones cerradas, y todos los residuos reciclados o tratados. Sin embargo, en la práctica, esto hace la gestión de residuos más complicada, cara y vulnerable en los casos de errores. Específicamente, el uso de metales pesados es problemático ya que no pueden ser destruidos por medio de la gestión de residuos y esto supone un tratamiento a largo plazo. Un problema más



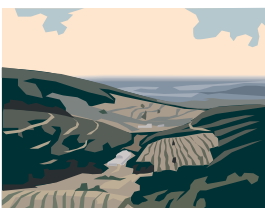
fundamental es el conocimiento limitado acerca de los efectos tóxicos de las 100.000 sustancias antropogénicas que ahora están en uso. Tal vez unos miles de estas sustancias han sido probadas, principalmente su toxicidad y poder carcinógeno, pero no está claro que todos los efectos sean conocidos o hayan sido tomados en consideración. En el futuro, se podrían ver medidas dirigidas a minimizar la cantidad de productos químicos hechos por el hombre en la sociedad, para usar sólo aquellos cuyas propiedades estén bien conocidas y para erradicar todos los productos químicos no naturales que posean propiedades persistentes.

Residuos:



Como una respuesta para disminuir uso de recursos, y a evitar uso de espacios para vertederos, Europa se ha embarcado en una política que fuertemente anima el reciclaje y el aprovechamiento. A corto y medio plazo, los productores tendrán una responsabilidad mayor en los residuos que guardan relación con sus productos. Se podría decir que los flujos de salida de los procesos de producción están siendo cada vez más estrictamente regulados, mientras que los flujos relacionados con la entrada (uso de los recursos y la energía) están empezando a ser regulados.

Otros efectos:



Eutrofización, acidificación y formación de humo y niebla son todos problemas con un enfoque más local. La eutrofización puede cambiar las condiciones para la agricultura en ciertas regiones. Para sectores no directamente o indirectamente involucrados con la agricultura este tema puede parecer de menor importancia estratégica. La

acidificación está principalmente relacionada a los procesos que producen energía, y así con el uso de energía en el ciclo de vida de un producto, y con el transporte. La formación de humo y niebla está principalmente relacionada a las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's).

Puede que inicialmente, sus productos y/o servicios no estén siendo objeto de la presión medioambiental, pero no olvide que cada vez tendemos a pensar en sistemas globales, y puede afectar a cualquier parte de la cadena.

No olvide los procesos y productos que originan sus materias primas. Extienda sus conocimientos hacia ellos, y tengan en cuenta como están o van a ser afectados en corto o medio plazo.

No se despiste, anticipese a las exigencias legislativas. Consulte de manera habitual la página de la Dirección General de Medioambiente de la Comisión Europea de la UE:

http://ec.europa.eu/dgs/environment/index_en.htm

pero también otras DG, como la Dirección General de Empresa e Industria:

http://ec.europa.eu/enterprise/index_es.htm

No se limite a la legislación ambiental que le aplica, piense en toda la cadena que puede afectar a sus productos y servicios. Y aunque estos no estén sometidos a la presión legislativa medioambiental, piense que en breve podría verse afectado.

Un punto de partida es el Programa de asistencia para el cumplimiento de la normativa medioambiental para PYME (ECAP, de la siglas en ingles Environmental Compliance Assistance Programme for SMEs)

<http://ec.europa.eu/environment/sme/index.htm>

Pero no olvide que cada vez más, los asuntos no se pueden limitar al entorno europeo, consulte y conozca las iniciativas a nivel mundial.

Como inicio, visite la página de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

<http://www.oecd.org/>

2.- El desarrollo e implantación de mecanismos de desregularización

El proceso de desregularización ha comenzado hace poco tiempo, dirigiéndose hacia instrumentos de regularización basados en el mercado, el cual ha demostrado ser eficiente en términos de combinar autojusticia, responsabilidad y flexibilidad, esperándose juegue un papel importante con la regulación gubernamental en los próximos años.

El camino exacto en la cual las metas de la sostenibilidad serán traducidas a las demandas y las oportunidades diferirán en cada situación. Aun si los límites medioambientales pudiesen ser científicamente determinados, hay todavía un proceso social que determina cuando, como y en qué forma estos límites se aplicarán. Algunos asuntos serán potenciados y otros ignorados - dentro de ciertos límites.

La siguiente declaración de un fabricante de PVC nos muestra un ejemplo:

“Algunos grupos en la sociedad realmente miran con un microscopio cualquier problema de toxicidad que pueden encontrar con nuestro material y parecen olvidarse de preguntarse sobre los aditivos, pigmentos, pinturas y catalizadores en otros materiales”.

La industria tiene que ocuparse de este asunto si la sociedad lo demanda, a pesar de si está en lo cierto o no, desde el punto de vista científico.

Varios tipos de demandas y oportunidades pueden esperarse. En algunos casos, esto se traducirá en legislaciones.

Ejemplos de esto son prohibiciones en el uso de ciertas substancias, los requisitos de reciclado y las normas cada vez más estrictas de la emisión. Pero estas demandas como los permisos más estrictos y la implantación de sistemas de gestión medioambiental son una consecuencia. En otros casos, la opinión de los clientes o de otros agentes sobre la credibilidad medioambiental de la empresa o en su producto puede influenciar de gran manera en el éxito de la compañía en el mercado.

También, los cuellos de botella en términos de uso de recursos relativamente escasos y/o generación de residuos y emisiones en grandes cantidades podrían conducir a gastos cada vez más altos. Por esta razón tanto bancos y compañías de seguros se están volviendo interesados en el desempeño ambiental de una empresa, y de sus “herencias”, como la obligación de recuperación de suelos contaminados. Para ellos, una empresa con una política ambiental acertada y pocos problemas medioambientales, posee un bajo riesgo de problemas un riesgo de punto bajo.

Consulte la información proveniente de organizaciones medioambientales, le permitirán conocer que asuntos preocupan o preocuparán a la sociedad, al mercado.

Puede consultar las direcciones web de las organizaciones no gubernamentales tales como:

- Greenpeace (<http://www.greenpeace.org>)
- World Wide Fund (<http://wwf.org/>)
- Environmental Defense Found (<http://www.edf.org>)
- Otras (Basta con que introduzca en un buscador Environmental Non Governmental Organizations o (Environmental NGO)

Otra forma de conocer las inquietudes del Mercado es a través de las consultas públicas sobre nuevas legislaciones medioambientales que realiza la Comisión Europea.

Puede consultar las actuales consultas, así como pasadas consultas, en la siguiente dirección:

http://ec.europa.eu/environment/consultations_en.htm

Conozca y estudie lo que las partes interesadas (stakeholders) opinan sobre su producto y/o servicio y adelántese a las futuras exigencias. Descubra posibles nichos de mercado que empiezan a aparecer.

3. - El creciente reconocimiento de los parámetros medioambientales coste-beneficio a largo plazo y competitividad global de las empresas

Finalmente, el criterio coste-beneficio será siempre de vital importancia en las empresas industriales. Las últimas tendencias muestran que las inversiones medioambientales solo se aceptan si su pay-back es menor de 3-5 años, y muy frecuentemente, menos de 1 año.

Sin embargo, cada vez mas frecuentemente, las industrias comentan que la competitividad internacional (éxito o fracaso) depende de la política medioambiental de la empresa.

La implantación de tecnologías que eviten la contaminación o "clean production" junto con un diseño de producto y procesos en línea con estas tecnologías estan demostrando una relación coste-beneficio mas eficiente que la tradicional de control al final de linea (end-of-pipe). Esta razón, junto con que la administración está poniendo límites cada vez mas estrictos, es una de los principapes motores de la evolución hacia las técnicas de prevención o eliminación de la contaminación.

EVOLUCION DE LA GESTION MEDIOAMBIENTAL EN LA INDUSTRIA

El proceso evolutivo en la gestión medioambiental se muestra en el cuadro siguiente:

EVOLUCION DE LA GESTION MEDIOAMBIENTAL INDUSTRIAL	
1	La solución a la contaminación es la dilución
2	Control de la contaminación
3	Prevención de la contaminación
4	No producir contaminación

Esta es sin duda la correcta evolución teórica, si bien todos aquellos que hayan trabajado en contacto con las empresas, especialmente las pequeñas

y medianas, serán conscientes de que la realidad no ha sido tal como refleja el cuadro, estando muchas de ellas en la etapa 2, la del control de la contaminación.

La figura siguiente, muestra un acercamiento más real a la situación actual.

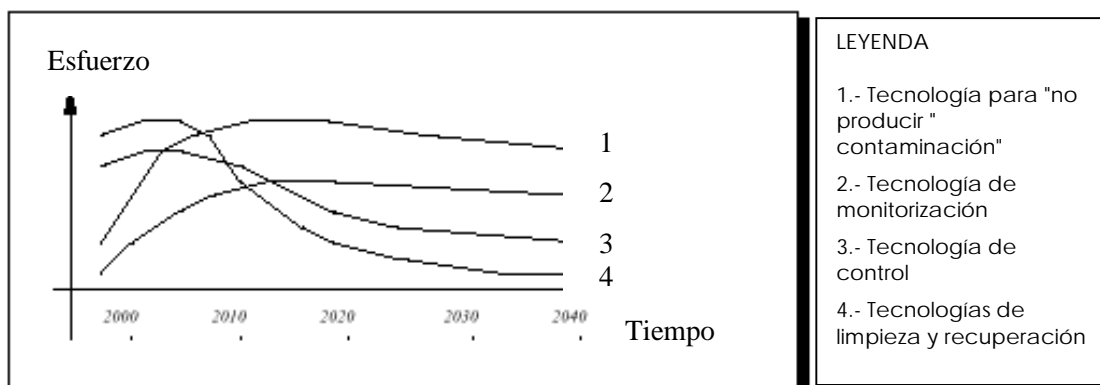


Figura 2: Desarrollo de Tecnologías (U.S. White House, 1995)

Como se ve en la figura 2, según un estudio realizado por la U.S. White House, en colaboración con el NSTC (National Science and Technology Council), en las próximas décadas se va a producir un cambio en el desarrollo de tecnologías.

Actualmente, son las de control y restauración y limpieza las que más esfuerzo están necesitando. Sin embargo en las próximas décadas, se va a producir un giro hacia las tecnologías que eviten la contaminación, concluyendo el informe afirmando que dichas tecnologías van a ser la estrategia número uno.

Asimismo comenta que la eliminación de la contaminación se podrá realizar bien a través de cambios operacionales, incluyendo el cambio de materiales, prácticas o procedimientos que reduzcan o eliminen los residuos o bien, a través de cambios institucionales, como programas de formación de trabajadores, programas de calidad total, inventarios *just-in-time*, contabilidad medioambiental, análisis del ciclo de vida, "*design for environment*", etc.

En 1992, el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), en su obra *Changing Course*, introdujo el término Ecoeficiencia, definiéndola como:

“La distribución de bienes y servicios, a precios competitivos, que satisfacen las necesidades humanas y mejoran la calidad de vida al tiempo que reducen los impactos ecológicos y la intensidad de recursos a lo largo de su ciclo de vida a un nivel al menos igual a, la capacidad de carga estimada del planeta”.

Una definición más simple es:

“Producir más con menos”

La necesidad de estudiar esta ecoeficiencia medioambiental a largo plazo se plantea necesaria. Ya existen países que han comenzado a trabajar sobre ello como Estados Unidos y su agencia USEPA; Holanda, a través del Dutch Committee for Long-Term Environmental Policy (CLTM, del RMNO), etc. Precisamente, este último publicó un libro donde se indicaban las fases en las que la tecnología podía optimizar su ecoeficiencia.

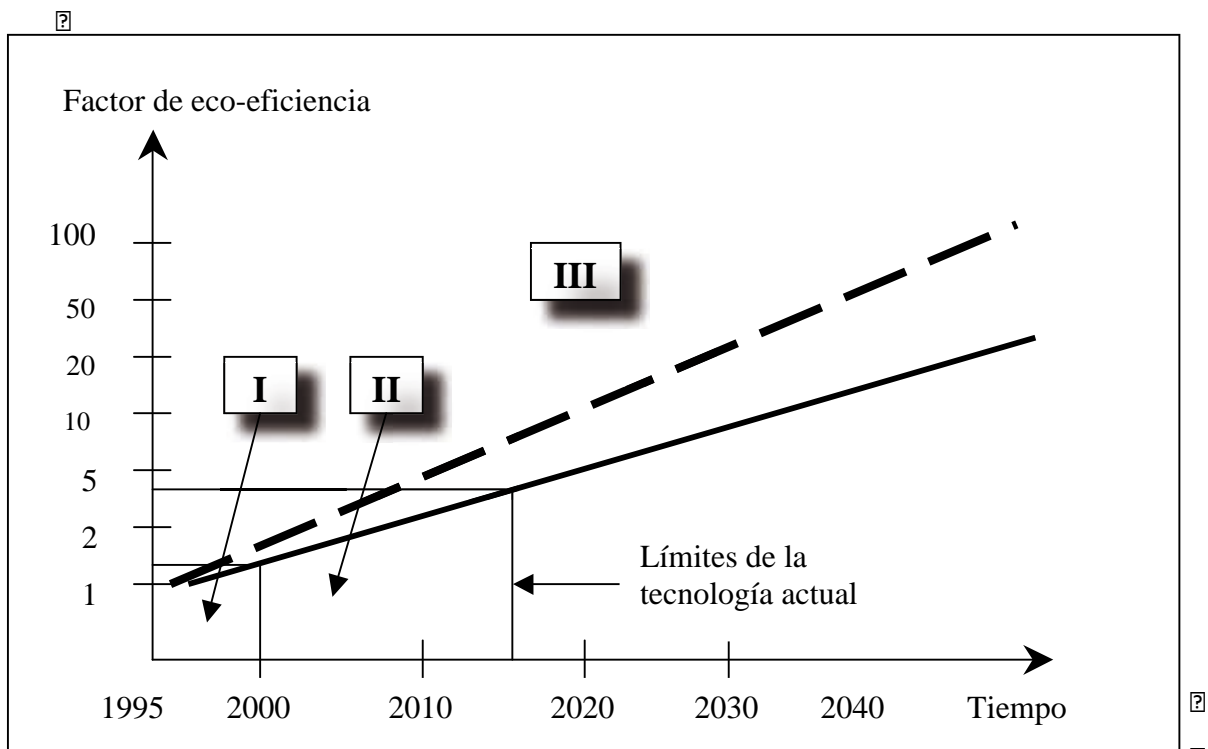


Figura 3: Diagrama de las tres fases de evolución de la tecnología

Fase I: "Protección medioambiental".

- Ataca a necesidades a corto plazo.
- Enfatiza la calidad medioambiental de procesos y productos
- Aplicación de tecnologías de control y monitorización de procesos
- Uso periódico de auditorías medioambientales
- Incremento de la eficiencia medioambiental en un factor de 1.5

Fase II; "Tecnología medioambiental"

- Aplicación de tecnología actual, enfocada tanto a evitar como a controlar la contaminación
- Incremento de la eficiencia medioambiental en un factor entre 1.5 y 4 en 15-20 años

Fase III: "Tecnología Sostenible"

- No consiste en mejoras de las tecnologías actuales
- Búsqueda de nuevas tecnologías y conceptos
- Incremento de la eficiencia medioambiental en un factor entre 10 y 50,

Con los límites de la tecnología actual, el factor de ecoeficiencia no llega a superar el valor 5. Para poder alcanzar un nivel de ecoeficiencia que satisfaga las necesidades futuras, deberemos dar un salto HACIA NUEVAS TECNOLOGÍAS.

6

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV)

El Análisis del Ciclo de Vida es, de acuerdo a la definición de la Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) en su "Code of Practice", es "una técnica que permite evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso productivo o actividad antropogénica, mediante:

- A. Identificación y cuantificación del consumo de recursos (materias primas y energía) y de las emisiones (atmósfera, agua, residuos,...) que tienen lugar al entorno.
- B. Evaluación del potencial impacto en el medio ambiente atribuible a los recursos consumidos y a las emisiones al medio ambiente.
- C. Identificación y evaluación de las oportunidades de minimizar las afecciones medioambientales originadas por el producto, proceso o actividad".

Por su parte, la norma UNE-EN ISO 14040 (Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Estructura), define al ACV como una "técnica que permite evaluar los aspectos medioambientales y los potenciales impactos asociados con un producto/proceso o actividad, a través de:

- A. Recopilación de un inventario de las entradas (materia y energía) y las salidas (productos, emisiones atmosféricas, residuos sólidos, etc.) relevantes del sistema (producto, proceso y/o actividad objeto de estudio
- B. Evaluación de los potenciales impactos medioambientales generados como consecuencia de las entradas y salidas mencionadas en el paso A.
- C. Interpretación de los resultados de las dos etapas anteriores (inventario y evaluación de impacto), de acuerdo a los fines que se pretendan lograr con el ACV.

EL ACV PUEDE COMO UNA HERRAMIENTA INTERNA PARA LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL.

Cada vez más, la legislación medioambiental europea está introduciendo el ACV en el desarrollo de textos normativos, como en el caso de la legislación sobre envases y residuos de envases o los criterios para la concesión de la etiqueta ecológica europea.

Sin embargo, la metodología ACV presenta también sus detractores. La aplicación purista de esta metodología tiene dificultades a la hora de establecer los límites de aplicación del análisis, así como la disponibilidad de datos técnicos que puedan aplicarse de manera generalista (por ejemplo, la obtención de valores de impactos ambientales derivados del uso de la energía, depende de las fuentes energéticas en cada país; Francia tiene mayor dependencia de las fuentes nucleares que España, que por el contrario dispone de mayor número de fuentes energéticas que usan combustible fósil).

Por ello, nos vamos a limitar a presentar el ACV como una herramienta para la gestión medioambiental y no tanto en la utilización científica correcta del método.

¿Por dónde empezar?

Desde finales de los años 90, es cada vez más frecuente la publicación de datos sobre ACV, y de herramientas para facilitar su uso.

Para comenzar, recomendamos visitar la

- Iniciativa LCA del Programa Medioambiental de las naciones Unidas

<http://lcinitiative.unep.fr/>

- Proyecto ECO SMES. Proyecto financiado por la U.E., donde dispone de información sobre ACV y su aplicación práctica

<http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=ES&navID=info&subNavID=1&pag>

[ID=6](#)

- IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco).
Dispone de publicaciones y software para la aplicación del ACV y Ecodiseño. (requiere registrarse)
<http://www.ihobe.net/>

Si quiere profundizar más en la materia,

- SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry), cuyo objetivo es el desarrollo de la metodología y los criterios de ACV y que actualmente lidera este tema.
<http://www.setac.org/>
- Plataforma europea del ACV
<http://lct.jrc.ec.europa.eu/eplca>
- BUWAL (Swiss Federal Office of Environment, Forest and Landscape) ha desarrollado numerosos trabajos sobre ACV e incluso una metodología propia (BUWAL-250)
<http://www.bafu.admin.ch>
- APME (Association of Plastics Manufactures in Europe) y PWMI (European Center for Plastics in the Environment).
<http://www.plasticseurope.org/>
- LCA Food Database (ACV de sector de alimentación)
<http://www.lcafood.dk/>
- SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development), asociación formada por 20 grandes compañías europeas, con el objetivo de potenciar y normalizar el uso del ACV.
<http://lca-net.com> o <http://spold.org>
- American Center for Life Cycle Assessment.
<http://lcacenter.org/>
- Software LCA: Sin duda uno de los más completos es SIMAPRO, desarrollado por PRE Consultants, y de la cual podemos descargar una versión demo a través de su página web.
<http://www.pre.nl>

¿Cómo puede utilizar la información de ACV para tomar decisiones.?

La manera que va a obtener la información sobre ACV es como muestra las tablas siguientes.

El ejemplo se ha obtenido del proyecto ECOSMEs , concretamente de la siguiente dirección

<http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=ES&navID=kitchenFurniture&subNavID=2&pagID=6>

Para la fabricación de muebles de cocina, las tablas muestran los datos correspondientes a la fabricación de 1 kg de puerta laminada. Los datos son obtenidos de diferentes fuentes y muestran los impactos medioambientales de la fabricación de una unidad de referencia (en este caso corresponde a 1 kg de puerta laminada).

Las tablas que se muestran corresponden a los valores de la fase de fabricación (existen datos complementarios a las diferentes fases, como transporte, eliminación, uso del producto u obtención de materias primas, que tendrían un formato similar).

El primer paso para poder utilizar esta información, sería calcular los valores para su propio proceso productivo. Y apuntarlo junto con el valor teórico que existe en las tablas.

Seguramente, podrá observar datos que le llamarán la atención, bien por estar a su favor (menor que los teóricos) o por el contrario, algún valor suyo podrá estar sensiblemente por encima del teórico.

LA TOMA DE DECISIONES

Varias son las decisiones que se le pueden plantear:

- Pregúntese por la situación de aquellos valores que estén por encima, se pueden presentar opciones de mejorar, estudiando nuevos procesos o máquinas que sean medioambientalmente más eficientes.

- Si sus valores son mejores que los que muestran el inventario ACV, pregúntese si está utilizando este argumento comercial en su proceso comercial.
- Si tiene que decidir entre dos nuevos procesos o materiales, obtenga los datos de ACV para poder incluirlos en su toma de decisiones. La utilización de un material mas ligero puede verse favorecido en la fase de transporte e incluso en la fabricación, pero en contra, su proceso de eliminación puede verse penalizado si el material no es reciclable, frente a un material más pesado, pero que si que presenta la oportunidad de reciclado.

Tabla 1 - Materiales auxiliares (unidad de referencia: 1 kg de puerta laminada)

Materiales, productos y componentes de madera semiacabados	Cantidad (gr)	Tipo de transporte	Distancia (km)	Tipo de embalaje	Cantidad (kg)	CALCULE SU VALOR
Agua	8.3x10 ⁻⁴	Red pública				
Disolvente	0.3	Camión 7,5 T E4	20	Botella de Polietileno	0.004	

Tabla 2 - Consumo de energía (unidad de referencia: 1 kg de puerta laminada)

Energía	Unidad	Cantidad	CALCULE SU VALOR
Electricidad	Kwh	0.14	
Madera	kg	0.05	
Gas natural	MJ	0.057	

Tabla 3 - Emisiones al aire (unidad de referencia: 1 kg de puerta laminada)

Emisiones al aire	Unidad	Cantidad	CALCULE SU VALOR
CO ₂	Kg	0.0012	
CO	mg	0.014	
NO _x	g	0.32	

Tabla 4 - Emisiones al agua (unidad de referencia: 1 kg de puerta laminada)

Emisiones al agua	Unidad	Cantidad	CALCULE SU VALOR
DQO	mg	0.032	
NH ₄	g	0.0014	
Sólidos en suspensión	mg	0.07	

Tabla 5 - Residuos (unidad de referencia: 1 kg de puerta laminada)

Residuos	Unidad	Cantidad	CALCULE SU VALOR
Residuo hasta la deposición final, peligroso	g	0.018	
Residuo hasta la deposición final, no peligroso	g	3.9	
Residuo para recuperar, peligroso	g		
Residuo para recuperar, no peligroso	g	91	

- Estudie también el resto de fases del inventario ACV:
 - o Materias primas
 - o Transporte
 - o Uso y
 - o Eliminación.
- Su proceso, producto o servicio puede estar optimizado para una fase, pero el resultado se debe ver desde un punto de vista global, desde "la cuna a la tumba".
- Identifique sus valores actuales susceptibles de mejorar y establezca una planificación para alcanzar los valores que se marque como objetivo.
- Antes de emprender ninguna acción, no se limite a estudiar los valores de ACV de una sola fuente, busque fuentes de información alternativas. A veces, los valores pueden variar en función de los parámetros iniciales de partida (alcance, límites del sistema,...). Puede obtener valores discrepantes con su producto o proceso, pero por usar diferentes metodologías.
- Recuerde que también una discrepancia en los datos propios y los de ACV puede permitir identificar la utilización de materias primas diferentes o de procesos distintos.
- Repita esta operación para todos sus procesos, productos y servicios, de cara a obtener un mapa de todos los inputs y outputs propios comparados con los valores de los inventarios de ACV.

- En algunos casos, es posible que necesite profundizar más. En estos casos es conveniente utilizar herramientas informáticas que le permitirán manejar más fácilmente la información. Estas herramientas, como SIMAPRO, también puede utilizarlas cuando no encuentre información acerca de un producto o proceso, ya que puede generar el inventario de inputs y outputs a partir de las bases de datos que disponen.

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

- Estudie alternativas de materias primas y procesos desde el punto de vista del Análisis de Ciclo de Vida. Aquellas empresas que incorporen en su toma de decisiones los factores medioambientales están tomando posiciones de partida preferente frente a otras.
- Incluir en la toma de decisiones factores como las ventajas de incorporar materias primas recicladas, el análisis del uso del producto o servicio en la fase de uso (eficiencia en el uso) o la facilidad para la reciclabilidad en la parte de eliminación de producto, junto con el conocimiento de las posibles legislaciones medioambientales que pueden afectar a estos puntos de vista, sin duda le supondrá ventajas competitivas, tanto por planear anticipadamente la implicación de nuevos requisitos legales, como por la puesta en el mercado de productos y servicios más respetuosos con el medio ambiente.

UTILICE LA INFORMACIÓN.

- Dado que el tema medioambiental cada vez es más utilizado como factor de decisión a la hora de realizar adquisiciones, utilice la información que ha obtenido sobre el ciclo de vida de sus productos y servicios para incluirlo en sus argumentos de venta
- Calcule las emisiones de gases invernadero que se generan en el ciclo de vida de sus productos para realizar compensaciones voluntarias de

carbono que muestren a sus clientes la neutralidad de sus productos o servicios.

- Las grandes empresas, están sometidas a una presión por parte de gobiernos y partes interesadas para poder mostrar al público su correcta gestión medioambiental. Esto se trasladará en exigencias medioambientales hacia sus proveedores para poder reducir su huella medioambiental. Si sus clientes son este tipo de empresas, o sirve a proveedores de estas, piense que poder mostrar como realiza la toma de decisiones bajo el prima del ACV, puede resultar atractivo para sus clientes.
- Piense en la conveniencia de obtener etiquetas ecológicas (ecological labelling) para sus productos. Existen gran cantidad de mercados y productos donde existen este tipo de etiquetas. Consulte para cada país cual es el modelo existente (la mayoría de ellos utiliza criterios ACV en sus bases). Estudie que le falta para poder optar a las mismas, y planifique, si le interesa, obtenerlas, o por lo menos, estar en disposición de conseguirlas si en un momento determinado así lo decide.

BUSQUEDA DE INFORMACIÓN.

- El tema del análisis del ciclo de vida es un buen comienzo para buscar información en publicaciones científicas y técnicas, dado que se han publicado numerosos artículos que contienen datos de ACV.
- Para ello basta con buscar en ingles "Life Cycle Analysis" y journal para encontrar referencias a artículos sobre la materia. Puede concretar más si añade el sector o proceso que quiere conocer en profundidad.

6

LA METODOLOGÍA TRIZ

“Nunca es demasiado temprano para pensar en mañana”

Federico Mayor Zaragoza

¿QUÉ SIGNIFICA TRIZ?

TRIZ es el acrónimo de “Teorija Rezbenija Izobretatelskib Zadach” que significa “Teoría de Solución de Problemas de Invención”.

Es un método para la búsqueda de soluciones innovadoras para el éxito empresarial, que apoya el pensamiento, no lo reemplaza.

Si no lo conocía hasta ahora, sepa que está siendo utilizado por empresas como las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1: Ejemplos de empresas que utilizan la metodología TRIZ

Movistar	Chrysler Corp.
Nasa	3M
Ford Motor Co.	General Motors Corp.
Siemens	Xerox Corporation
Motorola	Phillips
LG	Procter & Gamble

Sería un éxito para nosotros que pudiera incorporar su empresa en esta tabla.

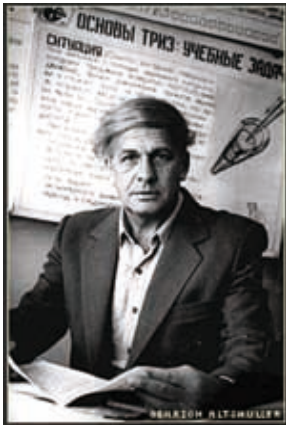
HISTORIA

En 1946, Genrich Altshuller, un ingeniero ruso de 22 años, que trabajaba como examinador de patentes de la armada Soviética, tras revisar más de cientos de miles de patentes, llegó a la conclusión que se podían clasificar las patentes por su “principio inventivo”, es decir, por la forma de resolver el problema.

Había llegado a la sorprendente conclusión de que la mayoría de las invenciones respondían a una metodología, a una serie de pautas repetitivas y que se podía aplicar a cualquier nueva invención que se intentara acometer.

Con motivo de su hallazgo, escribió una carta a Stalin proponiéndole ideas para mejorar la tecnología de la Unión Soviética.

Irónicamente, fue puesto en prisión en Siberia ya que de sus ideas se desprendía que lo Soviético se podía mejorar, lo que significaba que no era perfecto. En su estancia en Siberia, Altshuller contactó con otros científicos disidentes y esto le brindó la ocasión de perfeccionar las ideas y desarrollar la Teoría para Resolución de Problemas de Invención, más conocida como TRIZ. Una técnica que permite a cualquier persona mejorar notablemente su capacidad inventiva para la resolución de problemas, produciendo ideas incluso patentables.



Altshuller encontró que gran parte de las soluciones que se planteaban con las patentes podían derivarse de un conocimiento que ya se encontraba presente, bien en la empresa, en el propio sector industrial o bien en un sector industrial muy diferente al de la propia empresa.

Este ingeniero clasificó las patentes desde “un punto de vista diferente”, y así, en vez de utilizar el método clásico de catalogarlas por sector industrial (automoción, aeronáutica, química,...), eliminó esta información y comprobó que los problemas se habían resuelto de manera repetitiva utilizando una y otra vez alguno de los 40 principios inventivos fundamentales que había detectado.

Por tanto, llegó a la conclusión que el 90 % de los problemas que analizó (recuerde, en cientos de miles de patentes) ya habían sido resueltos anteriormente.

¿POR QUÉ MALGASTAR EL TIEMPO Y VOLVER A “INVENTAR LA RUEDA” CUANDO ÉSTA YA HA SIDO INVENTADA?

Partiendo de las aproximadamente 200.000 patentes que investigó Altshuller, en la actualidad hoy en día son más de 1.500.000 patentes las que se han observado bajo la metodología TRIZ, y tan sólo 40.000 muestran soluciones inventivas (nuevas), el resto se trata de mejoras de anteriores (menos del 3 %).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual OMPI (World Intellectual Property Organisation – WIPO), las patentes cubren entre un 90 – 95 % de los resultados de investigación mundial, y un buen uso de esta información podría suponer:

- una reducción en el tiempo de investigación de hasta un 60% y,
- una reducción de costes de hasta un 40 %.

¿ESTÁ USTED DISPUESTO A MALGASTAR EL PRINCIPAL RECURSO NO RENOVABLE? ¿ESTÁ USTED DISPUESTO A MALGASTAR EL TIEMPO?

Lógicamente, esperamos que su respuesta sea No, en las próximas páginas le explicaremos el método TRIZ, de manera breve, pero suficientemente para que lo comprenda y pueda buscar como ampliar su conocimiento en este campo.

Si se acuerda de la ecuación $I + (i+d)$, vamos a trabajar con la I, y dejaremos la $i+d$ para aquellos proyectos que así lo requieran (Existen en la actualidad gran cantidad de guías prácticas para la aplicación de I+D+i, alguna de las cuales mencionaremos en el anejo I).

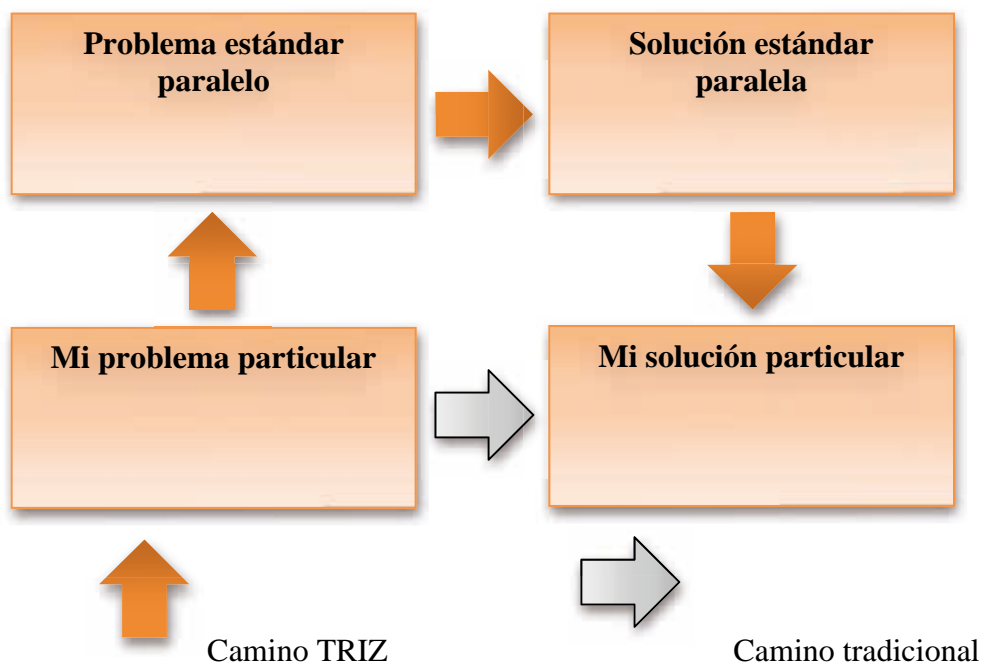
¿CÓMO APLICAR EL TRIZ?

TRIZ es una forma de pensar, una filosofía con una colección de herramientas y métodos.

Veamos el proceso general de aplicación

La mayoría de las personas cuando se enfrentan a la resolución de un problema, buscan la resolución particular al mismo. Cuando se habla con empresarios y directivos, al presentar su empresa suelen decir que la casuística de su negocio es muy particular, y que no se parece en nada a otras empresas, que tienen problemas, productos o procesos que no tienen similitud con otros.

El modelo general de resolución de problemas planteado por el TRIZ es el siguiente:



Para seguir el camino TRIZ es necesario 5 pasos:

- 1.- Identificar el problema
- 2.- Formular el problema bajo el prisma TRIZ
- 3.- Búsqueda de problemas bien solucionados anteriormente: Matriz de contradicciones
- 4.- Búsqueda de soluciones paralelas

5.- Adaptar mi solución.

● PASO 1.- IDENTIFICAR EL PROBLEMA.

Esta es la fase más importante.

Sin problema no hay solución

¿Pero sabemos realmente cual es nuestro problema?.

Definiremos problema como la brecha entre lo que es y lo que será, la brecha entre la situación actual y la deseable.



Cuando decimos situación deseable, debemos plantear la solución ideal. No debemos quedarnos en situaciones intermedias a la hora de plantear la situación deseable.

Así, por ejemplo, en relación con aspectos medioambientales:

- 1.- En relación con los envases, la situación ideal es no tener que utilizar envases, no minimizar el envase.
- 2.-En relación con un contaminante limitado en el vertido o en residuo, la situación ideal es eliminar el contaminante, no disminuir la cantidad en el residuo o en el vertido para cumplir con la legislación.
- 3.- En relación con la limitación de una cierta sustancia en el producto, la situación ideal es eliminar completamente su uso.

No tenga miedo a la hora de definir la situación ideal, ya que como su nombre indica es la ideal.

En el método TRIZ, la situación ideal es una medida de lo cerca que está de un sistema perfecto. El sistema perfecto (denominado "resultado

final ideal”) debe tener todos los beneficios que el cliente quiere, sin coste, sin efectos perjudiciales.

Conseguiremos elevar el nivel de “idealidad” de nuestro sistema si la solución nos da mas producto con menos consumo (ecoeficiencia), o bien generamos menos residuos o reducimos costes o disminuimos la complejidad de nuestros procesos (optimización). Posiblemente no seamos capaces de alcanzarla, pero seguramente si está bien definida, habremos dado con una solución, que desde el punto de vista medioambiental, satisfaga con los requisitos legales.

Construya una lista de sus problemas medioambientales, aunque ya estén resueltos, y de las situaciones ideales correspondientes.

Ejemplo:

Problema	Situación ideal	Solución actual
Vertido de agua contaminada	No verter agua	Depuradora para adecuar el vertido a los límites
Emisiones a la atmósfera	No tener emisiones	Filtro manga
Generación de Residuos	No generar residuos	Gestión de residuos
Taladrinas usadas	No usar taladrina	Gestión de residuos

¿Cuántos de sus problemas tienen como solución actual la situación ideal? No importa, pero seguro que al menos tendrá uno. Pues ya tiene el primer paso, ha identificado un problema y su situación ideal.

● **PASO 2.- REFORMULE EL PROBLEMA BAJO EL PRISMA TRIZ**

Bajo este enfoque, un problema es siempre una CONTRADICCIÓN de dos requisitos en conflicto. Entender este concepto es muy importante. Si no hay contradicción, no hay problema

Para formular el problema en término de contradicciones es necesario plantearse 6 preguntas:

1. ¿Quién tiene el problema?

2. ¿Cuál es el problema? ¿Cuáles son los recursos?
3. ¿Cuándo sucede el problema? ¿Bajo qué circunstancias?
4. ¿Dónde ocurre el problema?
5. ¿Por qué sucede el problema?
6. ¿Cómo tiene lugar el problema? ¿Cómo puede resolverse?

La respuesta a estas preguntas debe conducirle a una comprensión clara del problema, a identificar el resultado final ideal y a las posibles herramientas que pueden ayudarle a resolverlo.

La clave de la resolución consiste en la identificación y eliminación de las contradicciones.

Existen dos tipos de contradicciones: Físicas y Técnicas. Las contradicciones físicas son aquellas en las que un elemento del sistema deba satisfacer dos requisitos opuestos (la temperatura del aire debe ser alta para calentar una pieza, pero a la vez fría para poder enfriar el proceso), mientras que una contradicción técnica se oponen dos parámetros diferentes. (Necesito aumentar la producción con un menor consumo de electricidad)

Las contradicciones físicas deben ser resueltas antes que las técnicas.

CONTRADICCIONES FÍSICAS

Una Contradicción Física es un conflicto entre dos exigencias físicas mutuamente exclusivas referentes a un mismo parámetro de un elemento del sistema.

Ejemplos:

- ✓ El elemento debería estar caliente y frío...
- ✓ El elemento debería ser duro y blando...

Si nos encontramos con una contradicción física, la resolución del problema empieza por reconocer que es imposible que esto pueda suceder.

Tendremos que formular la Contradicción Física de la siguiente forma:

“Dado el elemento del sistema debería tener la característica ‘A’ a fin de realizar la función requerida (para solucionar problema) y este elemento debería tener la característica ‘no A’ a fin de satisfacer las limitaciones y exigencias existentes”.

Ejemplo: “El producto debe estar frío para conservarse y caliente para poder moldearlo”

Cuando nos encontramos con una Contradicción Física conocida pueden utilizarse uno de los 4 Principios de Separación para vencer este tipo de contradicciones:

- ✓ Separación de propiedades contradictorias en el tiempo.
- ✓ Separación de propiedades contradictorias en el espacio.
- ✓ Transformaciones de Sistema (Reordenación de las partes).
- ✓ Transformación de Fase, o transformación físico-química de sustancias.

No desarrollaremos estos principios, pero es importante que distinga cuando tenemos una contradicción física que resolver.

Ejemplos:

Caso 1: Recubrimiento de metal

El proceso de recubrimiento químico de piezas metálicas consiste en colocar la pieza de metal en un baño con una solución de sal de metal (por ejemplo, níquel, cobalto, etc.).

Durante la reacción de reducción, el metal de la solución precipita sobre la superficie de la pieza. Cuanto mayor sea la temperatura, más rápidamente se lleva a cabo el proceso, sin embargo, a altas temperaturas, la solución se descompone, y hasta el 75% de los productos químicos que se pierden por el fondo y los lados de la bañera. Agregar estabilizadores no es eficaz, y llevar a cabo el proceso a una temperatura baja disminuye la producción.

Vamos a ver cómo podemos utilizar TRIZ para resolver este problema. La contradicción física es el siguiente:

La temperatura debe ser alta para aumentar la productividad, y debe ser baja para evitar el despilfarro.

Para resolver las contradicciones físicas, en los 4 principios de separación seleccionaríamos la separación de propiedades contradictorias en el espacio.

Para aplicar el principio de separación en el espacio, por ejemplo, debemos plantearnos la pregunta siguiente:

¿Es necesario que este parámetro - la temperatura, en este caso - sea alta (y baja) en todas partes, o es necesario en ciertos lugares solamente?

Si la temperatura no tiene que ser alta y baja en todas partes, podemos tratar de separar estas necesidades opuestas en el espacio.

En este caso, se necesita que la temperatura sea alta sólo en las proximidades de las piezas mientras que en el resto del baño no es conveniente una temperatura tan alta. ¿Cómo puede lograrse esto?

La respuesta es la siguiente:

La pieza se calienta a una temperatura elevada antes de que se sumerja en la solución, y el propio proceso se lleva a cabo a una temperatura baja. La solución es que cerca de la pieza de trabajo la temperatura es elevada y más fría en el resto (Una forma de lograrlo es aplicar una corriente eléctrica a la pieza de trabajo durante el proceso de recubrimiento).

Caso 2: La aguja con el ojo grande y pequeño

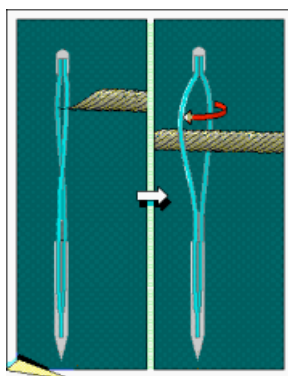
Es difícil pasar un hilo grueso a través del ojo de una aguja pequeña. Podemos formular la siguiente contradicción física para representar esta situación:

Una aguja debe tener un gran ojo para facilitar la inserción de la hilo y debe tener un ojo pequeño para poder coser fácilmente.

Al separar la contradicción en el tiempo este problema puede formularse como sigue: el ojo debe ser grande, mientras que se inserta el hilo, y debe ser pequeño, durante la costura.

Respuesta:

R. Pace de Gran Bretaña ha diseñado una aguja compuesta de dos cables metálicos finos, de idéntica longitud. Los cables se sueldan entre sí en un extremo, trenzado con tres cuartos de vuelta, luego soldado en el extremo opuesto. La aguja resultante parece una aguja normal, pero cuando se desenrolla, una gran ranura aparece a través del cual puede pasar el hilo textil fácilmente. Cuando se libera, la aguja vuelve a su forma inicial y agarra el hilo.



● PASO 3 – MATRIZ DE CONTRADICCIONES TECNICAS. BUSQUEDA DE PROBLEMAS SOLUCIONADOS CORRECTAMENTE.

Altshuller dedujo que sólo hay 39 parámetros técnicos que pueden originar conflictos de contradicción y los llamó los 39 parámetros de la Ingeniería y que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 2: Los 39 Parámetros de la Ingeniería

1 Peso de objeto móvil	2 Peso de objeto inmóvil
3 Longitud del objeto móvil	4 Longitud del objeto inmóvil
5 Área del objeto móvil	6 Área del objeto inmóvil
7 Volumen de objeto móvil	8 Volumen de objeto inmóvil
9 Velocidad	10 Fuerza
11 Tensión o presión	12 Forma

13 Estabilidad de composición del objeto	14 Fortaleza
15 Duración de la acción de objeto móvil	16 Duración de la acción de objeto inmóvil
17 Temperatura	18 Intensidad de la iluminación
19 Uso de energía de un objeto móvil	20 Uso de energía del objeto inmóvil
21 Potencia	22 Pérdida de energía
23 Pérdida de sustancia	24 Pérdida de información
25 Pérdida de tiempo	26 Cantidad de sustancia.
27 Confiabilidad	28 Exactitud de la medida
29 Precisión de la fabricación	30 El daño externo afecta el objeto
31 Efectos perjudiciales provocados por el objeto	32 Facilidad para la fabricación
33 Facilidad de uso	34 Facilidad de reparación
35 Adaptabilidad o flexibilidad	36 Complejidad del dispositivo
37 Complejidad de control	38 Grado de automatización
39 Productividad	

Todo problema debe ser descrito como una contradicción entre 2 de estos parámetros.

Pongamos unos ejemplos:

Ejemplo 1:

Si estamos estudiando la posibilidad de disminuir el peso de los envases, el problema en forma de contradicción que se puede plantear es el siguiente:

“Queremos que el parámetro 1 (Peso del objeto móvil) mejore pero en cambio el parámetro 14 (Fortaleza) va a empeorar. ”

Es decir, queremos menos peso de envase pero que no se vea disminuida la fortaleza del mismo.

Ejemplo 2:

Si estamos trabajando en busca de utilizar sustancias menos contaminantes y perjudiciales en nuestro producto, posiblemente podamos encontrarnos la siguiente contradicción.

“Queremos que el parámetro 31 (Efectos perjudiciales provocados por el objeto) mejore y pero esto empeora el parámetro 13 (Estabilidad de composición del objeto)”.

Es decir, queremos utilizar sustancias menos perjudiciales, pero que no disminuya la estabilidad del producto

Ejemplo 3:

Si estamos pensando en mejorar la eficiencia del proceso, la contradicción que nos podría aparecer es:

“Queremos que el parámetro 39 (Productividad) mejore y que no empeore el uso de sustancia. el parámetro 26 (Cantidad de sustancia)”.

Es decir, queremos fabricar más con menos.

Vemos claramente la diferencia entre las contradicciones técnicas mencionadas y las contradicciones físicas que hemos comentado en el paso anterior.

Una vez que hayamos identificado el par de parámetros que se contradicen en nuestro problema, deberemos dirigirnos a la matriz de contradicciones, que realmente es el corazón del método TRIZ.

Esta matriz es el trabajo recopilatorio de Altshuller de identificar para cada pareja de contradicciones que se podía plantear, cuales habían sido la o las formas de resolución con las que se había resuelto.


La matriz tiene unas dimensiones de 39 filas y 39 columnas. Tanto en las filas como en las columnas se colocan los 39 parámetros técnicos. En las filas buscaremos el parámetro que mejora y en las columnas aquél que empeora. En el cruce de fila y columna encontraremos una casilla donde estarán alguno de los 40 principios inventivos que se pueden utilizar para la resolución de la contradicción

Con la identificación de la contradicción hemos pasado de nuestro problema particular a identificarlo como un problema genérico que además, posiblemente, ha tenido una solución correcta.

Pero recuerde, que el objeto de esta guía es intentar ofrecerle las herramientas para obtener diferentes puntos de vista para la resolución de problemas y que el TRIZ es una herramienta cualitativa, que requiere práctica para poder extraer su potencial.

Posiblemente encuentre difícil encontrar la contradicción de su problema y dudará si es la contradicción correcta. No importa, lo importante ya está hecho, ha cambiado su forma de enfrentarse a los problemas, y todavía no ha empleado recursos económicos.

Una vez aclarado esto, sigamos con el método TRIZ y veamos la matriz de contradicciones que tiene la siguiente forma:



Nº		Peso de objeto móvil	Peso de objeto en reposo	Longitud del objeto móvil	Longitud del objeto en reposo	Superficie del objeto móvil	Superficie del objeto en reposo	Volumen del objeto móvil	Volumen del objeto en reposo
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Peso del objeto móvil	+		15, 8, 29,34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28	
2	Peso del objeto en reposo		+		10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2
3	Longitud del objeto móvil	8, 15, 29, 34		+		15, 17, 4		7, 17, 4, 35	
4	Longitud del objeto en reposo		35, 28, 40, 29		+		17, 7, 10, 40		35, 8, 2, 14
5	Superficie del objeto móvil	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4		+		7, 14, 17, 4	
6	Superficie del objeto en reposo		30, 2, 14, 18		26, 7, 9, 39		+		

Fuente: www.innosupport.net

En vertical están dispuestos los 39 parámetros técnicos que van a mejorar y en horizontal los 39 parámetros que empeoran.

Los números que aparecen en cada casilla corresponden a los 40 principios inventivos que veremos en el paso siguiente.

Si la casilla está en blanco, significa que no se han encontrado patentes que solucionen esa posible contradicción. Y las casillas grises corresponden a combinaciones de parámetros idénticos.

● PASO 4 – BUSQUEDA DE LA SOLUCIÓN GENÉRICA CORRECTA.

El paso para encontrar la solución o soluciones genéricas de la contradicción que provoca nuestro problema particular se encuentra en los principios inventivos que están dentro de la casilla correspondiente de la matriz de contradicciones.

A continuación, en la tabla siguiente se muestran estos 40 principios inventivos.

Tabla 3: Los 40 Principios Inventivos del TRIZ

1 Segmentación	2 Extracción
3 Calidad Local	4 Asimetría
5 Combinar	6 Universalidad
7 Anidación	8 Contrapeso
9 Reacción preliminar	10 Acción preliminar
11 Precaución previa	12 Equipotencialidad
13 Inversión	14 Esfericidad Curvatura
15 Dinámica	16 Acciones parciales
17 Otra dimensión	18 Vibraciones Mecánicas
19 Acción Periódica	20 Continuidad acción útil
21 Pasar rápidamente	22 Convertir lo negativo en positivo
23 Retroalimentación	24 Mediador
25 Autoservicio	26 Copiar
27 Objetos baratos u de corta vida	28 Sustitución sistemas mecánicos
29 Neumática e hidráulicas	30 Membranas delgadas
31 Materiales porosos	32 Cambios de color
33 Homogeneidad	34 Restauración y regeneración de partes
35 Transformación del estado físico y químico	36 Transiciones de Fase
37 Expansión Térmica	38 Oxidantes Fuertes
39 Atmósferas inertes	40 Materiales compuestos

En el anejo 1 se detallan y se incorporan ejemplos de estos principios inventivos.

No se desanime si encuentra que estos términos son complejos. Es conveniente leer las descripciones del anejo y más concretamente los ejemplos para comprender que quieren significar.

Dado el tamaño de la matriz, no hemos incluido en la guía la matriz. Pero es fácil encontrarla en la red si busca los términos matriz en

formato xls (Excel) a través de la opción de búsqueda avanzada del buscador utilizado, encontrará fácilmente la matriz, en formato xls, ya que es mucho más manejable que en otro formato.

Siguiendo con los ejemplos que hemos mencionado anteriormente, veamos qué soluciones generales nos plantearía la utilización de la matriz de contradicciones.

Ejemplo 1: Reducción peso envases

- ✓ Parámetro técnico que mejora : 1 Peso del objeto móvil
- ✓ Parámetro técnico que empeora: 14 Resistencia

Si buscamos el cruce en la matriz de contradicciones, encontramos los siguientes principios inventivos:

- 18 Vibración mecánica
- 27 Desechar
- 28 Remplazar un sistema mecánico con otro sistema

- 40 Materiales compuestos ("Composites")

En la tabla siguiente se describen estos principios y se añade unos ejemplos para poder orientar la aplicación del principio inventivo.

Principio Inventivo	Descripción	Ejemplo
18 Vibración mecánica	a) Emplear oscilaciones. b) Si ya existe una oscilación, aumentar su frecuencia e inclusive llegar al ultrasonido c) Usar vibraciones ultrasónicas junto con campos magnéticos.	a) El péndulo de un reloj de pared. b) El horno de microondas. c) Actualmente es posible "soldar" huesos humanos mediante ultrasonido y campos magnéticos.
27 Desechar	Remplazar un objeto costoso con otro que sea más económico y conveniente.	Agujas hipodérmicas desechables.
28 Remplazar un sistema mecánico	a) Remplazar el sistema mecánico	a) Un sistema de emisión de señales olfativas es empleado para determinar el momento en el

Principio Inventivo	Descripción	Ejemplo
con otro sistema	<p>con un óptico, acústico o térmico.</p> <p>b) Emplear campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos para interactuar con un objeto.</p> <p>c) Uso de campos magnéticos en combinación con partículas ferromagnéticas</p>	<p>cual se rompe un "diente", de un engrane, en una maquina de perforación.</p> <p>b) Reemplazar el gancho de una grúa para levantar chatarra de hierro con un electroimán.</p> <p>c) En el caso ya visto de querer determinar la velocidad de endurecimiento de un plástico, se le agrega limadura de hierro durante la preparación y se aplica un campo magnético oscilante durante el fraguado, con lo que se puede determinar el grado de movilidad de las partículas metálicas y por lo tanto la velocidad de endurecimiento.</p>
40 Materiales compuestos ("Composites")	Usos de los nuevos materiales con características muy especiales.	Algunas bicicletas de carreras para hacerlas más ligeras y resistentes tienen partes hechas de fibra de Carbono.

Vemos que hemos obtenido como resultado 4 principios inventivos

● PASO 5 – ADAPTAR MI SOLUCION

De los cuatro principios de la tabla anterior vemos que el nº 40 nos dice usar materiales compuestos, nuevos materiales con características especiales, nuevos materiales de envases más ligeros pero más resistentes. Esta sería una solución genérica a nuestro problema particular.

Y seguramente dirá, vaya, para llegar a esta conclusión, no hacía falta utilizar el TRIZ. Posiblemente no, pero quería demostrar que el método TRIZ nos conduce a soluciones lógicas.

Pero ¿Qué pasaría si replanteamos el problema y cambiamos los parámetros de contradicción?

Repitamos los pasos 2 a 5

Redefinición de la contradicción

- ✓ Parámetro técnico que mejora: 1 Peso del objeto móvil
- ✓ Parámetro técnico que empeora: 11 Esfuerzo o presión.

Si queremos mejorar el peso del objeto, va a empeorar la presión o tensión que puede soportar el envase, y perjudicar el almacenamiento (menor presión soportada supone menos capacidad de apilamiento)

Utilizando la matriz de contradicciones obtenemos los siguientes principios inventivos:

Principio	Definición	Ejemplo
10 Acción anticipada	<p>a) Llevar a cabo la acción anticipadamente.</p> <p>b) Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado</p>	<p>a) De nuevo la navaja de tipo "cúter", la cual contiene una hoja segmentada para que cuando una parte de ella pierda filo, pueda ser fácilmente reemplazada por un segmento nuevo.</p> <p>b) Cuando se lleva a cabo el vaciado de piezas de cerámica en secciones, entre cada sección se colocan hojas metálicas o plásticas para que una vez fraguada la pieza se pueda separar fácilmente del molde.</p>
36 Transición de fase	Emplear el fenómeno de cambio de fase (liberación, absorción de calor, etc.).	Algunas naves espaciales cuentan con una capa protectora de una sustancia que se evapora, absorbiendo calor, durante la etapa de reingreso a la tierra y con ello protegiendo a los astronautas.
37 Expansión térmica	<p>a) Emplear la expansión o contracción de algún material con el cambio de temperatura ambiental</p> <p>b) Usar varios materiales con diferente coeficiente de expansión térmica.</p>	<p>a) Para ajustar perfectamente dos partes metálicas, se enfría la interna y se calienta la externa. Una vez lograda, por una parte la contracción y por otra la expansión, se unen y se dejan a la temperatura ambiente, logrando un ajuste perfecto.</p> <p>b) El termopar para el control de temperatura en algunos aparatos industriales.</p>
40 Materiales compuestos ("Composites")	Usos de los nuevos materiales con características muy especiales.	Algunas bicicletas de carreras para hacerlas más ligeras y resistentes tienen partes hechas de fibra de Carbono.

Al aplicar los principios inventivos, vemos que se repite el nº 40, pero aparecen otros nuevos, que si los analizamos podríamos obtener ideas para nuestro envase.

a) Del principio inventivo 36 (Transición de fase), podríamos pensar en un envase que fuera absorbido en el proceso, un material que en contacto con un líquido, o a una temperatura determinada se descomponga o se incorpore al uso de nuestro producto

b) Y si el envase es parte del producto, y además, incorpora alguna sustancia que en vez de estar en el producto, estuviera en el envase, y al disolverse se convirtiera en parte de nuestro producto

c) Y si nuestro producto es un batido y el envase contuviera el azúcar u otro componente, que al calentarlo en el microondas dentro de un recipiente desapareciese convirtiéndose en parte del producto si el usuario así lo desea.

Vemos como podemos obtener nuevas ideas a nuestro problema.

- ✓ La importancia de la fase 2, la definición de la contradicción es muy importante. Pero no se preocupe si llega a la fase 5 y no obtiene una solución a su problema. Vuelva a replantarse el problema de nuevo, utilice si es necesario técnicas de generación de idea. Un buen sitio para conocer estas técnicas es el proyecto TRACTORS (Material formativo en Creatividad e Innovación para PYMEs y organizaciones I+D europeas) <http://www.train4creativity.eu/root.es.aspx>. Es recomendable leerse los 40 principios inventivos incluidos en anexo II, como fuente de ideas, ya que a veces no hemos conseguido la contradicción correcta, pero de la lectura de los principios, nos puede surgir la solución particular.
- ✓ Si a pesar de todo esto no encuentra la solución, piense que puede estar en ese pequeño porcentaje de problemas que necesita una invención.

Acaba aquí una pequeña introducción al método TRIZ. En general para resolver cualquier problema utilizamos el método de ensayo y error: Probamos una solución y si no funciona seguimos intentando otras soluciones hasta dar con una aproximación que nos deje razonablemente satisfechos.

Hay otro método pero es mucho más difícil de aplicar y sin embargo nuestra mente es perfectamente capaz de utilizarlo: Pensar.

En el fondo la metodología de TRIZ de resolución de problemas inventivos se basa en seguir el proceso mental del inventor: Analizar a fondo el problema, replantearlo y llegar a la verdadera raíz del problema.

Tómelo como un punto de partida para replantearse los problemas medioambientales que se planteen en su empresa, y busque con este método un enfoque diferente. Recordemos que invención no es sino el hallazgo de una

solución novedosa o creativa a un problema dado y que innovación es la implementación de esa invención.

Si representamos el proceso de innovación como el que nos lleva desde identificar el problema hasta implementar una solución innovadora, la mayor parte de los métodos y técnicas actuales tienen su mayor debilidad en la fase de hallar la solución.

El valor de TRIZ es precisamente ser capaz de hallar soluciones innovadoras, donde el resto de técnicas y herramientas son más débiles.

8

ECOEficiENCIA Y LOS 39 PARÁMETROS TÉCNICOS DEL TRIZ

Hemos tratado anteriormente el método TRIZ como resolución a una contradicción, pero es posible utilizarlo desde un punto de vista medioambiental, en el que podamos prescindir de la contradicción, sustituyéndola por la búsqueda de un objetivo medioambiental como es el incremento de la ecoeficiencia.

El Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD – siglas en inglés de The World Business Council for Sustainable Development) ha identificado siete elementos que las empresas pueden utilizar para mejorar su eco-eficiencia:

Tabla 4: Elementos de Ecoeficiencia (WBCSD)

	Reducción de emisiones de CO ₂	Reducción de consumo de energía	Reducción de consumo de agua	Reducción de residuos	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Reducción de emisiones de contaminantes
1. Reducción de emisiones de CO ₂	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
2. Reducción de consumo de energía	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
3. Reducción de consumo de agua	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
4. Reducción de residuos	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
5. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
6. Reducción de emisiones de contaminantes	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
7. Reducción de emisiones de CO ₂	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Conforme se alcancen uno o más de estos elementos en el diseño de los productos, procesos o servicios, mejorará la ecoeficiencia de la empresa.

Para poder utilizar el TRIZ como herramienta en la mejora de la ecoeficiencia, primero se debe establecer la relación entre los 7 elementos del WBCSD y los 39 parámetros de ingeniería del TRIZ. En la tabla siguiente se muestra esta relación.

Tabla 1: Parámetros de ingeniería TRIZ en relación con los elementos de ecoeficiencia

Parámetros de Ingeniería	Elementos de Ecoeficiencia						
	A	B	C	D	E	F	G
1 Peso de objeto móvil	●	●					
2 Peso de objeto inmóvil	●						
3 Longitud del objeto móvil	●	●					
4 Longitud del objeto inmóvil	●						
5 Área del objeto móvil	●	●					
6 Área del objeto inmóvil	●						
7 Volumen de objeto móvil	●						
8 Volumen de objeto inmóvil	●						
9 Velocidad				●			●
10 Fuerza				●			
11 Tensión o presión				●			
12 Forma	●						
13 Estabilidad de composición del objeto			●			●	
14 Fortaleza	●				●	●	
15 Duración de la acción de objeto móvil						●	
16 Duración de la acción de objeto inmóvil						●	
17 Temperatura		●					
18 Intensidad de la iluminación		●					
19 Uso de energía de un objeto móvil		●					
20 Uso de energía del objeto inmóvil		●					

21 Potencia		•					
22 Pérdida de energía		•					
23 Pérdida de sustancia	•						
24 Pérdida de información							•
25 Pérdida de tiempo							•
26 Cantidad de sustancia.	•						
27 Confiabilidad							•
28 Exactitud de la medida				•			
29 Precisión de la fabricación				•			
30 El daño externo afecta el objeto					•	•	
31 Efectos perjudiciales provocados por el objeto			•				
32 Facilidad para la fabricación	•	•		•			
33 Facilidad de uso							•
34 Facilidad de reparación					•	•	
35 Adaptabilidad o flexibilidad							•
36 Complejidad del dispositivo				•			
37 Complejidad de control							•
38 Grado de automatización							•
39 Productividad	•	•					•

Podemos ver que la reducción del consumo de materiales (elemento A del WBSCD), le corresponde los parámetros en relación con

- ✓ el peso, longitud y volumen (1-8),
- ✓ la forma (12),
- ✓ fortaleza (14),

- ✓ la pérdida de sustancia (23),
- ✓ la cantidad de sustancia (26),
- ✓ la facilidad para fabricación (32) y,
- ✓ la productividad (39).

Esta misma lógica se ha ido aplicado para completar la tabla.

Tenemos convertidos los elementos de ecoeficiencia en parámetros TRIZ. Para poder utilizar el método TRIZ sin las contradicciones emplearemos la metodología descrita en el artículo "An eco-innovative design approach incorporating the TRIZ method with out contradiction analysis, Jahau Lewis Chen and Chih-Chen Liu, *The Journal of Sustainable Product Design* 1:263–272, 2001").

Estos investigadores estudiaron el método TRIZ para conseguir elaborar una tabla que muestra la relación entre los 39 parámetros de ingeniería del TRIZ, y la frecuencia con las que los principios inventivos aparecen si se aplicaran los 7 elementos de ecoeficiencia mencionados anteriormente.

El rango de frecuencia se muestra en la tabla siguiente.

Rango de frecuencias	Frecuencia
1	Más de 19 apariciones
2	Entre 16 y 18 apariciones
3	Entre 13 y 15 apariciones
4	Entre 10 y 12 apariciones
5	Entre 7 y 9 apariciones
6	Entre 4 y 6 apariciones
7	Entre 1 y 3 apariciones

Esto significa que aquellos principios inventivos que aparecen con mayor frecuencia deben ser utilizados de forma prioritaria sobre el resto.

Es por tanto una clasificación orientativa, que puede ayudar a enfocar la solución general de una manera más rápida (pero no desaproveche para poder utilizar todos los principios inventivos si la solución no surge fácilmente).

La metodología propuesta por estos investigadores es la siguiente:

- Primero: Decidir el elemento o elementos de ecoeficiencia que queremos potenciar de la Tabla 4: Elementos de Ecoeficiencia.
- Segundo: Identificar en la Tabla 5, los parámetros de ingeniería TRIZ en relación con el elemento seleccionado anteriormente.
- Tercero: elegir en la tabla 6 (se muestra a continuación), los principios inventivos que tienen un mayor rango de frecuencias para cada parámetro seleccionado.
- Cuarto: buscar la solución particular aplicando los principios.

?

?

?

?

?

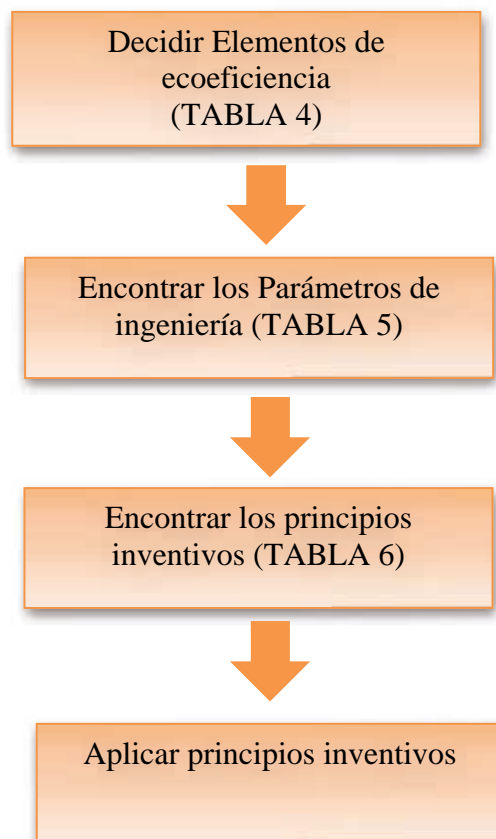


Tabla 6: Relación de frecuencias de aparición de los principios inventivos

Parámetro	Rango de Frecuencia						
	1	2	3	4	5	6	7
1 Peso de objeto móvil	35		28	26-18-02-08-10-15-40-29-31	27-34-01-36-19-06-37-38	03-32-22-24-39-05-13-11	12-21-20-17-04-30-16-14-25-23
2 Peso de objeto inmóvil	35	28-10-19-01-26	26	27-13-02-18	06-15-22-29	39-32-09-14-40-05-08-03	17-25-30-20-16-11-36-37-24
3 Longitud del objeto móvil	01-29	15	35-04-17	10-28-08-14	19-24-13-26	16-02-34-09-07	37-39-18-32-36-05-12-22-25-23-40-06-38
4 Longitud del objeto inmóvil			35	28-14-26-01-10	07-15	03-02-29-18-30-24-32-16	17-40-08-13-27-09-37-38-39-06-25-23-19-31-12-11-05
5 Área del objeto móvil		15	17-26-13-02	10-29-30-04	01-14-19-32-34-28-03	18-39-16-35	07-05-25-36-33-22-40-11-06-31-38-23-24-09-12
6 Área del objeto inmóvil			18-35	39-30-17-04-36	39-30-17-04-36	32-35-07-01-38	28-26-37-22-09-29-03-14-13-27-25-23-19-31-06
7 Volumen de objeto móvil		35	02-10-09	01-15-34-04-06-07	13-40	16-28-14-39-17-18-26-22-30-25-37-36	24-38-11-12-32-19-09-23-27-20-21-05-03
8 Volumen de objeto inmóvil	35		02		18-14-34	10-04-39-19-31-37-30-06-	25-17-07-24-15-26-27-03-

Parámetro	Rango de Frecuencia						
	1	2	3	4	5	6	7
						01-16	09-32-38-40-08-28-22-36-05
9 Velocidad	28-35	13	34	10-38-15	08-02-18-19	32-03-29-14-04-26-01-30	16-21-36-24-27-06-12-12-05-33-23-25-09-20-22-07-40
10 Fuerza	35-10-36	37-18	28-19	15-01-02	03-21-13-40	14-26-16-17-08	12-11-34-29-09-24-20-05-23-27-30-32-38-39-04-06-25
11 Tensión o presión	35-10	36-37		02-14	19-03-18-40-01	06-15-13-24-27-25	33-04-16-32-22-28-21-29-39-11-09-23-38-12-08-34
12 Forma	01	10-14-15-35	29-34	32-13-40-04	02-28-22	30-05-26-18-07-17-03	16-06-08-25-37-27-39-19-36-09-12-11
13 Estabilidad de composición del objeto	35	39-02	01	40-13-18-32-30	27-15-03-22-28	19-10-14-17-11-04-23-34-33	24-21-26-37-31-16-06-29-08-05-09-38
14 Fortaleza	03-35-10-28	40-15	14-27		26-09-18-02-32-01-29	08-11-13-17-19-30	34-22-06-07-37-31-25-16-05
15 Duración de la acción de objeto móvil	35-19	03-10	27	28	02-06-18	13-04-29-15-25-39-01-22-40	31-09-33-14-16-26-11-38-34-20-17-30-21-12-08-32

Parámetro	Rango de Frecuencia						
	1	2	3	4	5	6	7
16 Duración de la acción de objeto inmóvil			16	35-10	01-40	38-27-06-34-19-18-03-02-20	25-24-39-23-22-28-31-17-33-36-26-21-30
17 Temperatura	35-19	02		03-10-39-18-22	21-32-27-17-16-28-36-26-38	24-30-04-14-15-06-40	31-13-09-34-33-25-01-29-20-07
18 Intensidad de la iluminación	19-32-01	13		15-35-02-26	06	17-16-03-10-24	28-27-11-25-30-39-21-08-04-22
19 Uso de energía de un objeto móvil	35-19			18-28-02-06	15-24-01-13-27-32	16-12-38-17-29-14-34-10-03	21-25-26-37-05-08-31-11-23-22-09-30
20 Uso de energía del objeto inmóvil					01-35-19	18-27-04-37-36-31-22	10-16-28-02-23-29-03-32-06-09-15-12-25
21 Potencia	35-19-10-02			32-06-38-18	34-31-26-28-27	27-16-20-01-15-22-30-37-14	15-25-36-08-29-03-13-04-24-21-11-40
22 Pérdida de energía	35	02	19-07	15-10	18-06-38-32	13-28-22-14-17-01-21-26-23-25-30	16-27-39-03-29-11-36-05-12-37-24-31-20-09-34
23 Pérdida de sustancia	10-35-28	18	31-24	02-27-39-03	34-40-29-05-13	38-01-36-06-30-14-15-33-23-16	22-32-37-21-25-08-19-12-04
24 Pérdida de información	10			35	24-26-22	28-32-19-30-01	02-27-33-13-15-16-23-21-29-18-04-06

Parámetro	Rango de Frecuencia						
	1	2	3	4	5	6	7
25 Pérdida de tiempo	10-35-28-18		04-32	34-20-26	29-24-05	01-30-16-37-17-06-15-36-19-02	14-22-03-38-39-21-27-25-09-07
26 Cantidad de sustancia.	35-03-29	18	10		14-27-40-31-28-15-02	13-06-24-25-34-30-01-39-16-19-32-36	33-26-17-38-04-07-23-22-21-20-12-08
27 Confiabilidad	35-10-11	40	28-27-03	01	13-24-08-02-32-29	19-21-04-14-16-23	17-39-26-15-36-06-34-31-09-30-38-25-05-18
28 Exactitud de la medida	32-28-26		03-10	24-06-34-01-13	35-02	16-25-27-11-23	05-33-18-15-31-19-04-12-39-17-22-36
29 Precisión de la fabricación	32	28-10	18	02-26-35	03	01-25-29-30-36-24-27-23-40	34-37-17-04-11-13-16-19-31-33-39-09-38
30 El daño externo afecta el objeto	22-35-02	01	33-28	18-19-24-27-40	39-10-37	31-29-21-13-34-17-15-26	23-30-06-03-32-11-25-16-36-04
31 Efectos perjudiciales provocados por el objeto	35-22-02-39		01-18	40	21-24-17-19	15-03-10-27-33-34-04-26	31-16-06-28-29-30-32-23-13-36
32 Facilidad para la fabricación	01-35	28	27-13	26	24-15-16-29	02-11-10-04-32-18-34-12-17-19	08-05-36-09-03-33
33 Facilidad de uso	01	13	02-28-35-32	12-15-34-25	16-26-17-27	04-03-10-24-40-19-39-29	22-30-05-18-23-06-08-09-31-07-11
34 Facilidad de reparación	01-10-02	11	35-13	32-15-16-27	25-28	34-04	09-03-12-07-26-19-

Parámetro	Rango de Frecuencia						
	1	2	3	4	5	6	7
							17-29- 18-31
35 Adaptabilidad o flexibilidad	35-15-01		29	16-02-13		19-28- 10-37- 08-34- 03-30- 27-06-17	32-31- 14-04- 18-07- 26-11- 20-22- 24-05-25
36 Complejidad del dispositivo	01	26-28- 10-13	35	02-29- 19-24	34-27- 15-17	06-36- 37-30- 18-22	12-04- 32-40- 14-20- 03-31- 39-25- 23-09- 11-07
37 Complejidad de control	35	28	27-26	02-19- 29-15- 16-01-03	18-24- 13-32- 39-10	25-40- 22-37- 36-34- 06-17	11-21- 30-04- 05-38- 31-33- 23-12- 08-09
38 Grado de automatización	35		02-28-26	01-13- 10-34	18-24	23-27- 32-15- 17-08- 12-16-19	03-33- 14-30- 05-25- 06-11- 04-21- 09-07
39 Productividad	35-10-28		01		18-02- 37-26- 34-14- 15-38- 29-17	24-03- 32-13- 12-23- 22-39- 06-19	16-20- 27-30- 04-40- 05-25- 21-31-36

9

CASO PRÁCTICO 1

DISEÑO DE UNA LAVADORA ECOEFICIENTE.

Los mayores impactos medioambientales relacionados con las lavadoras son:

- Consumo de agua
- Consumo de energía
- Contaminación producida por detergentes

Ahora debemos relacionar estos impactos con los elementos de ecoeficiencia, para lo que consultamos la tabla 4.

De acuerdo con estos impactos, en la tabla 4, seleccionaríamos los siguientes elementos de ecoeficiencia:

Impacto ambiental	Elemento de ecoeficiencia
Consumo de agua	Elemento de ecoeficiencia relacionado con el consumo de agua
Consumo de energía	Elemento de ecoeficiencia relacionado con el consumo de energía
Contaminación producida por detergentes	Elemento de ecoeficiencia relacionado con la contaminación por detergentes

El siguiente paso es relacionar estos elementos de ecoeficiencia con los parámetros de ingeniería, para lo que consultamos la tabla 5.

Los parámetros de ingeniería del TRIZ que encontramos son los 14 siguientes

Parámetro de ingeniería	Relación
B...	●
g...	●
í...	●
C...	●
p...	●

Parámetros de Ingeniería	A
6 Área del objeto inmóvil	●
7 Volumen de objeto móvil	●
8 Volumen de objeto inmóvil	●
12 Forma	●
14 Fortaleza	●
23 Pérdida de sustancia	●
26 Cantidad de sustancia.	●
32 Facilidad para la fabricación	●
39 Productividad	●

De todos estos hacemos una selección de parámetros de ingeniería, no aplicamos todos los que corresponden a un elemento de ecoeficiencia, ya que en un principio no tienen una clara relación directa.

Para el elemento A Reducir el consumo de materiales, relacionado con el consumo de agua en el lavado, en principio descartamos aquellos relacionados con propiedades físicas de la lavadora (Parámetros 1 a 8: Peso, Volumen y Longitud, Parámetro 12 Forma, Parámetro 14 Fortaleza) o aquellos relacionados con el proceso productivo como Facilidad para la fabricación (32) o productividad (39).

Así los parámetros de ingeniería se reducen a 2.

Parámetros de Ingeniería	A	
1 Peso de objeto móvil	●	descartado
2 Peso de objeto inmóvil	●	descartado
3 Longitud del objeto móvil	●	descartado
4 Longitud del objeto inmóvil	●	descartado
5 Área del objeto móvil	●	descartado

Parámetros de Ingeniería	A	
6 Área del objeto inmóvil	●	descartado
7 Volumen de objeto móvil	●	descartado
8 Volumen de objeto inmóvil	●	descartado
12 Forma	●	descartado
14 Fortaleza	●	descartado
23 Pérdida de sustancia	●	SELECCIONADO
26 Cantidad de sustancia.	●	SELECCIONADO
32 Facilidad para la fabricación	●	descartado
39 Productividad	●	descartado

Es importante tener en cuenta cual es el problema asociado al elemento de ecoeficiencia para comenzar centrados.

El mismo criterio se ha seguido para seleccionar los parámetros de ingeniería del resto de elementos de ecoeficiencia: reducir el consumo de energía y reducir la dispersión de sustancias tóxicas.

Obteniéndoselos una tabla en la que relacionamos en cada columna impacto, elemento de ecoeficiencia y parámetro de ingeniería.

Impacto ambiental	Elemento de ecoeficiencia	Parámetro de ingeniería
Consumo de agua	A. Reducir el consumo de materiales.	23
		26
Consumo de energía	B. Reducir el consumo de energía	19
		22
Contaminación producida por detergentes	C. Reducir la dispersión de sustancias tóxicas	31

A continuación nos vamos a la tabla 6 y elegimos por ejemplo los seis principios con un mayor rango de frecuencia.

Así para el parámetro de ingeniería 23 la tabla 6 nos muestra los siguientes resultados.

Parámetro	Rango de Frecuencia						
	1	2	3	4	5	6	7
23 Pérdida de sustancia	10-35-28	18	31-24	02-27-39-03	34-40-29-05-13	38-01-36-06-30-14-15-33-23-16	22-32-37-21-25-08-19-12-04

Seleccionamos los principios inventivos, con un rango de frecuencia mayor. Seleccionamos los 6 primeros (rangos de frecuencia 1,2 y 3) que se corresponden con los números 10, 35, 28,18, 31 y 24.

De la misma manera haríamos con los restantes parámetros de ingeniería.

Así obtenemos la siguiente tabla que relaciona en columnas impacto, elemento de ecoeficiencia, parámetro de ingeniería y principio inventivo.

Impacto ambiental	Elemento de ecoeficiencia	Parámetro de ingeniería	Principios inventivos
Consumo de agua	A. Reducir el consumo de materiales.	23	10,35,28,18,31,24
		26	35,03,29,18,10,14
Consumo de energía	B. Reducir el consumo de energía	19	35,19,18,28,02,06
		22	35,02,19,07,15,10
Contaminación producida por detergentes	C. Reducir la dispersión de sustancias tóxicas	31	35,22,02,39,01,18

A la vista de los resultados podemos ver que los principios inventivos que con mayor frecuencia aparecen son:

- ✓ Principio 35: aparece 5 veces.
- ✓ Principio 02: aparece 3 veces.
- ✓ Principio 18: aparece 3 veces.
- ✓ Principio 10: aparece 3 veces.

- ✓ Principio 28: aparece 2 veces.
- ✓ Principio 19: aparece 2 veces.

Si vamos a la descripción de los principios inventivos que se encuentran en el anejo 2, obtenemos la siguiente información. Los ejemplos son los que figuran en la tabla de dicho anejo y no tienen que estar relacionados directamente con el caso a estudiar. Hay que verlos como una guía para comprender el principio inventivo.

Nº.	Principio	Descripción	Ejemplo
35	Transformación de propiedades o cambio de parámetros	a) Cambio del estado físico de algún componente del sistema tecnológico.	a) Para limpiar por erosión mecánica, piezas metálicas sin que el polvo limpiador deje trazas, se usa polvo de dióxido de Carbono ("hielo seco") que una vez cumplida su misión limpiadora se evapora y desaparece sin dejar rastro.
		b) Cambio de concentración o densidad.	b) El caso ya visto del agua de una piscina de saltos en la cual se hace burbujear aire, reduciendo su densidad y así protegiendo a los saltadores contra alguna lesión al efectuar un mal clavado
		c) Cambio de temperatura.	c) Mantener a baja temperatura las muestras médicas de tejidos para su posterior análisis.
		d) Cambio de grado de flexibilidad.	
2	Extracción	Separar o quitar la parte que genera el problema de contradicción.	Emplear el sonido de aves en peligro, mediante altavoces, con el objeto de mantenerlas alejadas de las pistas de aterrizaje.
18	Vibración mecánica	a) Emplear oscilaciones.	a) El péndulo de un reloj de pared.
		b) Si ya existe una oscilación, aumentar su frecuencia e inclusive llegar al ultrasonido	b) El horno de microondas.
		c) Usar vibraciones ultrasónicas junto con campos magnéticos.	c) Actualmente es posible "soldar" huesos humanos mediante ultrasonido y campos magnéticos.
10	Acción anticipada	a) Llevar a cabo la acción anticipadamente.	a) De nuevo la navaja de tipo "cúter", la cual contiene una hoja segmentada para que cuando una parte de ella pierda filo, pueda ser fácilmente reemplazada por un segmento nuevo.

Nº.	Principio	Descripción	Ejemplo
		b) Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado	b) Cuando se lleva a cabo el vaciado de piezas de cerámica en secciones, entre cada sección se colocan hojas metálicas o plásticas para que una vez fraguada la pieza se pueda separar fácilmente del molde.
28	Reemplazar un sistema mecánico con otro sistema	a) Reemplazar el sistema mecánico con un óptico, acústico o térmico. b) Emplear campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos para interactuar con un objeto. c) Uso de campos magnéticos en combinación con partículas ferromagnéticas	a) Un sistema olfatorio es empleado para determinar el momento en el cual se rompe un "diente", de un engrane, en una maquina de perforación. b) Reemplazar el gancho de una grúa para levantar chatarra de hierro con un electroimán. c) En el caso ya visto de querer determinar la velocidad de endurecimiento de un plástico, se le agrega limadura de hierro durante la preparación y se aplica un campo magnético oscilante durante el fraguado, con lo que se puede determinar el grado de movilidad de las partículas metálicas y por lo tanto la velocidad de endurecimiento.
19	Acción periódica	a) Reemplazar una acción continua con una periódica o con impulsos. b) Si una acción ya es periódica, cambiar su frecuencia. c) Usar pausas entre los impulsos para obtener una acción adicional.	a) Cuando se riega el césped, si se aplica el agua de forma constante, este es dañado, lo mejor es usar aspersores intermitentes. b) En los faros marinos se cambia a menudo la frecuencia del haz luminoso con objeto de que sean más visibles para los navegantes. c) Unas chimeneas que funcionen mediante pausas para emitir los gases, son capaces de elevarlos hasta 3000 metros, lo que no se lograría con una chimenea del triple de altura pero que funcione de manera continua.

Veamos cómo podríamos aplicar estos principios a la resolución de nuestro objetivo, la mejora de la ecoeficiencia de nuestros productos, una lavadora.

● Principio 35: Transformación de propiedades.

Cambiar el estado físico o propiedades de alguno de los componentes, en este caso del agua. Podría imaginarse la introducción de microburbujas de aire o de oxígeno que incremente la eficiencia del lavado con menos agua.

● Principio 18: Vibración mecánica.

Podríamos pensar en utilizar vibración ultrasónica para lavar.

- Principio 28: Reemplazar un sistema mecánico por otro.

Utilizar campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos para interactuar con el agua para producir agua electrolizada que descomponga las sustancias orgánicas sin utilizar detergentes (esta idea fue presentada por Sanyo Corporation en 2001).

Como vemos, podemos utilizar la metodología TRIZ para facilitar ideas ecoeficientes en las empresas.

10

CASO PRÁCTICO 2

INODORO ECOEFICIENTE

Veamos el caso de los inodoros actuales. Aparentemente la superficie de porcelana interna de los inodoros es suave. Pero a nivel microscópico, dicha superficie es rugosa y se vuelve sucia con facilidad.

Un inodoro normal requiere entre 12 y 14 litros de agua. Si queremos buscar la ecoeficiencia en el uso del agua en el inodoro, seleccionaremos el elemento A(Reducir el consumo de materiales.)

Ahora debemos relacionar este impacto con los elementos de ecoeficiencia, para lo que consultamos la tabla 4.

El impacto de reducir el consumo de materiales	Reducir el consumo de materiales
El impacto de reducir el consumo de agua	Reducir el consumo de agua

Identificados los elementos de ecoeficiencia, nos dirigimos a la tabla 5, y seleccionamos los parámetros de ingeniería del TRIZ.

Recordamos que para la selección de parámetros de ingeniería, no aplicamos todos los que corresponden a un elemento de ecoeficiencia si en un principio no tienen una clara relación directa.

Como en el caso anterior seleccionamos los que se muestran en la tabla siguiente.

El impacto de reducir el consumo de materiales	Reducir el consumo de materiales	Reducir el consumo de agua
El impacto de reducir el consumo de agua	Reducir el consumo de agua	10 17

A continuación nos vamos a la tabla 6 y elegimos los principios con un mayor rango de frecuencia que introducimos en nuestra tabla.

Impacto ambiental	Elemento de ecoeficiencia	Parámetro de ingeniería	Principios inventivos
Consumo de agua	A. Reducir el consumo de materiales.	23	10,35,28,18,31,24
		26	35,03,29,18,10,14

Si vamos a la descripción de los principios inventivos que se encuentran en el anejo 1, obtenemos la siguiente información.

Nº.	Característica	Descripción	Ejemplo
35	Transformación de propiedades o cambio de parámetros	a) Cambio del estado físico de algún componente del sistema tecnológico.	a) Para limpiar por erosión mecánica, piezas metálicas sin que el polvo limpiador deje trazas, se usa polvo de dióxido de Carbono ("hielo seco") que una vez cumplida su misión limpiadora se evapora y desaparece sin dejar rastro.
		b) Cambio de concentración o densidad.	b) El caso ya visto del agua de una piscina de clavados en la cual se hace burbujear aire, reduciendo su densidad y así protegiendo a los clavadores contra alguna lesión al efectuar un mal clavado
		c) Cambio de temperatura.	c) Mantener a baja temperatura las muestras médicas de tejidos para su posterior análisis.
		d) Cambio de grado de flexibilidad.	
18	Vibración mecánica	a) Emplear oscilaciones.	a) El péndulo de un reloj de pared.
		b) Si ya existe una oscilación, aumentar su frecuencia e inclusive llegar al ultrasonido	b) El horno de microondas.
		c) Usar vibraciones ultrasónicas junto con campos magnéticos.	c) Actualmente es posible "soldar" huesos humanos mediante ultrasonido y campos magnéticos.
10	Acción anticipada	a) Llevar a cabo la acción anticipadamente.	a) De nuevo la navaja de tipo "cúter", la cual contiene una hoja segmentada para que cuando una parte de ella pierda filo, pueda ser fácilmente reemplazada por un segmento nuevo.
		b) Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado	b) Cuando se lleva a cabo el vaciado de piezas de cerámica en secciones, entre cada sección se colocan hojas metálicas o plásticas para que una vez fraguada la pieza se pueda separar fácilmente del molde.

Nº.	Característica	Descripción	Ejemplo
3	Calidad local	a) Cambio de una estructura homogénea a otra heterogénea de un objeto o a una acción del ambiente externo.	a) Para combatir el fino polvo que se produce dentro de las minas de Carbón durante la perforación, se aplica agua atomizada, sin embargo eso causa pérdida de visibilidad. La solución es aplicar también gotas más grandes con lo que se resuelve el problema.
		b) Que partes de un objeto tengan varias funciones.	b) Un lápiz con su goma de borrar.
		c) Colocar cada parte de un objeto bajo las condiciones más favorables para su operación.	c) Los con troles de un monitor se localizan en la parte frontal de este.
28	Reemplazar un sistema mecánico con otro sistema	a) Reemplazar el sistema mecánico con un óptico, acústico o térmico.	a) Un sistema olfatorio es empleado para determinar el momento en el cual se rompe un "diente", de un engrane, en una maquina de perforación.
		b) Emplear campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos para interactuar con un objeto.	b) Reemplazar el gancho de una grúa para levantar chatarra de hierro con un electroimán.
		c) Uso de campos magnéticos en combinación con partículas ferromagnéticas	c) En el caso ya visto de querer determinar la velocidad de endurecimiento de un plástico, se le agrega limadura de hierro durante la preparación y se aplica un campo magnético oscilante durante el fraguado, con lo que se puede determinar el grado de movilidad de las partículas metálicas y por lo tanto la velocidad de endurecimiento.

Veamos cómo podríamos aplicar estos principios a la resolución de nuestro objetivo, la mejora de la ecoeficiencia de nuestros productos, un inodoro.

- Principio 35: Transformación de propiedades.

Cambiar el estado físico o propiedades de alguno de los componentes, en este caso del agua.

- Principio 3: Calidad local.

Nos dice colocar cada parte de un objeto bajo las condiciones más favorables para su operación.

Si recordamos que el TRIZ propone buscar la solución ideal, en este caso, sería que el inodoro no utilizase agua, ya que nada se pudiera quedar incrustado en la superficie de las paredes.

- ✓ La solución podría ser una superficie antiadherente (principio 3).
- ✓ Una porcelana sin rugosidad microscópica (principio 35)

Ya existen en el mercado este tipo de superficies que satisfacen estos requisitos. Mediante el uso de nanotecnología, estos inodoros consiguen reducir el consumo de agua medio a 6 litros (frente a los 12-14 l que comentábamos al principio).

ANEJOS

ANEJO I: GUÍAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE I+D+I

ANEXO II: TRIZ

Los 39 parámetros técnicos del triz.

Los 40 principios inventivos del triz

ANEJO I: GUÍAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE I+D+I

- ✓ “Guía práctica de la Innovación para PYMES”.
<http://anetcom.es/servicios/lineaed.asp>
- ✓ “Guía práctica para abordar la innovación y su gestión en las empresas del sector de la edificación residencial”.
http://www.garraioak.ejgv.euskadi.net/r41-18971/es/contenidos/informacion/guia_innova/es_innova/adjuntos/tomo1cast.pdf
- ✓ “Guía práctica para la implantación de la norma “UNE 166002:2006 Gestión de la I+D+ I: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+I” en empresas del sector de la edificación residencial”
http://www.garraioak.ejgv.euskadi.net/r41-18971/es/contenidos/informacion/guia_innova/es_innova/adjuntos/tomo2cast.pdf
- ✓ “La sistematització de la innovació. Normes de la sèrie UNE 166.000 d'R+D+I”
http://www.anella.cat/c/document_library/get_file?folderId=587504&name=DLFE-10236.pdf

ANEXO II: TRIZ

Los 39 parámetros técnicos del triz.

No.	Característica	Descripción
1	Peso del objeto móvil	Masa del objeto en movimiento, sujeto a un campo gravitacional o fuerza que el mismo objeto ejerce sobre los puntos que lo soportan o suspenden.
2	Peso del objeto estacionario	Masa del objeto estático, sujeto a un campo gravitacional o fuerza que el mismo objeto ejerce sobre los puntos que lo soportan o suspenden.
3	Longitud del objeto móvil	Cualquiera de las dimensiones lineales de un objeto en movimiento, no necesariamente su longitud.
4	Longitud del objeto estacionario	Cualquiera de las dimensiones lineales de un objeto estático, no necesariamente su longitud.
5	Área del objeto en movimiento	Área o parte de la superficie que ocupa un objeto en movimiento, ya sea interna o externa.
6	Área del objeto estacionario	Área o parte de la superficie que ocupa un objeto estático, ya sea interna o externa.
7	Volumen del objeto en movimiento	Espacio volumétrico que ocupa un objeto cuando se desplaza de un punto a otro.
8	Volumen del objeto estacionario	Espacio volumétrico que ocupa un objeto estático.
9	Velocidad	Velocidad de un objeto. También: Velocidad a que se lleva a cabo un proceso o cualquier tipo de acción que involucra a un sistema tecnológico.
10	Fuerza	Fuerza que requiere un objeto para cambiar su posición de un punto a otro
11	Esfuerzo o presión	Es la fuerza por unidad de área (tensión) aplicada a un objeto, o la tensión que el objeto ejerce sobre su entorno.
12	Forma	Contorno externo de un objeto o apariencia de un sistema tecnológico.
13	Estabilidad de la composición del objeto	Integridad del objeto o sistema. Relación entre los distintos constituyentes de un objeto. Un incremento en la entropía (desorden) del objeto o del sistema representa una pérdida de estabilidad.
14	Resistencia	Capacidad de un objeto a resistir un cambio en respuesta a una fuerza aplicada. También, resistencia a la ruptura.
15	Duración de una acción de un objeto móvil	Tiempo en el cual un objeto móvil puede llevar a cabo una acción, también llamada vida útil de un objeto.
16	Duración de una acción de un objeto estacionario	Tiempo en el cual un objeto estacionario puede llevar a cabo una acción, también llamada vida útil de un objeto.
17	Temperatura	Condición térmica de un objeto o sistema tecnológico. Puede incluirse su capacidad calorífica.
18	Brillantez	Cualidad lumínica de un objeto o sistema dado en fluxes por unidad de área.

No.	Característica	Descripción
19	Uso energético del objeto en movimiento	Energía requerida por el objeto en movimiento para llevar a cabo una acción determinada. Puede incluirse la capacidad para llevar a cabo un trabajo determinado.
20	Uso energético del objeto estacionario	Energía requerida por el objeto estático para llevar a cabo una acción determinada. Puede incluirse la capacidad para llevar a cabo un trabajo determinado.
21	Potencia	Gradiente del uso de energía. También el tiempo en el que se lleva a cabo un trabajo.
22	Pérdida de energía	Energía disipada que no contribuye directamente al trabajo requerido.
23	Pérdida de materia	Pérdida parcial o total de materia del sistema o de los subsistemas del mismo (temporal o permanente).
24	Pérdida de información	Pérdida parcial o total de información del sistema o de los subsistemas del mismo (temporal o permanente). También incluye pérdida de: textura, olor, color, etc.
25	Pérdida de tiempo	Lapso de tiempo que se pierde al llevar a cabo una acción por el objeto o el sistema tecnológico. Reducir la pérdida de tiempo es una característica deseable de un sistema.
26	Cantidad de sustancia o de materia	Cantidad de sustancia que contiene un objeto, un sistema o un subsistema (temporal o definitiva)
27	Confiabilidad	Seguridad de la habilidad que tiene un sistema para llevar a cabo la función para la cual fue diseñado, en una forma óptima.
28	Precisión de la medida	Certidumbre con la que es posible medir el valor o característica de un parámetro en un sistema tecnológico.
29	Precisión en la manufactura	Grado de exactitud mediante el cual se puede fabricar un objeto en relación a las especificaciones requeridas de sus componentes.
30	Daño externo que afecta a un objeto	Susceptibilidad de un sistema a daños infligidos desde el exterior.
31	Daños generados por el propio objeto	Daños producidos durante la operación de un objeto, un sistema o los subsistemas que lo integran.
32	Manufacturabilidad o facilidad para la fabricación	Facilidad con la que se puede producir un objeto o un sistema tecnológico.
33	Facilidad de operación	Simplicidad en la operación de un objeto o un sistema. Entre menos componentes o etapas tiene un objeto o un proceso es de más fácil operación
34	Facilidad de reparación	Cualidad que tiene un objeto o un sistema de ser reparado de una forma rápida y sencilla.
35	Adaptabilidad	Flexibilidad con que un objeto o un sistema pueden responder a cambios externos. También es la capacidad que tiene un objeto o un sistema para ser empleado en varias tareas y en diferentes circunstancias.
36	Complejidad del objeto	Diversidad de elementos que se relacionan entre si durante la operación de un objeto. Es la dificultad para operar un objeto.
37	Complejidad de control	Grado de dificultad con que se puede controlar la operación de un objeto o un sistema debido a la complejidad e interacción de sus componentes.

No.	Característica	Descripción
38	Nivel de automatización	Capacidad para que un objeto lleve a cabo la función para la que fue diseñado sin la intervención humana. El nivel más bajo de automatización es el de un objeto operado manualmente y el nivel máximo es cuando opera independientemente del ser humano y monitorea su propia operación.
39	Capacidad / Productividad	Número de funciones o de operaciones que un objeto lleva a cabo por unidad de tiempo. Puede incluirse producción por unidad de tiempo o costo por unidad de tiempo.

Los 40 Principios Inventivos del TRIZ

Nº.	Característica	Descripción	Ejemplo
1	Segmentación	a) Dividir un objeto en partes independientes.	a) La antena de un automóvil.
		b) Hacer un objeto fácil de desarmar.	b) Muebles modulares.
		c) Incrementar el grado de fragmentación o segmentación de un objeto.	c) En lugar de cortinas convencionales emplear persianas.
2	Extracción	Separar o quitar la parte que genera el problema de contradicción.	Emplear el sonido de aves en peligro, mediante altavoces, con el objeto de mantenerlas alejadas de las pistas de aterrizaje.
3	Calidad local	a) Cambio de una estructura homogénea a otra heterogénea de un objeto o a una acción del ambiente externo.	a) Para combatir el fino polvo que se produce dentro de las minas de Carbón durante la perforación, se aplica agua atomizada, sin embargo eso causa pérdida de visibilidad. La solución es aplicar también gotas más grandes con lo que se resuelve el problema.
		b) Que partes de un objeto tengan varias funciones.	b) Un lápiz con su goma de borrar.
		c) Colocar cada parte de un objeto bajo las condiciones más favorables para su operación.	c) Los con troles de un monitor se localizan en la parte frontal de este.
4	Asimetría	a) Reemplazar una forma simétrica con otra asimétrica.	a) El lado externo de una llanta se refuerza más, para soportar los golpes contra las banquetas.
		b) Si un objeto es asimétrico, incrementar dicha asimetría.	b) Cambiar los sellos de hule de juntas de presión, por sellos de formas especiales, aún más asimétricas, para un sellado perfecto.
5	Consolidación o combinación	a) Combinar en un espacio objetos homogéneos o que estén destinados a una operación contigua.	a) Unir dos embarcaciones convencionales con lo que surge el "catamarán", el cual es mucho más estable que las embarcaciones independientes.
		b) Consolidar en tiempo operaciones simultáneas.	b) Cuando se excava en terreno congelado, se sugiere instalar aspersores de vapor de agua, junto con las cuchillas de excavación con objeto de reblandecer dicho terreno.
6	Universalidad	En este caso se pretende que un objeto lleve a cabo varias funciones que normalmente tienen otros objetos	La popular multiherramienta de bolsillo que contiene un cuchillo, una lima, unas tijeras, unas pinzas, etc.
7	Anidación	a) Que un objeto pueda colocarse dentro de otro y ellos dos dentro de un tercero.	a) Una lente zoom de cámara fotográfica.
		b) Un objeto pasa a través de la cavidad de otro.	b) Una navaja tipo "cúter", la hoja pasa a través del objeto principal.

<p>8 Contrapeso</p>	<p>a) Compensar el peso de un objeto combinándolo con otro de tal manera que se tenga una fuerza elevadora.</p> <p>b) Compensar el peso de un objeto con fuerzas aerodinámicas o hidrodinámicas que influyan o interactúen con el ambiente.</p>	<p>a) Un hidrodensizador, el cual inyecta agua a muy alta presión, bajo la embarcación, para levantarla y avanzar a gran velocidad.</p> <p>b) En los automóviles de carreras se coloca un alerón trasero con el objeto de incrementar la presión ("agarre") de los neumáticos sobre el asfalto aumentando la tracción.</p>
<p>9 Acción contraria anticipada</p>	<p>Este principio se refiere a llevar a cabo una acción contraria y de manera anticipada para solucionar una contradicción.</p>	<p>El reforzamiento de una columna de concreto.</p>
<p>10 Acción anticipada</p>	<p>a) Llevar a cabo la acción anticipadamente.</p> <p>b) Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado</p>	<p>a) De nuevo la navaja de tipo "cúter", la cual contiene una hoja segmentada para que cuando una parte de ella pierda filo, pueda ser fácilmente reemplazada por un segmento nuevo.</p> <p>b) Cuando se lleva a cabo el vaciado de piezas de cerámica en secciones, entre cada sección se colocan hojas metálicas o plásticas para que una vez fraguada la pieza se pueda separar fácilmente del molde.</p>
<p>11 Acolchonado anticipado</p>	<p>Significa proteger algún objeto contra el daño que puede sufrir en el futuro.</p>	<p>El principio es muy empleado por las empresas que se dedican a las mudanzas de muebles y artículos frágiles, consistiendo en empaquetar dichos artículos entre plásticos expandidos.</p>
<p>12 Equipotencialidad</p>	<p>Es un principio que se refiere a evitar el levantar o bajar un objeto durante algún tipo de acción.</p>	<p>Para evitar levantar un automóvil durante el cambio de aceite o la revisión de las ruedas, se cuenta con fosas sobre las cuales se coloca el vehículo y el mecánico simplemente baja para llevar a cabo la tarea.</p>
<p>13 Inversión o hacer algo en forma contraria a la convencional</p>	<p>a) En lugar de llevar a cabo la acción directa dictada por el propio problema, hacer lo contrario.</p> <p>b) Voltear un objeto "boca abajo" para que lleve su función.</p> <p>c) Hacer estacionaria la parte móvil de un objeto y lo estacionario móvil, que puede incluir el ambiente.</p>	<p>a) El ganado se marca, tradicionalmente, mediante un hierro al "rojo vivo", lo cual causa mucho dolor y puede producir infecciones posteriores en el animal. En algunos países europeos se emplea un hierro pero enfriado con Nitrógeno líquido, con lo que el dolor se reduce y la marca es permanente.</p> <p>b) Altshuller sugiere una sartén eléctrica invertido que fríe los alimentos de arriba hacia abajo.</p> <p>c) Una caminadora eléctrica hace que el usuario permanezca en el mismo lugar y lo que se mueve es la banda, contrariamente a lo que sucede al caminar, que el piso permanece estacionario y la que se mueve es la persona</p>
<p>14 Esfericidad</p>	<p>a) Reemplazar partes lineales con</p>	<p>a) Emplear arcos o domos para reforzar</p>

	curvas o esferas.	construcciones lineales.
	b) Uso de rodillos o espirales.	b) Algunos implementos agrícolas, para mover la tierra, usan rodillos dentados en lugar de las tradicionales cuchillas con lo que es posible mover el doble o triple de tierra que con el sistema tradicional.
	c) Reemplazar un movimiento lineal por otro rotatorio.	c) El "ratón" de la computadora emplea una esfera para transferir movimientos lineales a la unidad procesadora de información (CPU).
15 Incremento dinámico o dinamismo ("Dynamicity")	a) Hacer que las características de un objeto o el ambiente se adapten para un rendimiento óptimo en cada etapa de su función.	a) Los alerones que se colocan en los autos de carreras, cuyos ángulos de ataque pueden cambiarse para un funcionamiento óptimo del vehículo.
	b) Dividir un objeto en varios elementos de tal forma que cambien de posición unos con otros.	b) Los modernos vehículos "todo terreno" que se emplean para explorar Marte, los cuales son muy flexibles con partes movibles en los sistemas de rodado.
	c) Si un objeto es rígido, hacerlo movable o intercambiable	c) Una lámpara de mesa, colocarle un aditamento, flexible, para mover el rayo luminoso a donde sea necesario.
16 Acción parcial o excesiva	Si es imposible obtener un 100% del efecto deseado mediante un sistema tecnológico, tratar de obtener el rendimiento más alto simplificando el sistema.	Cuando se pinta un objeto por inmersión siempre queda un exceso de pintura sobre él, para eliminarla se sugiere rotarlo a gran velocidad y así obtener un pintado óptimo, recuperando la pintura sobrante para su reciclado.
17 Transición a una nueva dimensión	a) Cambiar un movimiento unidimensional a dos o tres dimensiones.	a) El "ratón" de una computadora que funciona mediante luz infrarroja puede moverse en tres dimensiones en comparación con el tradicional que solo lo hace en dos.
	b) Utilizar objetos apilados en varios niveles.	b) Apilar laminas delgadas de vidrio para poder cortarlas con lo que reduce el peligro de que se rompan si se hace el corte de manera individual.
	c) Inclinar objetos o colocarlos sobre sus extremos	c) Almacenar troncos de árboles verticalmente uniéndolos adecuadamente para que formen una estructura rígida y estable.
18 Vibración mecánica	a) Emplear oscilaciones.	a) El péndulo de un reloj de pared.
	b) Si ya existe una oscilación, aumentar su frecuencia e inclusive llegar al ultrasonido	b) El horno de microondas.
	c) Usar vibraciones ultrasónicas junto con campos magnéticos.	c) Actualmente es posible "soldar" huesos humanos mediante ultrasonido y campos magnéticos.
19 Acción periódica	a) Reemplazar una acción continua	a) Cuando se riega el césped, si se aplica el agua de forma constante, este es dañado, lo

	<p>con una periódica o con impulsos.</p> <p>b) Si una acción ya es periódica, cambiar su frecuencia.</p> <p>c) Usar pausas entre los impulsos para obtener una acción adicional.</p>	<p>mejor es usar aspersores intermitentes.</p> <p>b) En los faros marinos se cambia a menudo la frecuencia del haz luminoso con objeto de que sean más visibles para los navegantes.</p> <p>c) Unas chimeneas que funcionen mediante pausas para emitir los gases, son capaces de elevarlos hasta 3000 metros, lo que no se lograría con una chimenea del triple de altura pero que funcione de manera continua.</p>	
20	Llevar a cabo la acción positiva de manera continua	<p>a) Conducir la acción deseada sin pausas, es decir que todas las partes de un sistema tecnológico deben operarse a su máxima capacidad.</p> <p>b) Eliminar "tiempos muertos".</p>	<p>a) Un equipo automático para soldar tuberías en la industria petrolera, está diseñado para operar todo el tiempo a su máxima capacidad y eficiencia.</p> <p>b) Un barco carguero siempre debe llevarse cargado con mercancía y nunca viajar vacío</p>
21	Aumentar la velocidad a la que se lleva a cabo una acción riesgosa o dañina	<p>Aumentar la velocidad a la que se lleva a cabo una acción riesgosa o dañina.</p>	<p>Una sierra cortadora de tubos de plástico, debe de llevar a cabo la acción de corte a la mayor velocidad posible, para evitar el calentamiento de los tubos y su deformación.</p>
22	Convertir algo dañino en benéfico	<p>a) Convertir dos o varios efectos dañinos en uno benéfico.</p> <p>b) Incrementar la acción dañina hasta que cesa de serlo</p>	<p>a) Las aguas residuales fuertemente alcalinas de una empresa pueden mezclarse con las aguas residuales fuertemente acidas de otra industria con lo cual se neutralizan ambas.</p> <p>b) La arena para la construcción en climas extremadamente fríos se congela en los contenedores que la transporta a su lugar de uso, por lo que es muy difícil de descargar. Sin embargo si se enfría mucho más, mediante Nitrógeno líquido es muy fácil de descargar mediante vibración.</p>
23	Retroalimentación	<p>a) Si no existe la retroalimentación establecerla.</p> <p>b) Si ya existe la retroalimentación, incrementarla</p>	<p>a) El funcionamiento de cualquier flotador, en un tanque de agua. Antes de que se inventara el artefacto, se determinaba el nivel del líquido cuando este se derramaba.</p> <p>b) En los equipos muy ruidosos, como los tracto camiones, primero se determina el nivel de ruido generado, mediante sensores y después se genera otro sonido, con la misma intensidad pero desfasado 90 grados con lo que se eliminan ambos ruidos</p>

<p>24 Mediator</p>	<p>a) Emplear un objeto intermedio para transmitir o llevar a cabo una acción.</p> <p>b) Temporalmente conectar un objeto a otro y después quitar uno de ellos.</p>	<p>a) Cuando se elaboran artículos de plástico, en moldes muy complejos, se inyecta aire a presión con el propósito de distribuir adecuadamente el polímero, el aire solo lo "empuja" y después se elimina.</p> <p>b) Cuando se desea sembrar hortalizas, de manera muy precisa en el espaciado de las plantas se colocan las semillas distribuidas en un papel biodegradable, mediante un adhesivo orgánico. El papel y las semillas se depositan en la tierra y con el tiempo el papel desaparece dado que ya cumplir su función.</p>
<p>25 Autoservicio</p>	<p>a) Un objeto debe darse servicio a sí mismo y si es necesario repararse.</p> <p>b) Aprovechar los materiales y la energía desechada en un proceso.</p>	<p>a) En un restaurante de autoservicio, los mismos clientes se convierten en sus propios mesoneros.</p> <p>b) La producción de composta de los residuos sólidos biodegradables o el aprovechamiento del calor generado en una chimenea que puede ser recuperado mediante un serpentín que conduzca agua, la cual aumenta su temperatura y así se alimenta a la caldera, obteniéndose un ahorro considerable de combustible.</p>
<p>26 Copiado</p>	<p>a) Emplear una copia barata en lugar del objeto original que es frágil o inconveniente de operar.</p> <p>b) Reemplazar el objeto original con su imagen óptica, la imagen obtenida puede ser reducida o agrandada.</p> <p>c) Si se está empleando una copia óptica, esta puede ser reemplazada por una copia infrarroja o ultravioleta.</p>	<p>a) Un simulador de vuelo para entrenar pilotos en lugar de un avión verdadero.</p> <p>b) La altura de objetos muy altos puede determinarse mediante la sombra que proyectan.</p> <p>c) Para determinar el grado en que un cultivo ha sido atacado por plagas, se emplean fotografías infrarrojas.</p>
<p>27 Desechar</p>	<p>Reemplazar un objeto costoso con otro que sea más económico y conveniente.</p>	<p>Agujas hipodérmicas desechables.</p>
<p>28 Reemplazar un sistema mecánico con otro sistema</p>	<p>a) Reemplazar el sistema mecánico con un óptico, acústico o térmico.</p> <p>b) Emplear campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos para interactuar con un objeto.</p> <p>c) Uso de campos magnéticos en combinación con partículas ferromagnéticas</p>	<p>a) Un sistema olfatorio es empleado para determinar el momento en el cual se rompe un "diente", de un engrane, en una maquina de perforación.</p> <p>b) Reemplazar el gancho de una grúa para levantar chatarra de hierro con un electroimán.</p> <p>c) En el caso ya visto de querer determinar la velocidad de endurecimiento de un plástico, se le agrega limadura de hierro durante la preparación y se aplica un campo magnético oscilante durante el fraguado, con lo que se puede determinar el grado de movilidad de las partículas metálicas y por lo tanto la velocidad de endurecimiento.</p>

<p>29 Emplear un sistema hidráulico o neumático</p>	<p>Emplear un sistema hidráulico o neumático.</p>	<p>Las bolsas de los automóviles, airbag, que se inflan rápidamente para evitar lesiones al conductor y los tripulantes durante una colisión.</p>
<p>30 Membranas flexibles o películas delgadas</p>	<p>a) Separación de varios objetos mediante membranas flexibles.</p> <p>b) Aislar una parte de un objeto del ambiente que lo rodea mediante una membrana o película flexible.</p>	<p>a) Altshuller aporta el ejemplo de que en un carro-tanque se puede transportar petróleo, licor y aceite comestible si se colocan dichas membranas adecuadamente dentro del transporte.</p> <p>b) Un invernadero es clásico de ese principio ya que el plástico mantiene las condiciones deseadas dentro de la construcción.</p>
<p>31 Material poroso</p>	<p>a) Hacer un objeto poroso o emplear algún elemento que lo sea.</p> <p>b) Si un objeto es poroso, llenar los poros con algún tipo de sustancia.</p>	<p>a) Los embalajes porosos de polietileno que se usan para proteger objetos durante su transporte.</p> <p>b) En metalurgia, la manera más empleada de adicionar un aditivo a un metal fundido líquido, es llenando los poros de un ladrillo especial con el aditivo e introduciéndolo al líquido.</p>
<p>32 Cambio de color</p>	<p>a) Cambiar el color de un objeto o el de su ambiente.</p> <p>b) Cambiar el nivel de translucidez de un objeto o de su ambiente.</p> <p>c) Usar aditivos de algún color para resaltar alguna cualidad o proceso de visualizar.</p> <p>d) Si ya se emplean aditivos, usar algún tipo de pintura luminiscente para un mayor contraste</p>	<p>a) Una forma muy eficiente de aprovechar el calor del sol en los calentadores de agua, es pintándolos de negro mate.</p> <p>b) Una venda puede hacerse transparente para observar como cicatriza una herida.</p> <p>c) En algunos termómetros, el líquido que indica la temperatura se colorea de rojo para producir un mayor contraste y hacer más fácil la lectura.</p> <p>d) Algunos termómetros tienen ya luminiscencia agregada en el líquido que indica la temperatura. Otro ejemplo es la caratula fosforescente de algunos relojes</p>
<p>33 Homogeneidad</p>	<p>Objetos secundarios que interactúan con el objeto principal, deben fabricarse del mismo material o de materiales similares al objeto principal</p>	<p>En metalurgia cuando es necesario agitar un metal fundido de alta pureza, se introduce un agitador del mismo metal para evitar contaminar el material fundido</p>
<p>34 Desechando y regenerando partes</p>	<p>a) Después de terminar su función, un elemento de un objeto, debe descartarse (evaporarse, disolverse, etc.) o puede ser modificado durante el proceso en que se requiere</p> <p>b) Los componentes usados de un objeto deben ser reutilizados</p>	<p>a) Empaques fabricados con harina de almidón que una vez terminada su función se degradan fácilmente en los rellenos sanitarios.</p> <p>b) En los lanzamientos de naves espaciales se recuperan los contenedores de combustible y se vuelven a usar varias veces.</p>

<p>35 Transformación de propiedades o cambio de parámetros</p>	<p>a) Cambio del estado físico de algún componente del sistema tecnológico.</p> <p>b) Cambio de concentración o densidad.</p> <p>c) Cambio de temperatura.</p> <p>d) Cambio de grado de flexibilidad.</p>	<p>a) Para limpiar por erosión mecánica, piezas metálicas sin que el polvo limpiador deje trazas, se usa polvo de dióxido de Carbono ("hielo seco") que una vez cumplida su misión limpiadora se evapora y desaparece sin dejar rastro.</p> <p>b) El caso ya visto del agua de una piscina de clavados en la cual se hace burbujear aire, reduciendo su densidad y así protegiendo a los clavadistas contra alguna lesión al efectuar un mal clavado</p> <p>c) Mantener a baja temperatura las muestras médicas de tejidos para su posterior análisis.</p>
<p>36 Transición de fase</p>	<p>Emplear el fenómeno de cambio de fase (liberación, absorción de calor, etc.).</p>	<p>Algunas naves espaciales cuentan con una capa protectora de una sustancia que se evapora, absorbiendo calor, durante la etapa de reingreso a la tierra y con ello protegiendo a los astronautas.</p>
<p>37 Expansión térmica</p>	<p>a) Emplear la expansión o contracción de algún material con el cambio de temperatura ambiental</p> <p>b) Usar varios materiales con diferente coeficiente de expansión térmica.</p>	<p>a) Para ajustar perfectamente dos partes metálicas, se enfría la interna y se calienta la externa. Una vez lograda, por una parte la contracción y por otra la expansión, se unen y se dejan a la temperatura ambiente, logrando un ajuste perfecto.</p> <p>b) El termopar para el control de temperatura en algunos aparatos industriales.</p>
<p>38 Oxidación acelerada</p>	<p>Llevar a cabo la transición de un nivel inferior de oxidación a otro nivel mayor.</p>	<p>En el tratamiento de aguas residuales en las cuales es indispensable dosificar Oxígeno a las bacterias que biodegradan la materia orgánica, se cambia de aire común (Oxígeno, 21 % Y Nitrógeno, 78%) a inyectar Oxígeno puro, con lo que se obtienen mayores eficiencias en un menor tiempo.</p>
<p>39 Ambiente inerte</p>	<p>a) Reemplazar el ambiente natural con otro que sea inerte.</p> <p>b) Llevar a cabo un proceso en el vacío.</p> <p>c) Emplear una sustancia inerte.</p>	<p>a) Para evitar que algunas fibras vegetales se incendien en los almacenes se les aplica Nitrógeno para así desplazar al Oxígeno, previniendo la posible combustión</p> <p>b) Algunos procesos de soldado muy delicados, se llevan a cabo en cámaras de vacío.</p> <p>c) Para evitar la oxidación en un proceso de soldado se hace uso de algún gas inerte al llevar a cabo la acción.</p>
<p>40 Materiales compuestos ("Composites")</p>	<p>Usos de los nuevos materiales con características muy especiales.</p>	<p>Algunas bicicletas de carreras para hacerlas más ligeras y resistentes tienen partes hechas de fibra de Carbono.</p>

DEFINICIONES

- ACV: Análisis de Ciclo de Vida
- ECOEFICIENCIA: Fabricar más con menos
- IMPACTO AMBIENTAL: Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización.
- INNOVACIÓN: Creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado.
- TRIZ: Teoría de Solución de Problemas de Invención.

BIBLIOGRAFÍA

- G. ALTSHULLER AND L. SHULYAK. 40 Principles: Triz Keys to Technical Innovation. Technical Innovation Ctr, Worcester, 1997.
- MICHAEL A. Orloff. Inventive Thinking through TRIZ. A practical guide. 2ª Edition. Springer 2006.
- KALEVI RANTANEN AND ELLEN DOMB. Simplified TRIZ. New Problem- Solving. Applications for Engineers and Manufacturing Professionals. ST. LUCIE PRESS. 2002.
- SEMYON D. SAVRANSKY. Engineering Of Creativity (Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving. CRC Press LLC. 2000.
- FRANC PONTI. La empresa creativa. Metodologías para el desarrollo de la innovación en las organizaciones. GRANICA. 2001.
- JON WARNER. Creativity and Innovation Effectiveness Profile Facilitator's .Guide HRD Press. 2004.
- ANDRÉS FERNÁNDEZ ROMERO. Creatividad e innovación en empresas Y organizaciones. Técnicas para la resolución de problemas. DIAZ SANTOS S.A. 2005.
- ANGEL L. ARBONÍES. Conocimiento para innovar. Cómo evitar la miopía en la gestión del conocimiento. 2ª Edición. Ediciones Díaz de Santos S.A. 2006

PÁGINAS WEB DE INTERÉS

- Ministerio de Medio Ambiente
<http://www.mma.es/>
- Consejería de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.
<http://portal.aragon.es/portal/page/portal/DGA/DPTOS/MEDIOAMBIENTE>
- Agencia Europea del Medio Ambiente
<http://www.eea.eu.int/>
- La Unión Europea en Línea
<http://www.europa.eu.int/>
- Confederación de la Pequeña y Mediana Empresa Aragonesa (CEPYME ARAGÓN)
<http://www.conectapyme.com/>
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
<http://www.ciemat.es/>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas
<http://www.csic.es/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<http://www.unep.org/>
- International Institute for Environment and Development
<http://www.iied.org/>
- European Environmental Bureau
<http://www.eeb.org/>

Financia:

