

**Metodología de ecodiseño para el desarrollo sustentable de productos y de procesos.
Principios, herramientas y fundamentos**

DR. LUCIO GUZMÁN MARES¹

MTRA. MA. SOLEDAD CASTELLANOS VILLARRUEL²

DRA. MARÍA ELVIA EDITH ALANIS PÉREZ³

RESUMEN

El diseñar para el medio ambiente (Ecodiseño) es un proceso clave y considerado categórico para la competitividad de toda empresa mediante la mejora ambiental de sus productos y de sus procesos a lo largo de todo su ciclo de vida. Este artículo presenta una metodología general y detallada que permite integrar el factor ambiental en el momento de diseñar productos y procesos alcanzando la sustentabilidad de los mismos. Presenta las premisas necesarias, las herramientas que más aplican en este tema y los fundamentos que son la base para una implementación exitosa en cualquier tipo de industria.

Palabras clave: Metodología, Ecodiseño, Desarrollo Sustentable.

ABSTRACT

Designing for the environment (ecodesign) is a key process and considered categorically in any company's competitiveness through environmental improvement of their products and their processes throughout their life cycle. This article presents a general and detailed methodology that allows integration of the environmental factor at the time of designing products and processes reaching their sustainability. It presents the conditions required, the tools most applicable in this matter and the foundations that are the basis for successful implementation in any industry.

Keywords: Methodology, Ecodesign, Sustainable Development.

¹ Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de la Ciénega.

² Instituto Tecnológico de Ocotlán

³ Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de la Ciénega.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Desarrollo Sustentable (DS)

Guzmán (2005) dice en su tesis doctoral que el término “Desarrollo Sostenible” (Sustainable Development) parece ganar una amplia difusión en el debate político internacional por primera vez en 1980, introducido por el grupo de trabajo: “Estrategia para la Conservación del Planeta”, dependiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Pero no llega a establecerse como un paradigma de “desarrollo universalmente aceptado” hasta 1987, después de que la denominada Comisión Brundtland publicara el informe “Nuestro Futuro Común” (Our Common Future), en el marco de las actividades de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) previas a la cumbre de Río de Janeiro de 1992. En México se utiliza más el término de “Desarrollo Sustentable”; el cual se adoptará en esta ponencia. En el mencionado informe de la Comisión Brundtland se define el DS como:

“Aquél que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”

En términos globales, el desafío que plantea es construir un nuevo modelo de desarrollo que permita, simultáneamente, satisfacer las necesidades actuales de calidad de vida de la población del planeta y conservar el medio ambiente tal y como se encuentra hoy (o, incluso, mejorarlo). De esta forma, las generaciones futuras dispondrán de las mismas oportunidades que las presentes para conseguir lo que se considere en el futuro como “calidad de vida”. El DS es apoyado desde tres perspectivas diferentes (figura 1), logrando en primer término la ecoeficiencia de la empresa a través de los principales sistemas de gestión como son: Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA), Producción más Limpia (P+L) y el Ecodiseño.

Figura 1 – Perspectivas para lograr la Ecoeficiencia en la Empresa (Capuz et al, 2002).



Fuente: (Capuz et al, 2002).

Desde la **perspectiva organizacional**, se puede considerar que los sistemas de gestión medioambiental surgen como evolución de los sistemas de gestión de calidad. Se trataba de trasladar el éxito y difusión que en la empresa se había alcanzado con la implantación de los sistemas de calidad a un nuevo reto, el medio ambiente.

Desde la **perspectiva del proceso** productivo, el planteamiento clásico es el denominado **ingeniería medioambiental**, que trata de minimizar el impacto del funcionamiento de la industria mediante la aplicación de las correspondientes medidas correctoras (depósitos para residuos, filtros para emisiones, depuradoras para vertidos, etc.). En este campo existe una permanente competencia entre la aplicación de tecnologías de control más avanzadas y la aparición de normativas cada vez más exigentes (aparición de listas de sustancias prohibidas, reducción de las concentraciones de contaminantes o del tamaño de partículas admisibles, entre otros).

Desde la **perspectiva del producto**, considerando no sólo su fabricación sino su ciclo de vida completo, se ha pasado de la prohibición o eliminación de ciertos materiales en la composición de los mismos a un nuevo paradigma para su desarrollo, **el ecodiseño**. En este ámbito no puede dejar de mencionarse la publicación del libro de Fiksel (1996) (DfE, Design for Environment: Creating Eco-Efficient Products and Proceses) en el que por primera vez se presenta sistemáticamente este enfoque.

1.2. Principales Metodologías de Ecodiseño

El proceso de desarrollo de productos puede variar enormemente entre una empresa y otra e incluso entre distintos productos dentro de una misma empresa. En las grandes organizaciones el proceso de diseño suele estar formalizado y documentado con hitos que facilitan su gestión. Por el contrario, las empresas pequeñas pueden llevar a cabo dicho proceso de una manera mucho más intuitiva e informal. Una sencilla clasificación previa de metodologías de ecodiseño puede consistir en distinguir aquellas que tienen en cuenta:

- Todos los criterios a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida.
- Un solo criterio a lo largo de todas las etapas (energía).
- Determinados criterios en etapas concretas (desensamblaje).

Para los propósitos de la propuesta metodológica (razón de esta ponencia) se han considerado como metodologías de ecodiseño estrictamente las primeras, considerando las restantes como métodos. La tabla 1 presenta las metodologías más estudiadas, partiendo de la original PROMISE; Metodología creada en el 1994 por la Universidad Tecnológica de Delft, que fue tomada como base para el manual de Ecodiseño de la UNEP por Brezet y Van Hemel (1997).

Tabla 1 – Metodología de Ecodiseño PROMISE y Adaptaciones Posteriores.

ECODISEÑO		
PROMISE	IHOBE, 2000	UNE 150301, 2003
0. Organización del proyecto de ecodiseño.	0. Preparación del proyecto.	1. Planificación.
1. Selección del producto.		
2. Establecimiento de la estrategia.	1. Aspectos ambientales.	
3. Generación y selección de ideas.	2. Ideas de mejora.	2. Implantación y funcionamiento.
4. Detalle del concepto.	3. Desarrollar conceptos.	
	4. Producto en detalle.	
5. Comunicación y lanzamiento.	5. Plan de acción.	3. Comprobación.
	6. Evaluación.	
6. Seguimiento.		4. Acción correctiva.

Fuente: Elaboración propia.

2. PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS

2.1. Aspectos de partida para la Propuesta Metodológica

La metodología está definida en una estructura de fases y etapas (tabla 2) tras el análisis comparativo de las principales metodologías de diseño, desarrollo, gestión y ecodiseño existentes. Ésta se completa con la relación de actividades ambientales para cada fase. Integrada de métodos y completada con una clasificación de los mismos, según el tipo de actividad del ciclo básico de diseño para el que resultan apropiados.

Por este motivo, la propuesta que se presenta, se ha elaborado desde una *perspectiva corporativa*, donde la mejora ambiental del producto sea a través de la gestión empresarial, la cuál debe realizarse en todos los aspectos y a todos los niveles.

2.2. Condiciones Iniciales

Como toda adopción, implantación y sistematización de nuevos modelos, llámese sistemas de gestión medioambiental, empresarial, de calidad, de desarrollo de productos y procesos, entre otros; la **resistencia al cambio** es por naturaleza más que un hecho relevante. De aquí la importancia de tener en primer plano el **compromiso de la alta dirección** el cual con el ejemplo da sinergia a toda la organización a adoptar el nuevo modelo que se ha decidido implantar. Sin embargo, no es suficiente este hecho, debe quedar por escrito en todo lo referente a la planificación empresarial (misión, visión, políticas, principios, valores, etc.), para que con ello se formalice el nuevo reto adquirido, y sea el punto de referencia para la mejora continua y la nueva forma de pensar y de hacer las cosas.

3. METODOLOGÍA DE ECODISEÑO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

3.1. Descripción General de la Metodología

La propuesta metodológica esta estructurada en cuatro Fases y ocho Etapas:

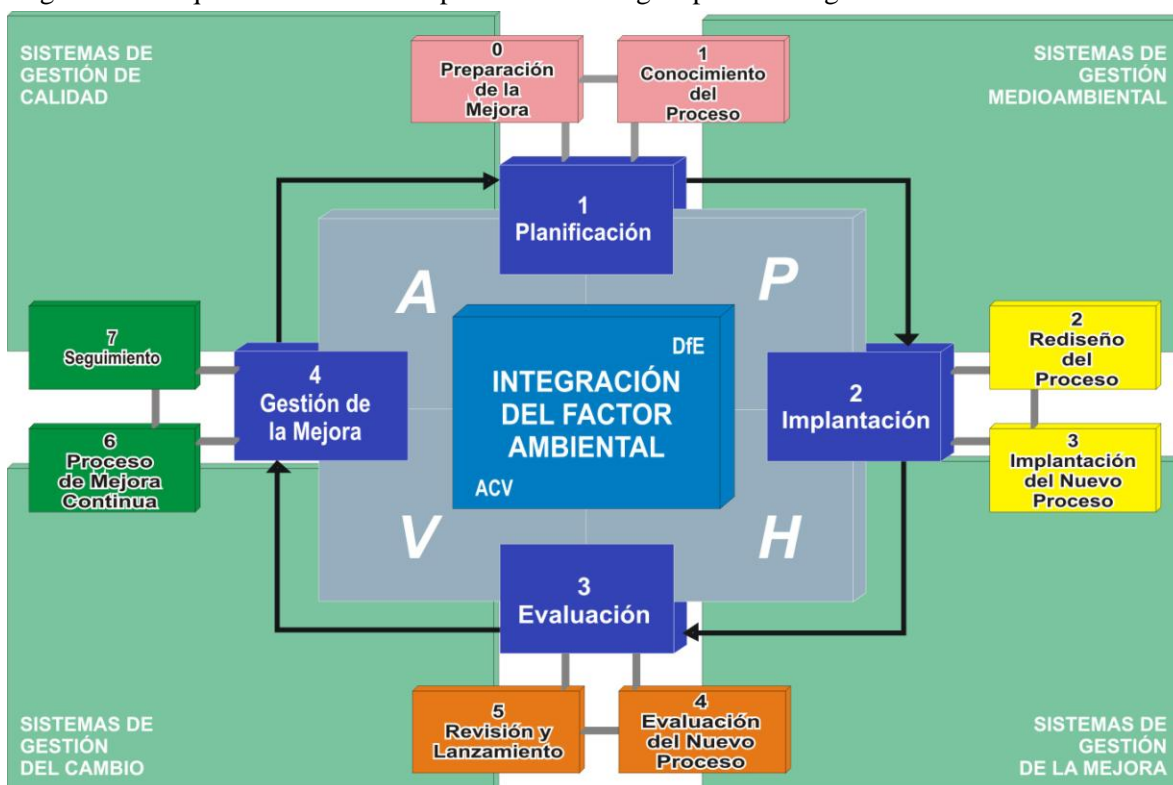
Tabla 2. Fases y Etapas de la Propuesta [Elaboración propia].

FASES	ETAPAS
1. Planificación	0. Preparación de la Mejora
	1. Conocimiento del Ciclo de Vida
2. Implantación	2. Rediseño del Proceso/Producto
	3. Implantación del Nuevo Proceso/Producto
3. Evaluación	4. Evaluación del Nuevo Proceso/Producto
	5. Revisión y Lanzamiento
4. Gestión de la Mejora	6. Proceso de Mejora Continua
	7. Seguimiento

Fuente: Elaboración propia.

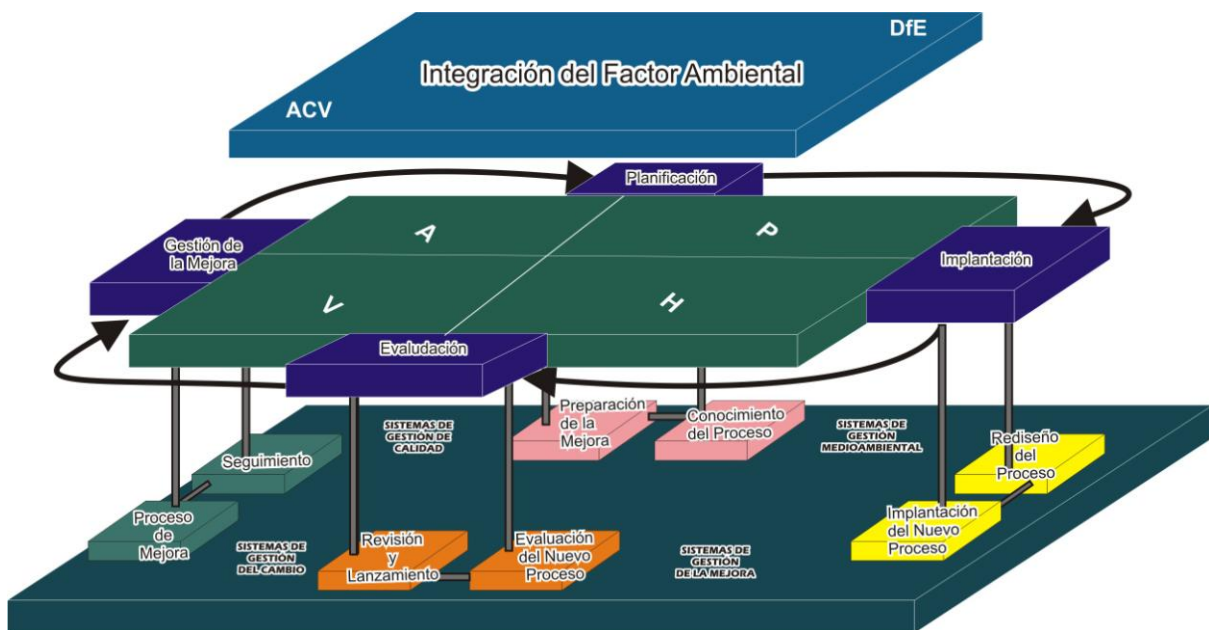
Las figuras 2 y 3 muestran el enfoque general de la metodología donde se puede apreciar las interrelaciones de las etapas y el marco de sustento de la propuesta.

Figura 2. Enfoque General de la Propuesta Metodológica para la Integración del Factor Ambiental.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Enfoque General en Niveles de implementación de la Metodología 3D.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Descripción Detallada de la Metodología

3.2.1. Planificación

La *Fase de Planificación* (tabla 3) tiene como objetivo, como su nombre lo indica, planear la preparación de la empresa para la transformación del proceso de desarrollo del producto (PDP); Ésta está compuesta por la *Etapa 0: Preparación de la Mejora* y la *Etapa 1: Conocimiento del Ciclo de Vida del Mueble (CVP)*.

3.2.2. Implantación

La *Fase de Implantación* (tabla 4) tiene como objetivo, en primer plano, el rediseño del PDP del proyecto que ha sido seleccionado, así como establecer las actividades que se van a desarrollar, los enfoques y métodos que se tomarán en cuenta, etc., y ejecutar lo planeado a través del proyecto piloto. La fase de Implantación está compuesta por la *Etapa 2: Rediseño del proceso/producto* y la *Etapa 3: Implantación del nuevo proceso/producto*.

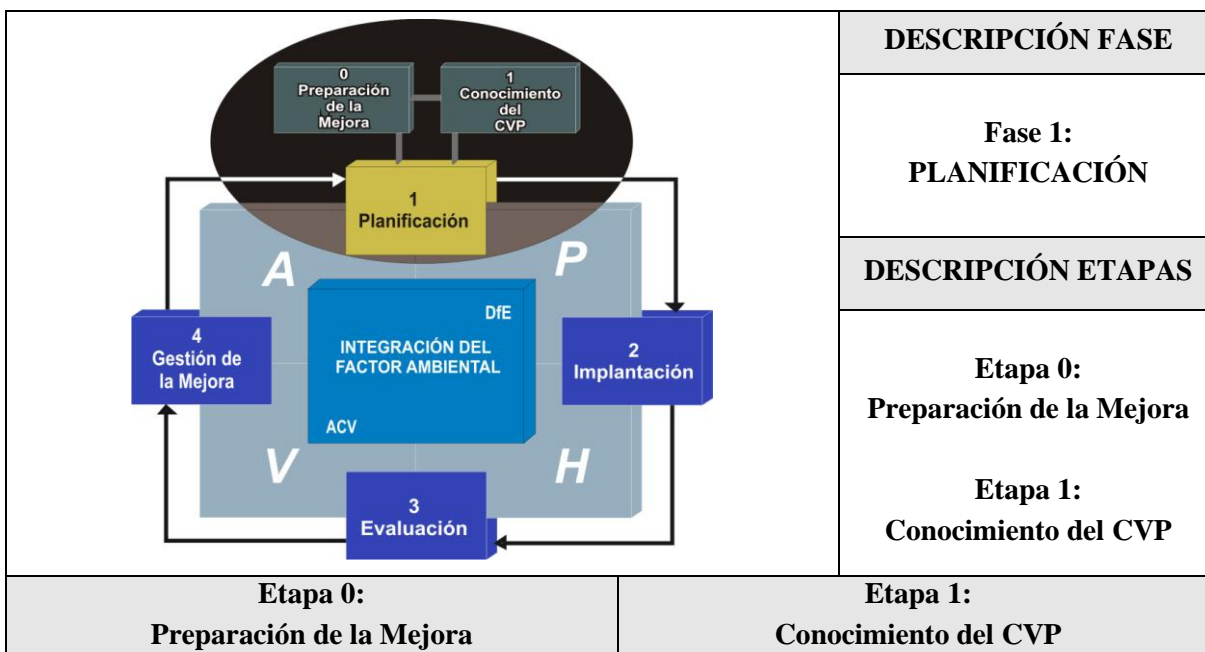
3.2.3. Evaluación

La *Fase de Evaluación* (tabla 5) tiene como objetivo principal, una vez puesta en práctica las actividades desarrolladas en las fases anteriores, realizar la evaluación correspondiente para verificar que los resultados esperados se estén obteniendo. Ésta está compuesta por la *Etapa 4: Evaluación del nuevo proceso/producto* y la *Etapa 5: Revisión y lanzamiento*.

3.2.4. Gestión de la Mejora

La *Fase de Gestión de la Mejora* (tabla 6) tiene como objetivo principal, establecer indicadores de mejora que sirvan de base a la empresa para la toma de decisiones. Dejar por escrito la mejora alcanzada mediante formatos que se consideren adecuados para plasmar todo el proceso desarrollado, y así lograr el seguimiento de esta mejora para mantenerla. Esta fase está compuesta por la *Etapa 6: Proceso de mejora continua* y la *Etapa 7: Seguimiento*.

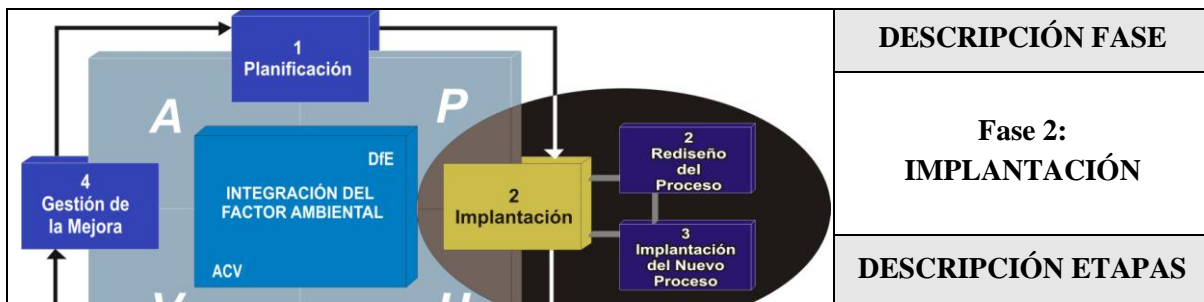
Tabla 3 – Planteamiento General de la Fase de Planificación.



Objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar oportunidades de mejora. 2. Seleccionar productos/procesos a mejorar. 3. Detectar áreas de mejora. 4. Formar el Equipo multidisciplinar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tener idea clara del proceso a mejorar. 2. Detectar áreas de mejora ambiental. 3. Evaluar proc./prod. Ambientalmente. 4. Crear ambiente de trabajo adecuado. 	Objetivos
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis DAFO. 2. Identificar productos/procesos claves. 3. Priorización de productos/procesos claves. 4. Exponer casos prácticos de mejora. 5. Seleccionar al Líder del equipo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolección de datos del proceso actual (diagrama de flujo). 2. Evaluación de la práctica actual. 3. Obtención de resultados. 	Actividades
Medios	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Herramienta DAFO. ✓ Seminarios – Talleres. ✓ Ejemplos de Ecoproductos similares. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Herramienta Visio. ✓ Cuestionario de diagnóstico y evaluación. ✓ Herramientas de planificación. 	Medios
Participantes			
Campeón y Equipo Directivo		Equipo de Directivo y Líder del Proyecto	
Diagrama de Flujo			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 – Planteamiento General de la Fase de Implantación.

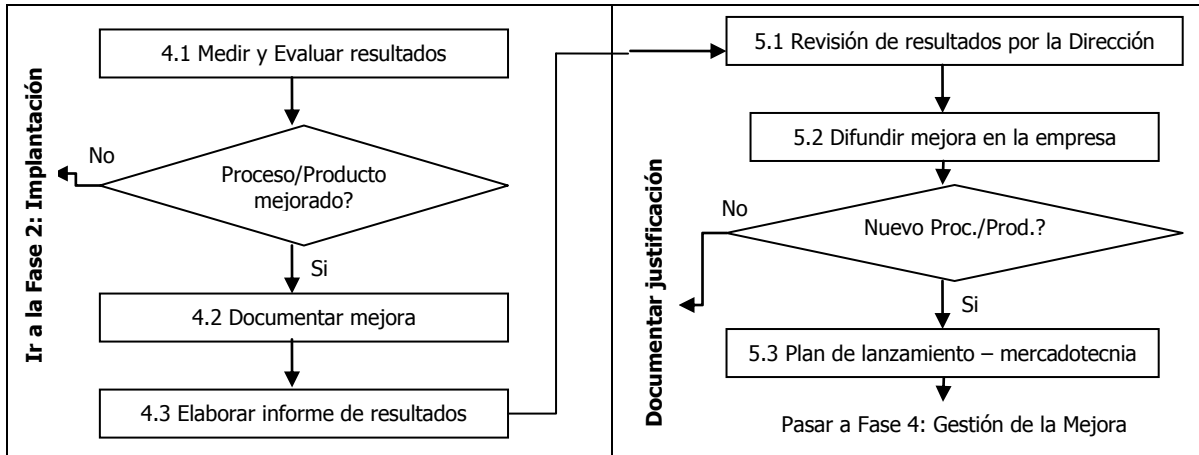


		Etapa 2: Rediseño del Proceso/Producto	
		Etapa 3: Implantación del nuevo Proceso/Producto	
Etapa 2: Rediseño del Proceso/Producto		Etapa 3: Implantación del nuevo Proceso/Producto	
Objetivos	1. Proponer el nuevo proceso/producto.	1. Desarrollar en la práctica el nuevo modelo de proceso/producto.	Objetivos
Actividades	1. Ideas de Mejora – nuevo proceso/producto. 2. Plan de capacitación adecuada para equipo. 3. Preparar plan de mejora para implantar el nuevo proceso/producto. 4. Evaluar (re) diseño deseado.	1. Ejecución del plan de capacitación. 2. Ejecución del plan de mejora. 3. Documentar mejora obtenida. 4. Elaborar informe de resultados.	Actividades
Medios	✓ Metodología de Ecodiseño. ✓ Rueda de estrategias del Ecodiseño. ✓ Normativa de sistemas de gestión.	✓ Las 7 herramientas básicas. ✓ Herramientas de Ecodiseño. ✓ Seminarios – Talleres.	Medios
Participantes			
Equipo Multidisciplinar y Personal de Producción		Equipo Multidisciplinar y Personal de Producción	
Diagrama de Flujo			
<pre> graph TD A[2.1 Desarrollar las ideas de mejora] --> B[2.2 Establecer plan de mejora] B --> C[2.3 Evaluar (re) diseño deseado] C --> D{ (Re) diseño mejorado? } D -- Si --> A D -- No --> E[] </pre>		<pre> graph TD A[3.1 Formación, sensibilización y capacitación] --> B[3.2 Ejecutar plan de mejora - implantación] B --> C[3.3 Documentar resultados] C --> D[Pasar a Fase 3: Evaluación] </pre>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 – Planteamiento General de la Fase de Evaluación.

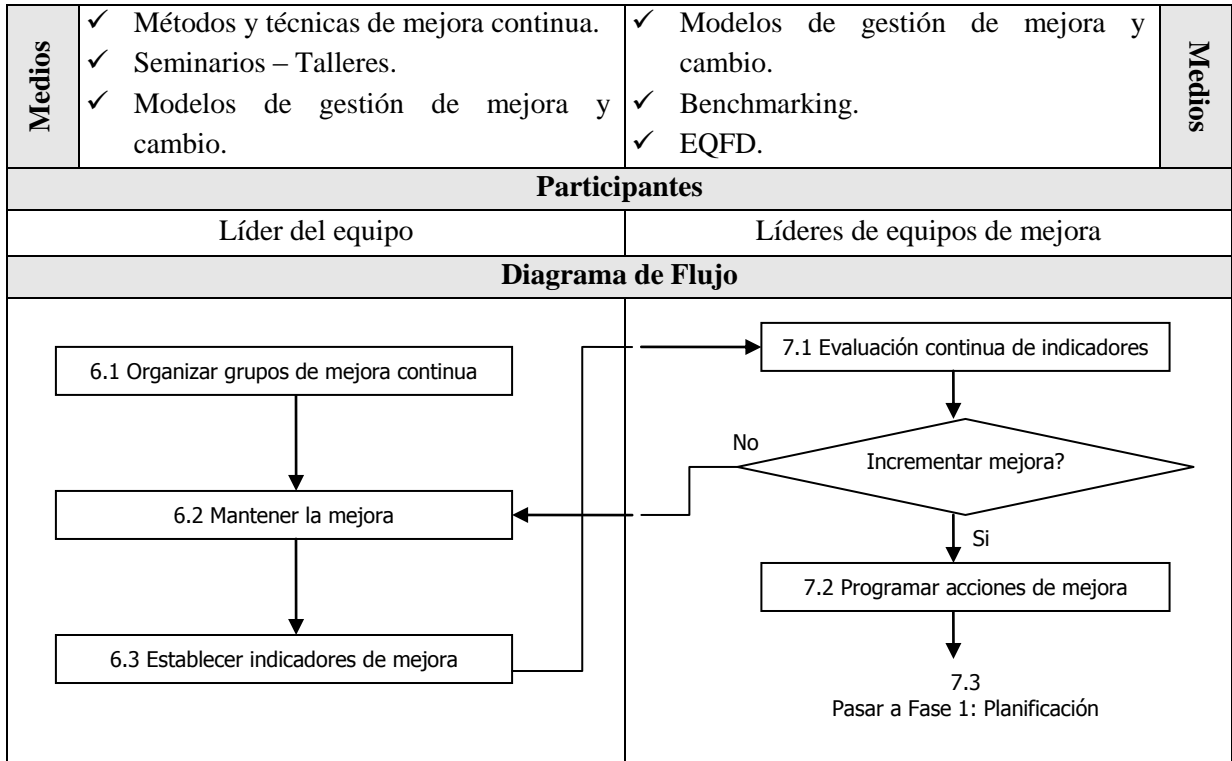
<p>El diagrama muestra un ciclo de mejora continua con las etapas: 1 Planificación, 2 Implantación, 3 Evaluación, 4 Gestión de la Mejora y 5 Revisión y Lanzamiento. En el centro se encuentra un cuadro azul con 'INTEGRACIÓN DEL FACTOR AMBIENTAL' que incluye 'DfE' y 'ACV'. El ciclo está rodeado por las letras A, P, V y H. Una flecha roja indica el flujo de la información desde la evaluación de nuevo proceso hacia la revisión y lanzamiento.</p>		DESCRIPCIÓN FASE	
		Fase 3: EVALUACIÓN	
		DESCRIPCIÓN ETAPAS	
Etapa 4: Evaluación del nuevo Proceso/Producto		Etapa 5: Revisión y Lanzamiento	
Etapa 4: Evaluación del nuevo Proceso/Producto		Etapa 5: Revisión y Lanzamiento	
Objetivos	1. Control y evaluación del proyecto de mejora.	1. Revisión del informe de resultados por la Dirección. 2. Establecer Estrategia de lanzamiento.	Objetivos
Actividades	1. Medir los objetivos e indicadores plan. 2. Evaluar el nivel de cumplimiento. 3. Establecer sistema de control. 4. Elaborar informe de resultados.	1. Análisis de resultados. 2. Autorización de nuevo producto. 3. Plan de lanzamiento – mercadotecnia.	Actividades
Medios	✓ Herramientas de Evaluación – Normativa. ✓ Formatos de control. ✓ Las 7 herramientas básicas.	✓ Estudios de coste – beneficio. ✓ Sistemas de comunicación. ✓ Mercadotecnia verde.	Medios
Participantes			
Equipo Multidisciplinar		Equipo Directivo y Equipo de Mercadotecnia	
Diagrama de Flujo			



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 – Planteamiento General de la Fase de Gestión de la Mejora.

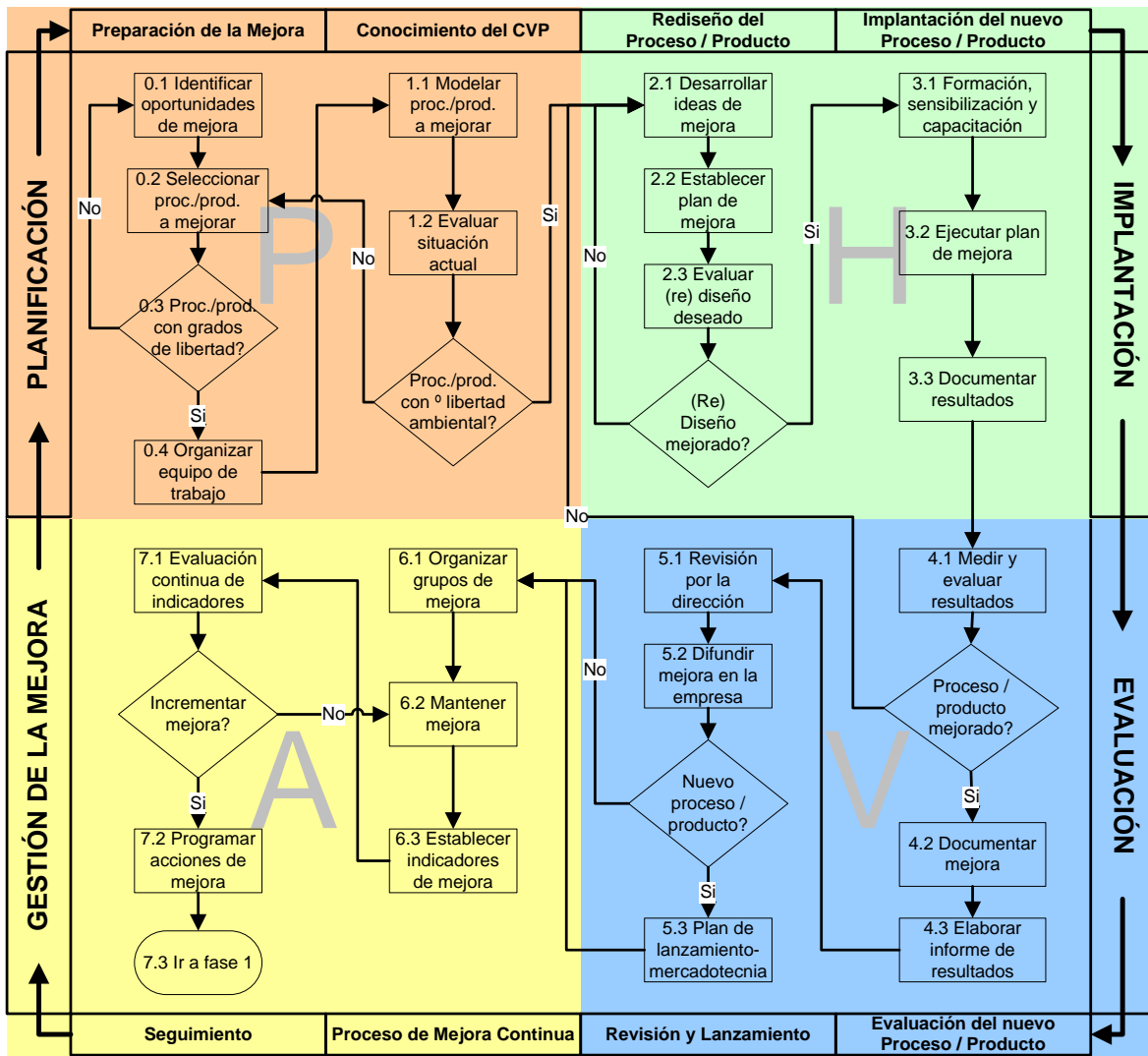
		DESCRIPCIÓN FASE	
		Fase 4: GESTIÓN DE LA MEJORA	
		DESCRIPCIÓN ETAPAS	
		Etapa 6: Proceso de Mejora Continua	
		Etapa 7: Seguimiento	
Etapa 6: Proceso de Mejora Continua		Etapa 7: Seguimiento	
Objetivos	1. Desplegar la mejora a todas las áreas de la empresa.	1. Mantener y expandir mejora.	Objetivos
Actividades	1. Documentar mejora obtenida. 2. Establecer Grupos de mejora continua. 3. Consolidar el cambio. 4. Lograr la mejora continua – un hábito.	1. Establecer el ciclo de mantenimiento. 2. Establecer planes de acción preventiva y correctiva. 3. Cerrar el ciclo de mejoramiento – ir a la fase 1: Planificación.	Actividades



Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Diagrama de Flujo General de la Metodología

Figura 4. Diagrama de flujo General de la Metodología.

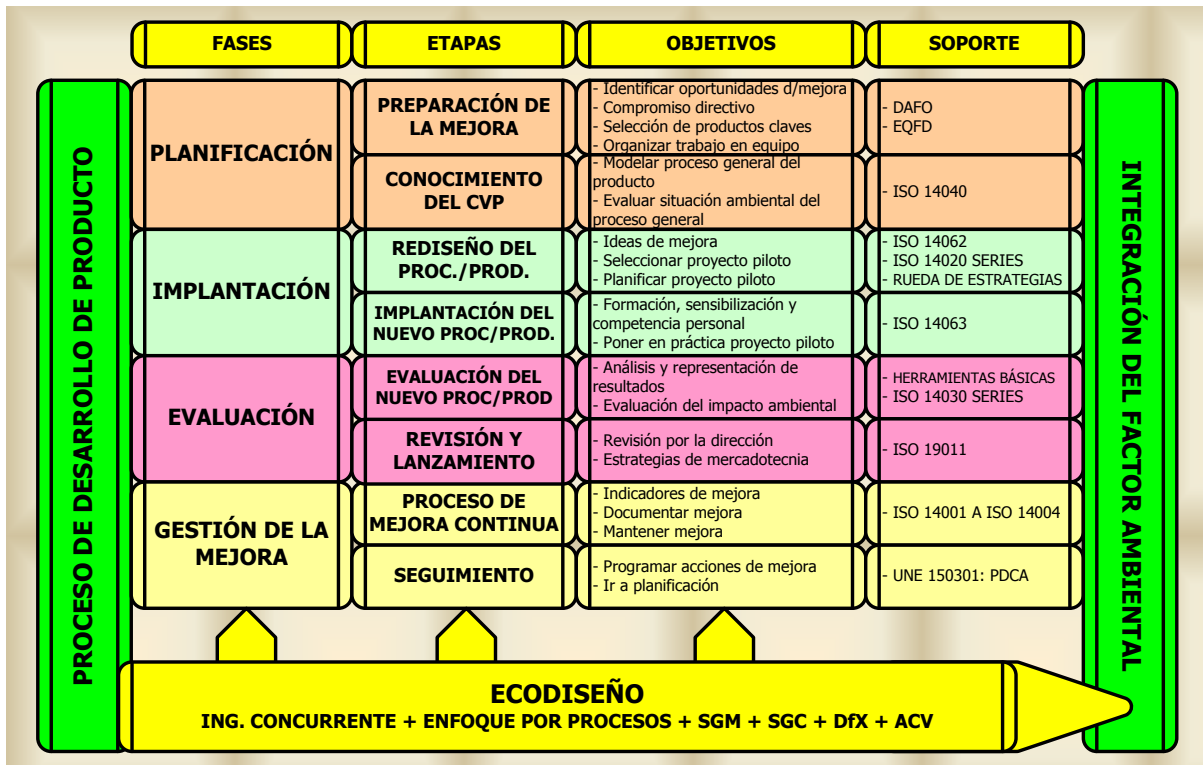


Fuente: Elaboración propia.

3.2.6. Ir a Planificación: Funciones y Herramientas

La aplicación de la metodología en un nuevo proyecto, implica mayores ventajas con respecto a la anterior, al contar con conocimiento previo de la situación y haber identificado aquellas áreas de oportunidad en la empresa y las posibilidades que cada una de ellas representa para alcanzar las metas fijadas. Por lo anterior, es necesario volver a la fase 1: Planificación. Como parte Final de la descripción detallada, se muestra la representación colectiva y el entorno de la metodología propuesta en las figuras 5 y 6.

Figura 5 – Funciones y Herramientas de la Metodología.

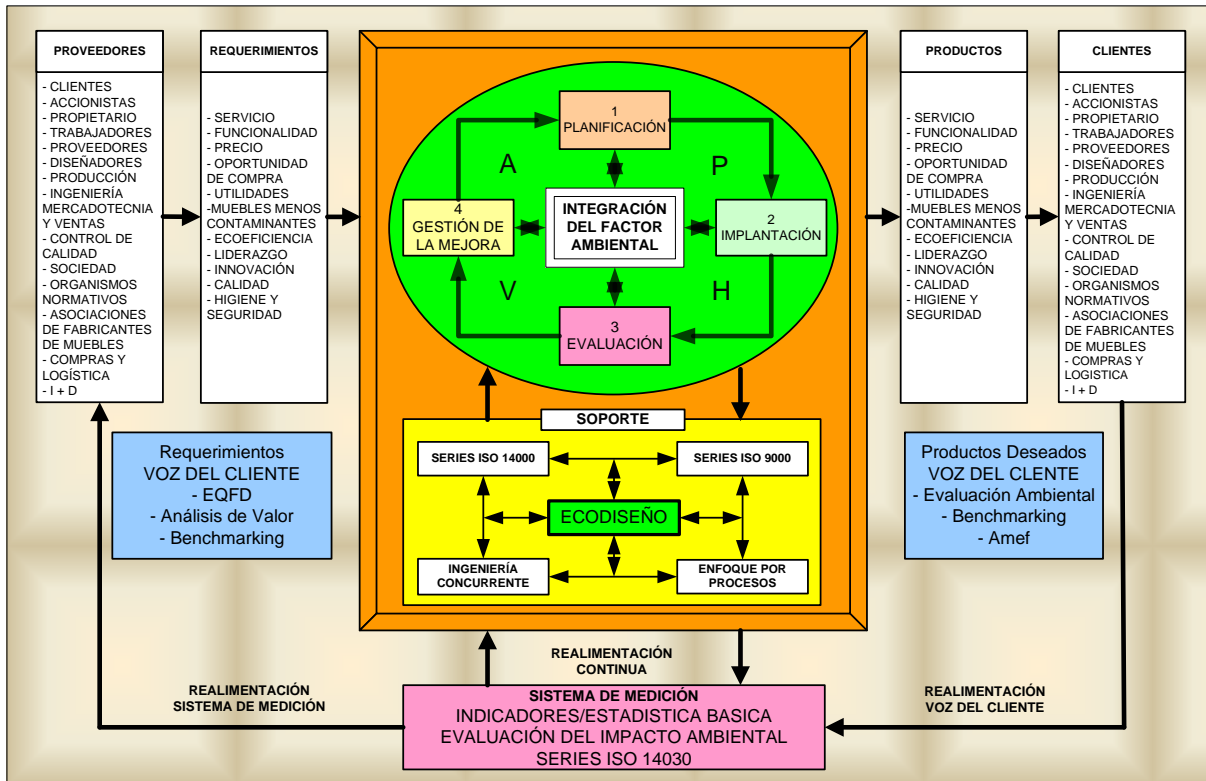


Fuente: Elaboración propia.

Nomenclatura:

- a. DAFO: Análisis de fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades.
- b. EQFD: Despliegue de la función de calidad y medioambiente.
- c. PDCA (PHVA): Proceso de planear, hacer, verificar y actuar.
- d. SGM: Sistema de gestión medioambiental.
- e. SGC: Sistema de gestión de calidad.
- f. DfX: Herramientas de diseño para X; manufactura, pruebas, ensamblaje, etc.
- g. ACV: Análisis del ciclo de vida.
- h. ISO: Organización internacional para la estandarización.
- i. UNE: Una norma española.
- j. CVP: Ciclo de vida del producto.
- k. PROC: Pocesio.
- l. PROD: Producto.
- m. AMEF: Análisis de modo de efecto y fallas.

Figura 7 – Metodología Propuesta y su Entorno.



Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

4.1. Conclusiones

La propuesta metodológica de ecodiseño debe de implementarse desde la **perspectiva corporativa**, donde la mejora ambiental del producto y del proceso sea a través de las propias funciones de la gestión empresarial, la cual debe realizarse en todos los aspectos y a todos los niveles para obtener **ventajas competitivas** que permitan expandir su mercado, mejorar sus beneficios económicos, mejorar la calidad de vida de sus colaboradores y lograr el desarrollo sustentable en todas y cada una de las actividades que se realizan en la empresa.

La propuesta metodológica está estructurada en cuatro Fases y ocho Etapas:

Primera Fase: **Planificación.**

Segunda Fase: **Implantación.**

Tercera Fase: **Evaluación.**

Cuarta Fase: **Gestión de la Mejora.**

- Etapa 0: Preparación de la Mejora.**
- Etapa 1: Conocimiento del Ciclo de Vida.**
- Etapa 2: Rediseño del Producto/Proceso.**
- Etapa 3: Implantación del Nuevo Producto/Proceso.**
- Etapa 4: Evaluación del Nuevo Producto/Proceso.**
- Etapa 5: Revisión y Lanzamiento.**
- Etapa 6: Proceso de Mejora Continua.**
- Etapa 7: Seguimiento.**

Las herramientas soporte a esta metodología son en su mayoría las más difundidas y aplicadas en el mundo empresarial, tales como: las siete herramientas básicas; diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, gráficos de control, lista de verificación, histogramas, estratificación, entre otras., el análisis FODA que es utilizado principalmente para realizar autodiagnósticos. Y ya más estructurados los sistemas de gestión tanto de calidad como medioambiental.

4.2. Líneas Futuras de Investigación

Las conclusiones anteriores se han de tomar como un reto para mejorar la situación actual y como punto de inicio y reflexión a la hora de abordar el tema medioambiental, ya que no podemos olvidar el factor económico a la hora de emprender determinadas actuaciones inversoras.

A partir de estas premisas se definen las siguientes líneas estratégicas:

- ***Aplicar la metodología propuesta a más casos:*** para contar con una mayor representatividad en lo relativo a las tipologías de producto y en cuanto a los niveles (indicadores) de mejora alcanzables.
- ***Informatizar la metodología (herramienta informática de guía a la empresa, tutoría on-line):*** el desarrollo de una herramienta informática tendría como objetivo guiar, proponer soluciones y facilitar la sensibilización, formación y posterior introducción de la metodología en las empresas que desearan incorporarla a su sistema de gestión, diseño y producción.

REFERENCIAS

- Brezet, H.; Van Hemel, C. (1997). *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption*. UNEP IE, París, Francia.
- Capuz, S., Gómez, T., Vivancos, J.L., Ferrer, P., López, R., Bastante, M. y Viñoles, R. (2002). *Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Valencia, España: Ed. Universidad Politécnica de Valencia.
- Fiksel, J. (1997). *Ingeniería de Diseño Medioambiental DfE, Desarrollo Integral de Productos y Procesos Ecoeficientes*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Guzmán, L., Gómez, T., Capuz, S. y López, R. (2002). *El diseño para el medio ambiente (DfE) en la industria de la madera y mueble del estado de Jalisco (México)*. Barcelona, España: VI International Congress on Project Engineering.
- Guzmán, L. (2005). *Propuesta Metodológica para la Integración del Factor Ambiental en el Diseño de Productos y de Procesos, a través del Sistema de Gestión, en la Industria del Mueble. Caso de estudio: Sector del Mueble del Estado de Jalisco (México)*. Tesis Doctoral. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- IHOBE. (2002). *Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos*. IHOBE, S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- UNE 150301. (2003). *Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Ecodiseño*. Madrid, España. AENOR.