



# MECANIZACIÓN, TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE



**MSc. Romilio Quesada Matos**  
**Dr. C. Humberto Millán Vega**  
**Dr. C. Luis Raúl Parra Serrano**

## PRÓLOGO

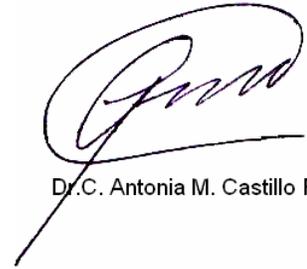
Realizar una obra abierta dedicada a la mecanización, el transporte y el ambiente, es un gran reto para cualquier autor en el siglo XXI donde el hombre acumula mucho conocimiento, tanto que ya es casi imposible poderlo cerrar en un libro, de ahí la importancia de esta obra, la que queda abierta para dar un segundo tomo o varias series, pues la triada abordada tiene una gran importancia en los momentos actuales.

En cinco capítulos se abordan de forma clara y precisa dos temas medulares para el desarrollo humano: la situación ambiental y el impacto de las actividades mecanizadas y el transporte sobre el ambiente, teniendo en cuenta la situación mundial, y la realidad cubana, así como el resultado de investigaciones realizadas a nivel nacional y fuera de nuestras fronteras, con el objetivo de paliar los efectos negativos de estas actividades y lograr la armonía y el necesario equilibrio en el ya extremadamente deteriorado hábitat humano.

Como un merecido homenaje a uno de los grandes de nuestro país en el área de los trabajos mecanizados del suelo, vemos la biografía del Dr. Félix Reyes Mora reflejada en los anexos. De vital importancia, por su incuestionable mensaje resultan las palabras del presidente cubano Dr. Fidel Castro Ruz en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra). Río de Janeiro Brasil el 12 de Junio de 1992, también recogida en los anexos, así como el contenido integro de la Ley 81 de Medio Ambiente, tal y como fue publicada en la Gaceta Oficial de la república.

Lo anteriormente planteado, hacen del presente libro, escrito por su autor principal Master titulado en esta esfera del conocimiento y profesor de Mecanización Agropecuaria con 16 años de experiencia docente en saludo al XXX Aniversario de la Universidad de Granma, un excelente material de consulta para cualquier estudiante de las carreras agropecuarias, ambientalistas, ingenieriles, biológicas; etc., dispuesto a

despertar el interés, la ocupación y preocupación para incursionar en los temas esenciales del libro de mecanización, transporte y medio ambiente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonía', with a long, sweeping underline that extends to the left and then curves back under the signature.

Dr. C. Antonia M. Castillo Ruiz.

## **Agradecimientos**

A **Marisbel Moreno Aliaga**. Compañera de mi vida, por quererme, soportarme, comprenderme y apoyarme siempre.

A **Dra. C. Antonia María Castillo Ruiz**. Por la idea para la realización esta obra.

A **Dr. Cesar Quesada Matos**. Epidemiólogo, mi hermano, por su ayuda y documentación facilitada.

A **Dr. C. Quirino Arias Cedeño**. Rector de la Universidad de Granma por su apoyo.

A **Dr. Daniel Castillo López (Ramón)**. Cirujano. Por su amistad, su apoyo constante y por salvar mi vida en el momento que lo necesité.

A los Licenciados **Esther Blanco Serrano** (Teté)

**Mario Rodríguez Aguilar**. Por su amistad, consejos y ayuda.

A mis colegas:

**Lic. Luís Roblejo Guillén**

**Dr.C. Osvaldo Leyva Santiesteban**

**Dr. C. Yoandro Rodríguez Ponce**

Por la ayuda prestada, las sugerencias y los consejos.

A **Dr. C. Carlos Crovetto Lamarca**

Por facilitarme su libro y sus artículos científicos y por su ejemplo en la lucha por preservar el suelo.

A **Ing. Aldo Artímez Ramos y al Dr. Francisco**

**Pividal Grana** Por permitirme utilizar información sobre el trabajo en los Centros de Revisión Técnica Automotor del FICAV del Ministerio de Transporte.

A **Ing. Rafael Mendoza y al Dr. Eduardo**

**Figueredo** de la Oficina Territorial de Normalización de Granma por la ayuda prestada.

A todos los que me ayudaron de una forma u otra.

Sin ustedes, este trabajo no hubiera sido posible

**Gracias**

## MARCAS, FIRMAS Y EMPRESAS QUE APARECEN EN ESTE LIBRO

BELARUS.

CAMECO.

CASE IH.

CATERPILLAR.

CESIGMA S.A.

CLAAS.

CENTRO DE REVISIÓN TÉCNICA AUTOMOTOR DEL FICAV  
DE HOLGUÍN.

EMPRESA DE CULTIVOS VARIOS PAQUITO ROSALES,  
VEGUITAS.

EMPRESA AZUCAREA ARQUÍMEDES COLINA.

EMPRESA MECÁNICA BAYAMO. BALLAMA<sup>R</sup>.

FÁBRICA DE TRACTORES DE JARKOV.

FÁBRICA DE TRACTORES KIROV.

FENDT.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO DEL  
TRANSPORTE DE CUBA.

INSTITUTO DE SUELOS DE CUBA.

JACTO.

JOHN DEERE.

RYME.

LEMKEN.

NEW HOLLAND.

TADGER GROUP INTERNATIONAL.

SERVIGAS.

A todas nuestro agradecimiento, al poder brindar información sobre sus productos y servicios de primera calidad, lo que le permitirá al lector una mejor comprensión de las temáticas aquí tratadas.

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b> .....	5
<b>MARCO HISTÓRICO</b> .....	5
<b>CAPITULO II</b> .....	14
<b>SITUACIÓN AMBIENTAL MUNDIAL</b> .....	14
EFECTO INVERNADERO.....	14
SITUACIÓN AMBIENTAL CUBANA.....	17
<b>PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES GLOBALES</b> .....	18
Empobrecimiento y pérdida de la diversidad biológica.....	19
Aumento de la contaminación del aire, las aguas y el suelo.....	20
Emisiones del sector agrario de la Unión Europea.....	22
Contaminación de las aguas.....	23
Causas que puedan originar la eutrofización:.....	25
Factores que afectan el grado de eutrofización.....	26
Agotamiento de la Capa de Ozono.....	26
Cambios Climáticos.....	31
Calentamiento de la superficie de la tierra.....	31
Sequías devastadoras e Inundaciones por abundantes lluvias.....	32
Agotamiento de los recursos hídricos.....	33
Lluvias Ácidas.....	2
Degradación del suelo.....	2
Transformación de los paisajes urbanos y rurales.....	3
Agricultura, Alimentación, Crecimiento Demográfico y Desarrollo.....	5
Educación, formación, toma de conciencia y competencia ambiental.....	8
La Sostenibilidad o Sustentabilidad necesaria.....	9
<b>CAPITULO III</b> .....	11
<b>IMPACTO AMBIENTAL DE LA MECANIZACIÓN Y EL TRANSPORTE</b> .....	11
Efectos de la Mecanización y el Transporte sobre el Medio Ambiente.....	11
Contaminación producto de la combustión de combustibles fósiles.....	14
Contaminación Sonora o Acústica.....	1
Frecuencia.....	1
Intensidad.....	1
Velocidad.....	3
Longitud de onda.....	3
Ruido.....	4
Clasificación de los ruidos.....	4
Afectaciones ocasionadas por el ruido.....	6
Efectos de las Vibraciones.....	6
Efectos Negativos de la Labranza del Suelo.....	7
Labranza convencional o tradicional.....	8
Quema de rastrojo y aradura.....	10
Efectos Negativos del Riego.....	11
Influencias por la Utilización de Fertilizantes y Fitosanitarios.....	12

MEDIDAS Y ACTUACIONES PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	2
ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE .....	3
Aplicación del Sistema de Aviso Temprano (SAT – O3) .....	4
Utilización del Turbulating Atomizer Diesel Gas Emission Reducer (TADGERTM) en Cuba. ....	4
Utilización de Combustibles Alternativos .....	6
Gas Natural Comprimido (GNC) .....	2
Gas Licuado de Petróleo (GLP). .....	5
Diesel Limpio. ....	6
Biocombustibles sólidos. ....	2
Etanol como combustible. ....	2
Metanol como combustible. ....	4
Biogás. ....	5
Biodiesel. ....	7
Hidrógeno como combustible. ....	7
Vehículos eléctricos. ....	8
Propulsión Híbrida. ....	9
Revisión Técnica Automotor. ....	9
Fines que persigue la Revisión Técnica Automotor: .....	1
Formas de Atenuar el Ruido y sus Efectos Nocivos. ....	2
Acciones y Actuaciones para la Protección del Suelo. ....	4
Labranza de Conservación. ....	11
Laboreo Mínimo. ....	12
Laboreo localizado. ....	13
Características Técnicas de la Multilabradoradora UDG- 3,2 .....	16
Laboreo vertical. ....	17
Cero labranza: .....	19
Cómo atenuar los efectos negativos del riego. ....	2
Características Técnicas de la Máquina para Riego BALLAMA. ....	4
Uso racional de fertilizantes y fitosanitarios. ....	5
<b>CAPITULO IV</b> .....	7
<b>EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	7
Necesidad de la Evaluación del Impacto ambiental. ....	7
Evaluación del Impacto Ambiental .....	8
Estudio del Impacto Ambiental. ....	8
<b>METODOLOGÍA SOBRE LA TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b> 9	
Fase I: Pre- evaluación o Preparación de la Auditoria. ....	9
Etapa 1. Preparar y organizar el grupo auditor y los recursos. ....	9
Etapa 2. Recopilación de información. ....	10
Fase II: Utilización de la Técnica Básica de Matriz de Importancia para el Diagnóstico Ambiental. ....	10
I. Análisis de la actividad y sus alternativas. ....	11
II. Definir el área del entorno a estudiar. ....	11
III. Efectos de la actividad sobre el medio. ....	12
IV. Matriz de identificación de Impacto .....	13
V. Factores del medio potencialmente impactados. ....	14
VI. Elaboración de la Matriz de Importancia. ....	15
Elementos de la Matriz de Importancia de Impactos .....	17

Fase III: Análisis de las alternativas para la solución a los problemas. ....	21
Etapa 1. Selección de las alternativas más viables desde el punto de vista ambiental y económico. ....	21
Etapa 1. Propuesta de Medidas Correctivas. ....	22
Fase IV. Elaboración del programa de seguimiento, monitoreo y evaluación. ....	23
<b>NORMATIVA SOBRE MEDIO AMBIENTE</b> .....	24
Estrategia Ambiental Nacional.....	26
<b>NORMATIVA CUBANA SOBRE MEDIO AMBIENTE</b> .....	27
<b>CAPITULO V</b> .....	31
<b>GLOSARIO DE CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS</b> .....	31
<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</b> .....	44
<b>BIOGRAFÍA DEL Dr. C. FÉLIX REYES MORA</b> .....	1
<b>Palabras del Dr. Fidel Castro Ruz presidente de la República de Cuba en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra). Río de Janeiro Brasil el 12 de Junio de 1992.</b> .....	1
<b>Ley No. 81. DEL MEDIO AMBIENTE</b> .....	1
<b>TITULO PRIMERO</b> .....	3
<b>DENOMINACIÓN, PRINCIPIOS, CONCEPTOS BÁSICOS Y OBJETIVOS</b> .....	3
Capítulo I.....	3
Denominación y Principios.....	3
Capítulo II.....	5
Conceptos básicos.....	5
Capítulo III.....	5
Objetivos.....	5
<b>TITULO SEGUNDO</b> .....	5
<b>MARCO INSTITUCIONAL</b> .....	5
<b>TITULO TERCERO</b> .....	10
<b>INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA Y LA GESTION AMBIENTAL</b> .....	10
Capítulo I.....	10
Planificación.....	10
Capítulo II.....	11
Ordenamiento Ambiental.....	11
Capítulo III.....	12
Licencia Ambiental.....	12
Capítulo IV.....	12
Evaluación de Impacto Ambiental.....	12
Capítulo V.....	15
Sistema Nacional de Información Ambiental.....	15
Capítulo VI.....	16
Sistema de Inspección Ambiental.....	16
Capítulo VII.....	18
Educación Ambiental.....	18
Capítulo VIII.....	20
Investigación Científica e Innovación Tecnológica.....	20
Capítulo IX.....	21
Regulación Económica.....	21
Capítulo X.....	22

Fondo Nacional del Medio Ambiente .....	22
Capítulo XI.....	23
Sanciones Administrativas .....	23
Capítulo XII.....	23
Sistema de Responsabilidad Civil .....	23
Capítulo XIII .....	24
Régimen de Responsabilidad Penal .....	24
TITULO CUARTO .....	24
COMERCIO Y MEDIO AMBIENTE .....	24
TITULO QUINTO .....	25
DISPOSICIÓN COMÚN A LOS TÍTULOS SEXTO AL DECIMOCUARTO.....	25
TITULO SEXTO.....	26
ESFERAS ESPECÍFICAS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE .....	26
Capítulo I.....	26
Disposiciones Generales .....	26
Capítulo 2 .....	27
Protección y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica.....	27
Capítulo III.....	30
Sistema Nacional de Áreas Protegidas.....	30
Capítulo IV .....	31
Aguas y Ecosistemas Acuáticos.....	31
SECCIÓN PRIMERA .....	31
Normas Generales .....	31
SECCIÓN SEGUNDA.....	32
Aguas Terrestres.....	32
SECCON TERCERA.....	33
Aguas Marítimas y Recursos Marinos .....	33
Capítulo V .....	34
Ecosistemas Terrestres .....	34
SECCIÓN PRIMERA .....	34
Suelos .....	34
SECCIÓN SEGUNDA.....	36
Cuencas Hidrográficas .....	36
SECCIÓN TERCERA .....	37
Patrimonio Forestal .....	37
Capítulo VI.....	38
Flora y Fauna Silvestre.....	38
Capítulo VII.....	39
Atmósfera.....	39
Capítulo VIII .....	40
Recursos minerales.....	40
TITULO SEPTIMO .....	41
RECURSOS ENERGETICOS.....	41
TITULO OCTAVO.....	42
DESASTRES NATURALES U OTROS TIPOS DE CATÁSTROFES .....	42
TITULO NOVENO.....	43
NORMAS RELATIVAS A LA AGRICULTURA SOSTENIBLE.....	43

TITULO DECIMO.....	44
USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS PAISAJÍSTICOS .....	44
TITULO DECIMOPRIMERO.....	45
DESARROLLO SOSTENIBLE DEL TURISMO.....	45
TITULO DECIMOSEGUNDO.....	46
PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL ASOCIADO AL ENTORNO	
NATURAL.....	46
TITULO XIII.....	47
OTRAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA	
	CAL
IDAD DE VIDA RESPECTO A FACTORES AMBIENTALES ADVERSOS	47
Capítulo I.....	47
Disposiciones Generales .....	47
Capítulo II .....	48
Servicios Públicos Esenciales .....	48
Capítulo III.....	48
Ruidos, vibraciones y otros factores físicos.....	48
Capítulo IV.....	49
Desechos peligrosos y radiactivos.....	49
Capítulo V .....	50
Productos Químicos Tóxicos .....	50
TITULO DECIMOCUARTO .....	50
PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	
LABORALES .....	50
DISPOSICIONES TRANSITORIAS .....	52
DISPOSICIONES ESPECIALES .....	52
DISPOSICIONES FINALES .....	53
<b>Los Autores</b> .....	1

## INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo donde anualmente se invierten alrededor de \$ 800 000,00 millones de dólares, en gastos militares; y un millón de millones en propaganda comercial; donde todos los días las diferencias entre ricos y pobres son más marcadas, donde una pequeña minoría lo posee todo y en continentes como el Africano y el Latinoamericano, la inmensa mayoría de la población carece de los mínimos recursos indispensables para la vida, en el que la contaminación ambiental y el desmedido consumo de energía, amenaza la existencia de la propia raza humana

En el Paraninfo de la Universidad de Uruguay, el 5 de noviembre del 2006, en el marco de las actividades de la XVI Cumbre Iberoamericana, el Vicepresidente cubano Dr. Carlos Lage Dávila planteó: “(...) *el mundo es víctima de un orden económico y político injusto, excluyente y expoliador que conducirá al planeta a su propia autodestrucción. Nadie duda ya que las reservas probadas y probables de combustibles fósiles se agotarán en decenios. Un modelo consumista y depredador ha sido impuesto por las naciones más desarrolladas y la ciencia con las nuevas y prometedoras fuentes de energía podría no llegar a tiempo para evitar la catástrofe*”.

Los planteamientos del Vicepresidente cubano resultan una realidad insoslayable, pues desde el mismo surgimiento del hombre, la actividad humana en sus distintas formas, a la vez que ayudó a transformar al hombre de las cavernas en el ser actual, capaz de alcanzar cualquier meta por difícil que parezca, mediante la aplicación y el desarrollo constante de la ciencia y la tecnología, ha representado a menudo un riesgo importante para la propia existencia de la raza pensante.

Desde la organización de las primeras fábricas, hasta nuestros días, la actividad industrial mecanizada, ha representado una verdadera tragedia para la propia sociedad que la engendró.

En la última década del pasado siglo, se desarrolló a escala mundial un amplio movimiento a favor de la protección del medio ambiente como respuesta lógica al real e innegable deterioro de las condiciones ambientales del planeta, la humanidad se enfrenta al serio problema de reparar los daños causados al medio durante siglos, pero sobre todo en la última mitad del siglo XX.

Se coincide desde todo punto de vista, con el profesor Dr. Guillermo N. Ayes Ametiler cuando plantea que *“(...) Ningún tema ha traído tanto interés y comprometimiento mundial como ha sido y es el relacionado con los problemas del medio ambiente, por la realidad insoslayable de que el medio ambiente nos pertenece a todos, nos afecta a todos y, por tanto, nos concierne a todos”*.

Con esta obra sobre la Mecanización, el Transporte y el Medio Ambiente, se pretende brindar un modesto aporte al conocimiento sobre el impacto ambiental, que pueden ocasionar dos actividades fundamentales para el desarrollo de cualquier país y en especial para Cuba, a la vez que se saluda el XXX Aniversario la Universidad de Granma, a celebrarse el 10 de Diciembre del 2006.

Las actividades mecanizadas, sin temor a equivocación resultan la columna vertebral de la agricultura contemporánea y el transporte tanto de carga como de pasajeros en todas sus formas posibles, su complemento lógico y necesario. Sin ambas actividades motorizadas, es imposible alcanzar altos niveles de desarrollo en ningún país. Su uso incorrecto y desmedido, puede de manera inconciente contribuir al deterioro de nuestro hábitat, poniendo en peligro la existencia de la propia raza humana. De lo que seamos capaces de no destruir ni contaminar hoy, depende el mañana de nuestros sucesores.

Esta obra está compuesta por cinco capítulos concadenados de forma lógica, comenzando con el marco histórico que ha marcado el camino recorrido desde la antigüedad hasta la actualidad, propiciando un oportuno cambio en la mentalidad de los hombres a escala internacional, permitiendo la generalización de importantes descubrimientos científicos y la adopción de leyes, decretos, regulaciones y disposiciones en función de lograr el uso y disfrute del medio, sin olvidar la sistemática necesidad de su conservación.

El Capítulo II, continúa con la situación ambiental mundial y cubana como una forma de situar al lector en el marco real de los problemas que afectan al medio, haciendo énfasis en los problemas de contaminación y degradación atmosférica, del suelo y las aguas.

En el Capítulo III sobre el impacto ambiental de la mecanización y el transporte, resulta a nuestro juicio el más importante; en él se recoge la información necesaria para comprender las afectaciones que ocasionan estas dos actividades fundamentales y medidas aplicadas en Cuba y el mundo para paliar sus efectos negativos, así como

resultados de investigaciones sobre tecnologías para preparación de suelos, combustibles alternativos y protección de la atmósfera. Un epígrafe importante resulta el relacionado con la actividad de los Centros de Revisión Técnica Automotor del Fondo para la Inversión, Conservación y Administración Vial del Ministerio de Transporte, popularmente conocidos como Somatón, de los que se habla mucho y se conoce poco.

En el Capítulo IV se propone una metodología para la determinación del impacto ambiental basada en la experiencia acumulada por investigadores de la Universidad de Granma y otras instituciones científicas nacionales y extranjeras, así como la normativa sobre medio ambiente usada con mayor frecuencia en Cuba.

El Capítulo V consiste en un glosario en el que se recogen conceptos y definiciones básicas, los que aparejados a una amplia representación gráfica en todos los capítulos anteriores, compuesta por fotografías, gráficos y tablas; permiten una mejor comprensión de lo tratado en el texto. Los colores en las tablas, tienen un significado especial; pues los claros, expresan que no existe o es mínima la interferencia con el medio y el hombre, los grises en matices desde el claro al oscuro, representan la magnitud de la afectación, desde leve a severa.

Por su importancia en el anexo se reproduce íntegra La Ley 81 del Medio Ambiente, tal y como fue publicada en su momento en la Gaceta Oficial de la República de Cuba, además de la biografía del Dr. Félix Reyes Mora, como un justo homenaje a uno de los precursores de la actividad de protección del suelo en Cuba, para que quede su obra y su vida ejemplar como un manantial en el que beban las actuales y futuras generaciones.

En los anexos, se incluyen además, la medular intervención del Dr. Fidel Castro Ruz presidente de la República de Cuba en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra), celebrada en Río de Janeiro Brasil el 12 de Junio de 1992.

Este libro se ha concebido con carácter abierto, de tal manera que pueda enriquecerse en otras ediciones, con nuevas aportaciones de la ciencia y la experiencia. En él se recoge el conocimiento y la sensibilidad por la preservación del medio ambiente, de un numeroso grupo de profesionales con alta calificación de Cuba y del mundo, así como la experiencia acumulada por campesinos y agricultores de probado prestigio nacional con

los que los autores ha tenido el privilegio de interactuar desde la década de los ochenta del pasado siglo.

Concientes de que no resulta una obra perfecta y al margen de insatisfacciones y conceptos discutibles, como resultado de manejar una amplia información científica, tecnológica y de experiencias de todo tipo, somos receptivos a señalamientos y sugerencias en aras de que esta obra se perfeccione, enriquezca y cumpla con el objetivo con el que fue creada.

## CAPITULO I MARCO HISTÓRICO

**“Utilícese toda la ciencia necesaria para un desarrollo sostenido, sin contaminación. Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa. Desaparezca el hambre y no el hombre”.**

**Fidel Castro Ruz.**

Desde los tiempos remotos de Hipócrates (llamado el padre de la medicina) y de Plinio el Viejo, se conservan documentos que hacen constar la temprana preocupación del hombre por los problemas que afectan su hábitat, su capacidad productiva y su salud. Los accidentes propios de la caza, la pesca y las guerras (ocupaciones más importantes de la época) fueron de los primeros en ocupar su atención.

Con el paso del tiempo, a medida que se fue alcanzando un mayor nivel en el desarrollo tecnológico, fueron surgiendo nuevos conceptos y definiciones, llegándose a la conclusión de que aparejado a los desastrosos efectos ocasionados por las enfermedades ocupacionales, el consumo irracional de energía fósil, producto de los altos niveles alcanzado por la actividad antrópica en los países del norte y a la carencia de recursos, tecnologías y conocimientos en los países del sur, se ha llegado a un deterioro tal de la biosfera que se ha puesto en peligro la propia existencia y continuidad de la raza humana sobre la faz de la tierra.

El desarrollo de la industria bélica sobre todo en los Estados Unidos de América, la carrera armamentista y las guerras con su secuela de destrucción y muerte, han contribuido de manera especial al incremento del deterioro de las condiciones de vida en el planeta.

A continuación ofrecemos un ordenamiento cronológico de los principales eventos y actividades internacionales y nacionales relacionadas con el desarrollo científico, la actividad humana y el medio ambiente que, a nuestro juicio han marcado el camino recorrido desde la antigüedad hasta la actualidad, propiciando un oportuno cambio en la mentalidad de los hombre a escala internacional, permitiendo la generalización de importantes descubrimientos científicos y la adopción de leyes, decretos regulaciones y disposiciones en función de lograr un uso y disfrute del medio, sin olvidar la sistemática necesidad de su conservación.

**1556** – Un año después de la muerte de George Bauer (1494 a 1555) más conocido como George el Agrícola, calificado como el primer Ingeniero Metalúrgico, se publica su trabajo: *De Re Metallica* donde en su libro VI, se ocupa de la ventilación en las minas, describiendo técnicas para hacerlas más eficiente y menos peligrosas.

**1667** – Postmortem, aparece la obra: ***De los oficios y enfermedades de la montaña*** de Aureolus Teofrastus Bombastus Von Hohenheim (1493 a 1541) - más conocido como Paracelso, uno de los padres de la química y las ciencias experimentales, reconocida como la primera obra dedicada a las enfermedades laborales de los mineros y fundidores de metales, donde primero se hace referencia a la silicosis y a las intoxicaciones por plomo y mercurio.

**1700** – Se publica: ***De las enfermedades de los trabajadores*** del médico italiano Bernardino Ramazzini (1633 a 1714) donde se estudian y describen las enfermedades más comunes que afectan a los trabajadores de los diferentes oficios conocidos.

**1776 – Italia.** Alejandro Volta, hizo las primeras experiencias de obtención de gas a partir de materia vegetal en descomposición (Biogas)

**1781 – Inglaterra.** Se otorga a **James Watt** **patente por una máquina de vapor de movimiento rotatorio.**

**1785 – Inglaterra. Invención de un regulador automático de velocidad,** por James Watt, lo que le permite al hombre por primera vez, disponer de una fuente de energía controlable, barata y abundante, independizándolo de las llamadas energías naturales (energía cinética de las corrientes de agua y viento) difíciles de controlar para esa época. Usado hasta la fecha. El éxito de ambas invenciones permitió que entre:

**1783 a 1800 – En Inglaterra, se instalan 500 máquinas de vapor.**

**1806** – William Henry caracteriza al gas obtenido a partir de materia vegetal en descomposición, llamándolo **Metano**. En esta misma época Humphrey Davey detectó su presencia en estiércol de animales.

**1839** – C.F. Schonbein descubre el Ozono mientras observaba descargas eléctricas.

**1839 – Inglaterra.** William Grove (1811 a 1896), publica los resultados de su trabajo sobre las Células Combustibles.

**1859 – Pensilvania. Estados Unidos (EE.UU).** Se excava el primer pozo de petróleo, por la Seneca Oil Co.

**1870 – Nikolaus August Otto desarrolla el primer motor de explosión de cuatro tiempos.**

**1880 – EE. UU. John Rockefeller funda la Standard Oil.** Se inicia el boom del petróleo que lleva a la formación de las siete grandes Transnacionales: Exxon, Shell, Mobil, Texaco, Standard Oil, Gulf y British Petroleum

**1884 –** Los profundos e importantes cambios tecnológicos del siglo XVIII llevan a que postmortem, se publique la obra de Arnold Toynbee denominada: ***Conferencia sobre la Revolución Industrial en Inglaterra***, donde por primera vez se hace referencia a la Revolución Industrial.

**1913 –** Se determina que la mayor parte del Ozono atmosférico, se encuentra en la estratosfera.

**1914 a 1918 – Primera Guerra Mundial,** se introducen numerosas sustancias químicas peligrosas y se perfeccionan y modernizan las fábricas para la construcción de armamento; comienza la carrera armamentista con un desarrollo acelerado de la ciencia y la tecnología militar.

**1914 a 1918 –** Durante la Primera Guerra Mundial surgió en Inglaterra el interés de producir metano en las haciendas y fincas, a partir de estiércoles de animales.

**1920 –** G.M.B. Dobson perfecciona instrumentos que permiten medir el ozono atmosférico total.

**1920 –** Se establecen las primeras normas de tolerancias de residuos de arsénico y plomo.

**1930 a 1935 – EE. UU.** H.H. Bennett, desarrolla un fuerte movimiento a favor de la conservación, que culmina con la creación del Servicio de Conservación de Suelos en ese país.

**1931 –** Se desarrollan los Clorofluorocarbonos (CFC) como sustitutos del amoníaco en sistemas para refrigeración con el fin de obtener un refrigerante sin riesgos en su manipulación y baja toxicidad. Quién iba a pensar que tal descubrimiento amenazaría la vida del planeta.

**1940 –** Científicos franceses desarrollaron y perfeccionaron un proceso de obtención rural de gas, a partir de estiércoles.

**1942 – EE. UU.** En la Universidad de Chicago se pone en funcionamiento el primer Reactor Nuclear.

**1942 a 1945 –** Científicos alemanes e italianos desarrollaron vehículos accionados con biogás. Después de la II Guerra Mundial, el interés por el biogás como combustible solamente fue continuado en países como China, India y África del Sur.

**1945 – Agosto 6 y 9. EE. UU. Lanza las primeras Bombas Atómicas sobre las ciudades japonesas de Hirochima y Nagasaki** respectivamente.

**1954 a 1955 –** Estudios en ratas machos, demuestran que el DBCP produce esterilidad y alteraciones en los testículos. Las empresas transnacionales Shell y Dow Chemical ocultan la información para poder registrar sus productos.

**1963 a 1974 – EE. UU.** Emplea sobre vastas zonas boscosas de Viet Nam, más de 800 millones de litros de dioxina (**Agente Naranja**), durante su agresión a ese país. Actualmente, dos millones de vietnamitas, sufren padecimientos congénitos por la acción nociva de este defoliante sobre el metabolismo humano.

**1967 – Las Paz Bolivia. Primer Seminario Regional sobre Silicosis** con la participación de representantes de país anfitrión, Chile y Perú.

**1968 – Primera Conferencia Intergubernamental sobre el medio Ambiente.** Surgimiento de **Programa MAB “El Hombre y la Biosfera.”**

**1971 –** Surgimiento del Programa MAB “El viento como energía renovable”.

**1971 –** Los CFC son medidos en la atmósfera.

**1972 – Estocolmo. Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente**

**Humano.** Se aprueba el derecho de la humanidad a contar con un medio ambiente sano, se estimula al desarrollo de la educación ambiental, este evento se considera como el primer intento internacional de expresar un consenso sobre el medio ambiente, se nombra el **5 de Junio Día Mundial del Medio Ambiente.**

**1974 –** M. Molina y S. Rowland alertan que los CFC están dañando la atmósfera.

**1975 – Belgrado.** Seminario Internacional de la ONU sobre Educación Ambiental. Se conoce como **Carta de Belgrado.**

**1976 – Cuba.** Otorgamiento del rango constitucional a la protección del medio ambiente al ser incluida explícitamente en la Constitución de la República en su Artículo 27,

modificado en 1992, para fortalecer la idea de la integración del medio ambiente con el desarrollo económico y social sostenible.

**1976 – Cuba.** Creación de la Comisión Nacional para la Protección del Medio Ambiente y Conservación de los Recursos Naturales.

**1977 – Londres.** Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otros materiales.

**1977 – Tbilisi.** Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental.

**1979 – EE. UU.** Se prohíbe el uso del DBCP en la agricultura, excepto en las plantaciones de piña de Hawai donde se utilizó hasta 1986, aunque se permite su exportación a terceros países.

**1980 –** Se reportan los primeros datos científicos sobre cambio climático a escala mundial.

**1981 – Cuba.** Promulgación de la Ley 33 “De Protección del Medio Ambiente y del Uso Racional de los Recursos Naturales.

**1982 – Montego Bay. Jamaica.** Convención de Naciones Unidas (NN.UU) sobre el Derecho del Mar.

**1983 – XXII Conferencia General de la UNESCO.** Se adoptan disposiciones para llevar la introducción de la dimensión ambiental a las universidades.

**1985 – Inglaterra.** Uno de los primeros en descubrir el agujero en la capa de ozono, fue el científico del instituto British Antarctic Survey (BAS), Jonathan Shanklin.

**1985 –** Descubrimiento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y calentamiento de la tierra, contaminación atmosférica, y otros fenómenos más.

**1985 – Convención de Viena para la protección de la Capa de Ozono.** Inicio de la asimilación del problema que plantea la pérdida de la misma. Se plantea la necesidad de disminuir las producciones que producen efecto negativo sobre ella.

**1987 –** Demuestran relación entre el Ozono y los CFC.

**1987 – Protocolo de Montreal para la Protección de la Capa de Ozono.** Se aborda la repercusión del agotamiento de la capa y su repercusión en la salud humana. Se exhorta a los estados a disminuir el uso y fijar valores de las sustancias agresivas para el ozono.

**1987 – Informe de la Comisión Brundtland. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas** Se presenta el informe “**Perspectiva ambiental en el horizonte 2000**”. Se adopta la expresión de **Desarrollo Sostenible** y se demuestra que desarrollo y medio Ambiente no se pueden separar. Aboga por un proceso educativo permanente y la formación de valores.

Valora como causas de los problemas ambientales mundiales la pobreza y el aumento de la población.

**1989 – Resolución 44/228 de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre protección del Clima Mundial.**

**1989 –** Los científicos Martín Fleischmann y Stanley Pons anuncian en la prensa italiana el descubrimiento de la **Fusión nuclear fría** como una de las soluciones para los problemas energéticos de la humanidad.

**1990 –** Aprobación del “**Libro Verde sobre Medio Ambiente Urbano**” de la Comunidad Económica Europea.

**1990 – Ginebra. Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima.** Se establece la **Convención Mundial sobre cambio Climático** que ocupa a científicos y estados ribereños con relativo desarrollo turístico costero.

**1990 – Creación de la Agencia Europea de Medio Ambiente.**

Permite crear un banco de información precisa y clara, para diferentes usos.

**1990 – Enmienda al Protocolo de Montreal de 1987**, por acuerdo del PNUMA, se precisa que para el año 2000, **deben de cesar las producciones de Clorofluorocarbonos (CFC) y Alógenos** a nivel mundial. A los países pobres y en vía de desarrollo se les concede un plazo hasta el 2010 para su reducción y eliminación. Con grandes dificultades por la necesidad de tecnologías y recursos, se puede decir que se han ido logrando disminuciones significativas.

**1990 – Resolución 45/212 de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre protección del Clima Mundial.**

**1990 – Cuba.** Promulgación del Decreto-Ley 118 “Estructura, Organización y Funcionamiento del Sistema Nacional de Protección del Medio Ambiente”

**1991 – Guanajuato. México.** Reunión de Jefes de Estados y de

Gobierno de América Latina, España y Portugal, primera acción significativa de un grupo de Jefes de Estados por la protección del Medio Ambiente, se dice que abrió el camino para el éxito de la Cumbre de la Tierra.

**1989** – Resolución 46/169 de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre protección del Clima Mundial.

**1992 – Río de Janeiro. Brasil. Conferencia Mundial de Medio**

**Ambiente y Desarrollo.** Llamada **Cumbre de la Tierra.** Se relacionan los principios básicos para alcanzar el desarrollo sostenible. Se establecen el deber de los países de promulgar leyes efectivas para preservar el Medio Ambiente. Se recomienda aplicar procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental. Participan 147 países. Se hace énfasis en la necesidad de erradicar la pobreza como requisito indispensable para lograr el desarrollo sostenible.

**1992** – Se crea en América Latina la RELACO, red de las Naciones Unidas que fomenta la labranza ecológica. En la región actualmente existen alrededor de 14 millones de hectáreas de suelo agrícolas sin labrar, en las que sólo se interviene en el terreno donde se van a sembrar las semillas con muy buenos resultados. Una de las herramientas creadas especialmente con este propósito es el arado de cincel.

**1993 – Cuba.** Aprobación del Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo, adecuación cubana de la Agenda 21

**1993 – 22 de marzo.** La **ONU.** Instauro el día mundial del agua.

**1994 – Convenio sobre Diversidad Biológica.** Establece el intercambio de material genético para la conservación de las especies.

**1994 – Acuerdo sobre Desertificación.** Asume a la desertificación como un fenómeno global que afecta el desarrollo sostenible.

**1994 – Cuba. Creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).** Importante impulso a la política y la gestión ambiental nacional. Este trascendental cambio institucional, impuso a su vez la necesidad de revisar los marcos estratégicos y legales del país, en materia de medio ambiente.

**1995 – Convenio Marco sobre Cambio Climático.** Se establece la reducción progresiva de las emisiones de GEI y el intercambio de tecnología para lograr la eficiencia energética y el ahorro de energía.

**1995 – Copenhague. Cumbre mundial sobre Desarrollo Social.** Despertar la conciencia de los políticos del mundo sobre pobreza, exclusión social, desempleo, democracia y derechos humanos.

**1995 – Cuba.** Se comienza la aplicación del **Sistema de Aviso Temprano (SAT – O<sub>3</sub>)** para alertar a los productores agrícolas sobre el aumento en los niveles de la concentración de ozono troposférico, con cinco días o más de antelación.

**1996 – Cork. Irlanda. Conferencia Europea sobre Desarrollo Rural.** En la Declaración de Cork, se analiza el concepto de **Sostenibilidad Agrícola** y se analizan los atributos que deben de caracterizar a la **Agricultura Sostenible** y las estrategias mediante las cuales se puede implementar por parte de los agricultores.

**1997 – Kyoto Japón.** Convención de la ONU sobre reducción de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. **Firma del Protocolo de Kyoto.**

**1997 – Nueva York. Conferencia de NN.UU. “Río +5”.** Se chequean los acuerdos de la Cumbre de la Tierra.

**1997 – Cuba. Aprobación de la Ley 81: Ley del Medio Ambiente,** como base del marco legal nacional para la aprobación y paulatina implementación de sus disposiciones complementarias.

**1997 – Cuba.** Aprobación de la Estrategia Ambiental Nacional.

**1997 – Cuba.** Creación del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas.

**1998 – Cuba.** Conferencia Internacional “Ética y Cultura del Desarrollo”. Se maneja el término de la Construcción de la Economía Sustentable.

**1998 a 2003 –** Se realizan las primeras evaluaciones del medio ambiente cubano.

**2000 – Cuba.** Aprobación del **Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de los Suelos.**

**2002 – Sudáfrica. Johannesburgo. Conferencia de Naciones Unidas. “Río +10”.** También llamada **Cumbre de Johannesburgo o Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible.** Se discute lo que debería ser la agenda para el desarrollo de los próximos 10 años. Se considera como una de las mayores reuniones internacionales de las Naciones Unidas.

**2003 – Cuba.** Se Implementa el Plan 2003 a 2008 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

**2003 – Cuba.** IV Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Asisten más de 450 delegados de 25 países.

**2004 – Cuba.** Aprobación de la **Estrategia Ambiental Nacional 2005 a 2010**

**2004 – Cuba.** 9 de enero. Aprobación de **El Programa Forestal Nacional**. Fuertemente consolidado y dirigido al desarrollo forestal sostenible hasta el año 2015

**2007 – Chile. Junio.** Desastre ambiental en el río Mataquitos por vertimientos de 50 000 litros de residuos tóxicos de la planta de celulosa Arauco.

**2007 – Grecia. Agosto.** Cincuenta y seis incendios forestales afectan varias localidades del país, en especial a la prefectura de Ilias en el Peloponeso dañando a más de 3 000 personas, ocasionando 63 muertos.

**2007 – Sudan. Agosto.** Lluvias torrenciales afectan alrededor de 70 000 familias causando al menos 87 muertes

**2007 – EE. UU. Agosto.** Grandes tormentas producen severas inundaciones en el Iowa, Minnesota, Oklahoma y Texas, ocasionando al menos 20 personas fallecidas.

El camino recorrido y el que falta por recorrer, está plagado de dificultades e incomprendiones, pero la necesaria toma de conciencia y las actuaciones concretas, se van abriendo paso día a día. El planeta tierra está en peligro y su raza pensante está en la insoslayable obligación de protegerlo para las actuales y futuras generaciones.

El desarrollo de la ciencia y la técnica, aparejados a políticas sustentables, tienen la última palabra.

## CAPITULO II SITUACIÓN AMBIENTAL MUNDIAL

**Concientícese al hombre,  
para que no siga siendo  
el exterminador del propio hombre.**

**El Autor.**

La actividad productiva y consumista del hombre principalmente a partir de la última mitad del siglo XX, ha llevado a un deterioro progresivo de su hábitat, llegando a niveles tales que ya pelagra su propia existencia, por la introducción en la atmósfera de enormes cantidades de gases residuales producto de su actividad cotidiana, ocasionando un drástico aumento del **Efecto Invernadero** con la consiguiente elevación de la temperatura media sobre la superficie de la tierra lo que ya representa una seria amenaza para ecosistemas frágiles y a mediano y largo plazo producirá serios cambios en el clima y la geografía del planeta.

Letayf y González (1994) plantean que para considerarse limpia, la atmósfera, debe mantener una composición similar a la presentada en la **Tabla 2.1**.

**Tabla 2.1 Atmósfera Limpia**

Elementos	%
Nitrógeno	78,09
Oxígeno	20,45
Argón	0,93
Dióxido de Carbono	0,032
Neón	0,0018
Helio, metano, kriptón, óxido de nitrógeno, hidrógeno, xenón	0,4962

(Fuente: Seguridad, Higiene y Control Ambiental. Letayf .J y González C. 1994)

### **EFEECTO INVERNADERO**

Del equilibrio en la atmósfera, entre los niveles de los residuos de gases como: Metano (CH<sub>4</sub>), Bromo (Br), Cloro (Cl), Freones, Dióxido de Carbono o Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>) y Vapor de agua entre otros, depende que nuestro planeta sea habitable.

En las condiciones actuales, la superficie terrestre mantiene una temperatura media adecuada de **15° C**. Sin la presencia de estos gases denominados **Gases de Efecto Invernadero** (GEI), esta temperatura media podría bajar hasta **- 30° C**, y si aumentaran

los niveles de los mismos, las aguas superficiales podrían entrar en ebullición (+ de 100° C), siendo esto una situación incompatible con los requerimientos para la vida en el planeta.

Las radiaciones del sol: Visibles, Infrarrojas y Ultravioletas llegan a las capas superiores de la atmósfera terrestre, con diferentes longitudes de onda.

Los GEI se comportan como filtros que dejan pasar los rayos visibles e infrarrojos y bloquean en su mayoría el paso a los perjudiciales ultravioletas. En la superficie de la tierra casi en su totalidad, todos los rayos son prácticamente transformados en infrarrojos y reflejados al espacio; los que al llegar a la estratosfera son nuevamente capturados por los GEI y reenviados de nuevo hacia la tierra. La absorción natural de los rayos infrarrojos por los gases, genera un calentamiento denominado **Efecto Invernadero Natural** que determina el clima del planeta sin la intervención humana.

En la **Fig. 2.1**, se observa una representación gráfica de cómo ocurre el Efecto Invernadero.

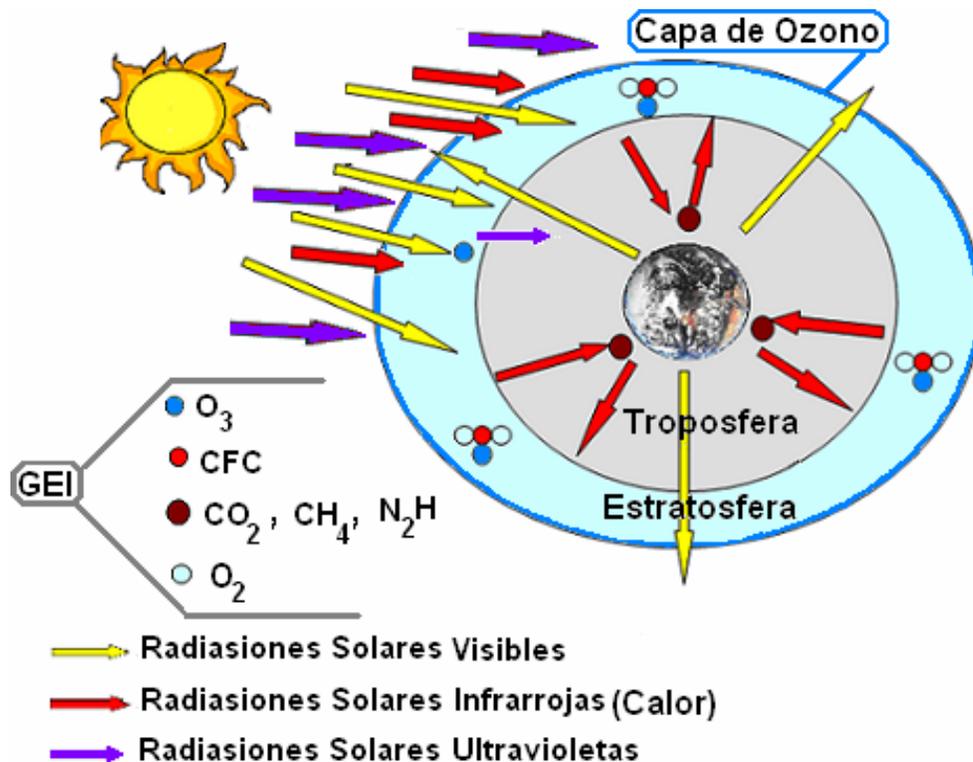


Fig.2.1 Representación gráfica del Efecto Invernadero.

Desde la superficie de la tierra, día a día se emiten a la atmósfera grandes cantidades de Gases de Efecto Invernadero (GEI), producto de la quema de combustibles fósiles para

funcionamiento del transporte y la maquinaria, para generar electricidad y la climatización, la industrialización, el inadecuado manejo de los residuos de la crianza de ganado y de la agricultura intensiva, aparejado a la creciente deforestación de bastas zonas del planeta que impide la absorción natural del anhídrido carbónico o CO<sub>2</sub>. Esta acumulación de gases hace que se produzca un desmedido aumento del Efecto Invernadero artificial con la correspondiente elevación de la temperatura media terrestre. En la **Tabla 2.2** se recogen los principales elementos causantes del Efecto Invernadero, las fuentes que los generan, la vida media de estos en la atmósfera y el pronóstico de su aumento por año.

**Tabla 2.2 Elementos causantes del Efecto Invernadero**

Nº	Compuestos	%	Fuentes de generación	Vida media (años)	Aumento por año (%)
1	Anhídrido Carbónico (CO <sub>2</sub> )	50	Combustión de combustibles fósiles y biomasa. Disminución de los bosques y selvas tropicales.	100	0,4
2	Metano (CH <sub>4</sub> )	19	Emanaciones de las plantaciones de arroz. Manejo incorrecto de los residuales de la ganadería intensiva.	10	1,0
3	Clorofluorocarbonos (CFC)	17	Averías en sistemas de refrigeración que utilizan Freones como gas refrigerante. Extintores de incendios Utilización de diferentes tipos de atomizadores. Fabricación de sustancias sintéticas espumosas. Sustancias emitidas por los aviones durante el vuelo, etc.	65 a 110	5,0
4	Ozono Troposférico (O <sub>3</sub> )	8	Reacciones químicas entre las sustancias contaminantes y componentes de la atmósfera.	0,1	0,5
5	Óxidos de Nitrógeno (N <sub>2</sub> O)	4	Fertilización artificial y combustión de combustibles fósiles	150	0,2
6	Vapor de Agua Estratosférico	2	Evaporación y evapotranspiración desde de la superficie terrestre.	-	-

(Fuente: El camino del Sol. Enrico Turrini. CubaSolar. 2006)



Foto.2.1 Combustión de combustibles fósiles en las industrias.  
(Petróleo, Carbón, Gas, etc.)



Foto 2.2 Combustión por incineración de restos de cosechas.  
(Paja de Caña de Azúcar, Paja de Arroz, Pastos, Restos de chapea, etc.)

## **SITUACIÓN AMBIENTAL CUBANA**

En la Estrategia Ambiental Nacional (2004), se plantea “(...) *Tampoco escapa Cuba a los efectos de los inadecuados patrones de desarrollo capitalista que gravitan sobre el medio ambiente en una escala global. Reiterados y nocivos eventos de sequía, combinados con altas tasas de evaporación, originan el agotamiento de los suelos y la disminución de las reservas de aguas subterráneas. En ocasiones incluso, las fuertes tensiones ejercidas sobre la vegetación y el clima en general, se agravan mucho más,*

*cuando la sequía es interrumpida por episodios de lluvias torrenciales que son causantes de intensos procesos erosivos en los suelos.*

Según la propia estrategia, se identifican como los **Principales Problemas Ambientales del país**, los siguientes:

- *Degradación de los suelos.*
- *Deterioro del saneamiento y las condiciones de vida en los asentamientos humanos.*
- *Contaminación de las aguas terrestres y marinas.*
- *Deforestación.*
- *Pérdida de la diversidad biológica.*
- *Contaminación atmosférica.*
- *Carencia de agua.*

**La solución de los principales problemas ambientales que afectan al país, debe ser vista con un enfoque ecosistémico e integrador y no como la solución aislada de cada uno de ellos, pues se concadenan en sus consecuencias y efectos sobre el principal componente del medio ambiente: el ser humano. La atención a estos problemas requiere de acciones a corto, mediano y largo plazo”.**

## **PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES GLOBALES**

Los principales problemas ambientales, a los que se enfrenta el mundo moderno, se agrupan de la siguiente manera:

1. Empobrecimiento y pérdida de la diversidad biológica.
2. Aumento de la contaminación del aire, las aguas y el suelo.
3. Agotamiento de la capa de Ozono.
4. Cambios climáticos.
5. Agotamiento de los recursos hídricos.
6. Lluvias Ácidas.
7. Degradación del suelo.
8. Transformación de los paisajes urbanos y rurales

## Empobrecimiento y pérdida de la diversidad biológica

Estudios realizados por la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) demuestran que a escala mundial cada 24 horas se extinguen entre 150 y 200 especies animales o vegetales.

- **Principales causas que la originan**

La diversidad de las especies vivientes esta amenazada, fundamentalmente, por las presiones causadas por la acción de los seres humanos; tales como: tala y quema indiscriminada de los bosques (**Foto 2.3**), pérdida y/o fragmentación del hábitat natural, contaminación ambiental por accidentes industriales y vertimientos de desechos tóxicos, caza furtiva, sobre cultivo, sobre pastoreo, sobreexplotación pesquera, destrucción de manglares, comercio ilegal de especies, desmedido uso de pesticidas y otros productos químicos, conversión de terrenos silvestres para usos agrícolas y urbanos, construcción de grandes represas, deterioro de los suelos y conflictos bélicos.



Foto 2.3 Contaminación por tala y quema indiscriminada de los bosques

El archipiélago cubano, no escapa de esta peligrosa situación, por lo que diferentes especies están seriamente amenazadas de extinción.

Entre las aves, las que se encuentran en mayor peligro de desaparición, pueden observarse en la siguiente combinación gráfica.

### Principales especies de aves amenazadas de extinción en Cuba

 <b>Cotorra</b> ( <i>Amazona leucosephala</i> )	 <b>Torcaza Boba</b> ( <i>Columba inornata</i> )	 <b>Yaguaza</b> ( <i>Dendrocygna arborea</i> )	 <b>Frailecillo Silbador</b> ( <i>Charadrius melodus</i> )
 <b>Tordo de Bicknell</b> ( <i>Catharus bicknelli</i> )	 <b>Pitirre Real</b> ( <i>Tyrannus cubensis</i> )	 <b>Camao</b> ( <i>Geotrygon caniceps</i> )	 <b>Carpintero Real</b> ( <i>Campephilus principalis</i> )

### Aumento de la contaminación del aire, las aguas y el suelo

Las enormes cantidades de desechos sólidos, líquidos y gaseosos, que generan las actividades agrícolas, industriales, urbanas y comerciales, en gran medida son las responsables de la contaminación y degradación que sufren el aire, las aguas y el suelo.

Los principales elementos contaminantes de la atmósfera son:

- Partículas sólidas, con diámetros menores de 10  $\mu\text{m}$ .
- Compuestos de azufre.
- Compuestos de carbono.
- Polucionantes fotoquímicos: compuestos de nitrógeno, hidrocarburos y oxidantes fotoquímicos.
- Contaminantes menores: derivados del plomo, mercurio, amianto y ácido fluorhídrico.
- Ruidos y olores fuertes.

Las principales fuentes de emisión de los elementos contaminantes resultan de:

- Combustión de combustibles fósiles en las industrias, el transporte y la agricultura como petróleo, carbón y gas. **(Foto 2.1)**.
- Combustión por incineración de desechos sólidos urbanos, restos de cosechas tales como paja de caña de azúcar, de arroz, pastos y restos de chapea entre otros. **(Foto 2.2)**.

- Combustión controlada de biomasa como madera, bagazo, briquetas de materiales sólidos, etc., para la cocción de alimentos y otros fines.
- Actividad industrial, de medios mecanizados, transporte terrestre, marítimo y aéreo, que ocasiona niveles de ruido por encima de la tolerancia auditiva normal.
- Sistemas intensivos de producción pecuaria (crianza de animales estabulados en primer término).
- Incendios forestales.
- Las erupciones volcánicas resultan fuentes naturales de contaminación del aire, las aguas y el suelo, pero en la mayoría de los casos su incidencia queda muy por debajo de la del hombre.

Según la norma cubana NC 93-02-104: 1987 las sustancias contaminantes se clasifican en 4 clases de peligrosidad:

- Sumamente peligrosa.
- Muy peligrosa.
- Moderadamente peligrosa.
- Ligeramente peligrosa.

La distribución en la Troposfera de estos contaminantes, ocasiona fenómenos tales como:

- Inversión térmica.
- Esmog fotoquímico (muy representativo de la atmósfera sobre las grandes urbes como Ciudad México).
- Concentración de partículas sólidas y sustancia tóxicas.
- Aumento del efecto invernadero.

En la **Tabla 2.3** se observa la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera en un año en el Valle de Ciudad México.

**Tabla 2.3 Distribución de contaminantes emitidos a la atmósfera en el Valle de Ciudad México en 1992 por fuentes fijas y móviles.**

Contaminante.	Fuente %		Emisión total t/año
	Industrias	Transporte	
Partículas Sólidas (< 10 µm)	65	35	26 959
Hidrocarburos	19	81	372 525
Dióxido de Azufre	78	22	205 594
Óxidos de Nitrógeno	24	76	177 399
Monóxido de Carbono	2	98	2 923 265

(Fuente: Seguridad, Higiene y Control Ambiental. Letayf .J y González C. 1994)

### **Emisiones del sector agrario de la Unión Europea**

En un informe publicado por la Oficina de Estadísticas de la desarrollada Unión Europea (UE), el sector agrario redujo sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 6,4% entre los años 1990 y 2000.

Aproximadamente el 10 % de las emisiones de efecto invernadero de la UE son imputables a la actividad agraria, lo que equivale a 4, 058 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono.

Las principales emisiones de la agricultura y ganadería consisten fundamentalmente en peróxido de nitrógeno N<sub>2</sub>O (56 %) y metano (43 %). La cantidad de dióxido de carbono de origen agrario alcanza sólo del 0,5 %.

Los estados miembros, que alcanzaron mayor por ciento en la reducción de las emisiones fueron:

Finlandia..... (-24%).

Alemania..... (-19%).

Dinamarca..... (-17%).

Austria..... (-14%).

Otros países, por el contrario han aumentado su carga contaminante como:

España..... (+17%)

Irlanda..... (+3%).

Motivados fundamentalmente por el aumento en la cantidad de cabezas de ganado estabulado existente.

La agricultura, es la principal fuente de emisiones de Protóxido de Nitrógeno y de Metano a la atmósfera. El metano es emitido sobre todo por los herbívoros, como un producto de las fermentaciones entéricas (78%).

Las vacas lecheras son las principales emisoras de metano. La segunda fuente son las excretas (20%), que fuera de los animales, continúan fermentándose y emitiendo el gas.

Otras fuentes emisoras:

Plantaciones de arroz..... (1,4%).

Emisiones propias de los suelos..... (0,8%).

Quema de residuos agrícolas..... (0,09%).

Las emisiones de N<sub>2</sub>O se deben fundamentalmente al proceso bacteriano de nitrificación y desnitrificación de los suelos.

### **Contaminación de las aguas**

Las consecuencias relacionadas con el consumo de agua no potable, provocan en el mundo cada año más víctimas mortales que cualquier tipo de violencia, incluidas las guerras. Según datos de la ONU, cada día, sin control alguno, son vertidos 2 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales. Los países en desarrollo resultan los más afectados, pues el 90% de los desechos sin procesar y el 70% de los desechos industriales sin tratar, son vertidos en aguas superficiales.

Los contaminantes causantes de la degradación y contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas provienen de diferentes fuentes:

- Físicas: desechos sólidos insolubles.
- Químicas: gases disueltos y compuestos orgánicos (papeles y cartón, excremento, detergentes y residuos vegetales) e inorgánicos que hacen que aumente la salinidad y la dureza del agua; además de metales pesados como mercurio, plomo, cobre, cobalto, cromo y hierro entre otros. Otros contaminantes químicos resultan los plaguicidas y los derivados semisintéticos y sintéticos de los hidrocarburos.
- Biológicas: microorganismos que viven en el agua; pueden ser aeróbicos y anaeróbicos. Los microorganismos anaeróbicos en su metabolismo desechan sulfuro de hidrógeno, causante del olor desagradable de las aguas contaminadas.

- Radiactiva: extremadamente peligrosa, ocasionada por accidentes y/o averías en plantas nucleares o durante el transporte de desechos de esa índole y en casos extremos por el irresponsable vertimiento o incorrecta eliminación de los mismos.



Enciclopedia Encarta, Oxford Scientific Films/Ben Osborne

Foto 2.4 Río afectado por diferentes fuentes contaminantes.

Lasterra R. A. reporta “(...) Se han encontrado herbicidas e insecticidas en el agua de lluvia en Europa y EE.UU. En tal proporción que esta agua de lluvia no cumple las normas para su uso como agua potable. Se han encontrado 74 plagicidas diferentes en las aguas subterráneas”.

A las aguas, que se expulsan al ambiente después de ser utilizadas, cargadas de contaminantes se les denomina **Aguas Residuales**, son aquellas provenientes de:

- Usos agrícolas y pecuarios: contienen residuos de excremento y orina animal (purines), sales, fertilizantes y residuos de sustancias químicas de todo tipo.
- Uso doméstico: contienen residuos de excremento y orina humanos, basura, papeles, productos de limpieza, detergentes, jabones y gran cantidad de microorganismos como los *coliformes fecales* causantes de graves enfermedades en humanos y animales al contaminar las fuentes de agua potable.

- Uso industrial: contienen una enorme cantidad de sustancias químicas de todo tipo en su mayoría muy tóxicas, las que al combinarse con el oxígeno del agua se oxidan y lo agotan, además de cambiar su pH volviéndolas más ácidas o más alcalinas.

Al agotarse el oxígeno del agua, por la presencia de microorganismo y sustancias químicas, está no puede evaporarse, afectando en ciclo hidrológico, disminuyendo las precipitaciones y el volumen del líquido disponible para los seres vivos.

Los procesos naturales y/o antropogénicos, que conllevan al enriquecimiento de las aguas de ríos, lagos y represas con nutrientes a un ritmo tal que provoque la estimulación de una serie de cambios sintomáticos como la producción de algas y micrófitos se denomina: **Eutrofización**, sus efectos pueden interferir de modo importante los distintos usos que el hombre puede hacer de los recursos acuáticos (abastecimiento de agua potable, riego, recreación, etc.) al deteriorarse sustancialmente la calidad del líquido.

Las masas de agua eutróficas tiene un alto nivel de productividad y de biomasa en todos los niveles tróficos; proliferan las algas, tienen aguas profundas pobres en oxígeno y un crecimiento intenso de las plantas acuáticas. En contraste, los cuerpos de agua oligotróficas, poseen concentraciones bajas de nutrientes, poseen mayor diversidad en las comunidades de plantas y animales, un bajo nivel de productividad primaria y de biomasa y una buena calidad para distintos usos.

### **Causas que puedan originar la eutrofización:**

#### a) Naturales:

- Aportes atmosféricos: precipitaciones.
- Resuspensión de los sedimentos del fondo.
- Liberación desde los sedimentos anóxicos.
- Descomposición y excreción de organismos.
- Fijación de nitrógeno por microorganismos.

#### b) Antropogénicas:

- Vertido de residuos industriales, agrícolas, urbanos y de plantas de tratamiento.
- Deforestación que aumenta la erosión y disminuye el reciclaje de nutrientes en las cuencas, aumentando su ingreso al cuerpo de agua.

- Fertilizantes aplicados en exceso.
- Aguas residuales de granjas (silos, vaquerías, etc.).
- Tanques sépticos.
- Uso de detergentes con grandes cantidades de fósforo.
- Aporte de contaminantes por agua de lluvia.
- Sistemas de alcantarillado de pueblos y ciudades.

### **Factores que afectan el grado de eutrofización.**

- El clima: los climas cálidos favorecen el proceso.
- Los cuerpos de aguas poco profundas y/o de bajo caudal son más propicios para el desarrollo del proceso.
- La deforestación del área de drenaje: la poca cubierta arbórea aparejada a precipitaciones abundantes favorece la erosión y el arrastre de nutrientes hacia el cuerpo de agua
- Características geológicas: en áreas de drenaje donde predominan rocas sedimentarias el aporte de fósforo es mayor por escorrentía. Los suelos arcillosos drenan pobremente favoreciendo la escorrentía y el aporte de nutrientes.

La calidad del agua, según el uso para el que sea destinada, la define la cantidad de contaminantes que se encuentren disueltos o en suspensión.

Está demostrado, que las aguas de los océanos, al contrario de lo que se pensaba, también se afectan al absorber grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, lo que ocasiona un aumento significativo de su acidez, hasta profundidades de hasta 450 m, dañando las formaciones coralinas y el fitoplancton.

### **Agotamiento de la Capa de Ozono**

La capa de ozono es una delgada capa (unos 0,3 mm) en la atmósfera a una altura de 10 a 50 km. de la tierra. Sólo tres de cada diez millones de moléculas de aire son de Ozono (O<sub>3</sub>). Esta capa hace de filtro natural sobre los rayos ultravioletas provenientes de la radiación solar, dejando pasar entre el 10 y el 30 %. Si el O<sub>3</sub> disminuye en un 10%,

las radiaciones aumentarían alrededor del 20%, con efectos sumamente nocivos sobre los ecosistemas en general y en especial sobre la salud humana y animal.

Según reportes de diferentes medios científicos a partir del 2003, entre los agujeros de la capa de ozono, el más significativo es el situado sobre la Antártida ya que ha alcanzado proporciones históricas y podría agrandarse. La mayor parte de la superficie bajo el agujero de la Antártida (casi 28 millones de kilómetros cuadrados) no está habitada, pero las poblaciones de Nueva Zelanda y de los países en el extremo de Sudamérica corren el riesgo de padecer de cataratas, fallas en el sistema inmunológico y cáncer de la piel, aunque científicos como Jonathan Shanklin del Instituto: British Antarctic Survey (BAS), uno de los primeros en detectar los agujeros en 1985, afirma que no existen vínculos directos entre el tamaño de los agujeros y el aumento de este tipo de cáncer en todo el mundo.

Lo que si está demostrado, es que a nivel global, los agujeros en la capa de ozono, influyen en la disminución de los rendimientos agrícolas y ocasiona graves daños a los materiales plásticos.

Existe mucha teoría, sobre los agentes causales del cáncer prematuro en seres humanos, aunque estudios realizados demuestran que de acuerdo a su incidencia las ofrecidas en "MENS", n° 13: Cáncer y el Medio Ambiente en Bélgica, resultan de las más acertadas, las que se ponen a su consideración en la **Tabla 2.4**.

**Tabla 2.4 Posibles causales de cáncer en seres humanos en el mundo.**

<b>Expectativa de cáncer prematuro:</b>	
<b>Causas</b>	<b>Incidencia %</b>
Dieta desequilibrada	35
Consumo de tabaco	30
Infecciones	10
Comportamiento sexual	7
Causas ocupacionales	5
Consumo de alcohol	3
Factores geofísicos	3
Problemas medioambientales	2,5
Operaciones de cirugía	1,5
Aditivos alimentarios	1

Productos industriales	1
Desconocida	1

Puede observarse, que las causas agroambientales y geofísicas, no tienen una incidencia marcada, ya que se encuentran entre el 2,5 y el 3 %, siendo la dieta desequilibrada, el tabaco, las infecciones y el comportamiento sexual inadecuado los de mayor incidencia.

A partir de la firma del Protocolo de Montreal para la protección de la Capa de Ozono en 1987, comenzó la caída de las producciones de las sustancias químicas que destruyen el ozono en la estratosfera como el Cloro (Cl) contenido en los Clorofluorocarbonos (Freones, Halones, Tetracloruro de Carbono, Metilcloroformo y Bromuro de Metilo) que en las frías capas de la estratosfera, se liberan destruyendo al Ozono al convertirlo en oxígeno.

La consecuente caída en las producciones de esas sustancias, conocidas mundialmente como Gases de Efecto Invernadero (GEI), comenzó a tener efecto después de 1994 y ahora está un seis por ciento por debajo de su máximo. Cuba es firmante desde sus inicios de dicho protocolo.

Sobre nuestro país no se reporta deterioro de dicha capa y las emisiones de GEI según la Oficina Técnica del Ozono (OTOZ) en el año 2000 fueron las siguientes.

- Dióxido de Carbono ----- 11 425,00 t
- Metano ----- 510,19 t
- Óxidos Nitrosos ----- 56,30 t

Las que se encuentran dentro de los parámetros normales para nuestro grado de desarrollo, se teme que con la creciente recuperación de la economía nacional, estos niveles puedan aumentar, por lo que se toman medidas al respecto:

El logro en Cuba de reducir en un 50% en el 2006 el consumo de CFC y proponerse alcanzar para el 2007 la disminución de un 87%, ha sido calificado por Susan McDade especialista de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como un trabajo serio y sostenido.

Dupont, S.A. de C.V en su folleto " *Hechos acerca del ozono*" (1991), detalla un listado de productos, servicios y artículos que contienen CFC:

**Productos:**

- Platos desechables.
- Empaques de cartón para huevos.
- Espuma aislante de polietileno moldeado.
- Empaques tipo concha para comidas para llevar.
- Vasos desechables de espuma plástica.
- Cojines de espuma para empacado.
- Aislante para congeladores y refrigeradores.
- Paneles aislantes para casas.
- Aislantes para camiones refrigerados.
- Aislantes para tuberías rígidas.
- Aislantes para tanques de almacenamiento.
- Espuma de polietileno.
- Charolas (bandejas) para carnes en supermercados.
- Tableros para automóviles.
- Asientos para bicicletas y motocicletas.
- Acojinamiento de alfombras.

**Refrigeración y aire acondicionado:**

- Conservación de alimentos.
- Aire acondicionado para autos, aviones y otros.
- Máquinas despachadoras de cervezas y refresco.
- Bodegas de almacenamiento en frío.
- Refrigeración de barcos comerciales para la pesca.
- Deshumificadores.
- Congeladores y refrigeradores de todo tipo.
- Máquinas para hielo.
- Enfriadores para edificios de oficinas.
- Recuperadores de calor para industrias procesadoras.
- Fuentes y/o enfriadores de agua.

**Artículos misceláneos:**

- Limpiadores en aerosol.
- Sistemas para la extinción de incendios.
- Eliminación de impurezas del aluminio.
- Plasma sanguíneo.
- Inhaladores bronquiales.
- Removedor de goma de mascar.
- Sobres para discos de computadoras.
- Hojas de polietileno para flash.
- Espuma hemorroidal.
- Esterilización en hospitales.
- Insecticidas para áreas de preparación de alimentos, etc.

En la **Tabla 2.5** se observan los Freones y Halones más utilizados a nivel mundial, con su fórmula química y años de vida media en la atmósfera.

**Tabla 2.5 Freones y Halones más utilizados a nivel mundial.**

	Denominación	Fórmula Química	Nombre Industrial	Vida Media. (años)	Usos más frecuentes
<b>Freones</b>	R 11	CFCl <sub>3</sub>	Freón 11	75	Refrigeración
	R 12	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	Freón 12	110	
	R 113	C <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	Freón 113	90	
	R 114	C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Cl	Freón 114		
	R 115	C <sub>2</sub> F <sub>5</sub> Cl	Freón 115		
<b>Halones</b>	R 1211	CBrClF <sub>2</sub>			Extintores
	R 1301	CB F <sub>3</sub>			
	R 2402	C <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> F <sub>4</sub>			
	Tetracloruro de Carbono	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>			
	Metilcloroformo	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>			

Las naciones más contaminantes, han suscrito el Protocolo de Kyoto sobre reducción de las emisiones de dióxido de carbono, excepto los Estados Unidos. Este país lo ha rechazado, e incluso ha ido más allá y ha negado que el gas sea un contaminante; paradójicamente se han observado alarmantes reducciones de la Capa de Ozono en vastas regiones de su territorio.

Resulta paradójico, que mientras que en la estratósfera, se destruye el ozono tan beneficioso para la vida en general del planeta, en la tropósfera la mezcla de contaminantes al reaccionar con la luz solar, produce el denominado ozono superficial o troposférico, que a ese nivel y en concentraciones superiores a los 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de aire, resulta muy perjudicial para vida, produciendo irritación en las vías respiratorias, se han reportado incremento en los casos de asma, agudización de determinados trastornos cardiovasculares, así como disminución de la capacidad pulmonar. En la agricultura, esta ligado a la aparición de plagas y enfermedades, reducción de los rendimientos y calidad de las cosechas, así como a la merma del follaje en los bosques.

El Ozono se mide por la Unidad Dobson (UD) en honor a G.M.B. Dobson científico que se dedicó a su estudio entre 1920 y 1970. Las UD miden el espesor que tendría la capa si se comprimiera a una temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  y a una presión de 1 atm y equivale a un espesor de capa de 0,01mm.

### **Cambios Climáticos**

El Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la Administración Nacional para la Aeronáutica y el Espacio (NASA) de los EE.UU, confirmó que *“(...) los últimos 10 años han sido los más calurosos desde que se tienen registros y el año 2005 el más calido de la historia, trayendo esto como consecuencia que se produzcan serios cambios en el clima terrestre”*, tales como:

### **Calentamiento de la superficie de la tierra**

Se pronostica que para los próximos 100 años la temperatura de la superficie de la tierra debe de aumentar en  $5,8^{\circ}\text{C}$ , lo que traería como consecuencia una elevación de hasta 88 cm en el nivel medio de los océanos, ya que los glaciales de Groenlandia se están derritiendo al doble de la velocidad que se creía, situación similar ocurre respecto

al Océano Glacial Ártico y los glaciales de montaña. Este incremento de las aguas en los océanos inundará deltas y zonas costeras habitadas por millones de personas. De continuar esta situación para el 2010 en archipiélagos como Fiji y Kiritavi, habrán desaparecido pequeñas islas y se producirá un avance mayor del oleaje sobre la tierra. En el caso de Cuba la elevación del nivel del mar reduciría considerablemente la superficie de los cayos interiores de los golfos de Batabanó, Ana María y Guacanayabo, con tendencia a su desaparición total. Un panorama similar pudiera ocurrir entre el 60 y 80 % de la Ciénaga de Zapata y con muchos de los cayos que conforman el archipiélago cubano.

### **Sequías devastadoras e Inundaciones por abundantes lluvias**

El incremento previsto de la temperatura del aire repercutirá sobre los mecanismos de circulación atmosférica, los regímenes de lluvia cambiarán y se producirán devastadoras sequías en el África Subsahariana pues para el 2050 se pronostica que las lluvias decaerán en un 10%, paralelo a esto, en el centro del propio continente en la vasta región ocupada por Sudan, Uganda, Tanzania, Mozambique y el norte de Madagascar aumentarán las precipitaciones en un 10%.

En el Ecuador continental por ejemplo, se deforestan alrededor de 320 000 ha/año, lo que ha traído como consecuencia la pérdida de humedad en los suelos, aumento del patrón de evaporación, de la temperatura e incremento de la frecuencia de eventos meteorológicos severos como ciclones, tifones, tornados, tormentas eléctricas, etc.

Barbetti R. plantea “(...) *Cuando se destruyen selvas, no solamente se matan millones de plantas y animales; las selvas moderan el clima y el movimiento del agua, por eso otro resultado de eliminar selvas es el desorden del clima, vientos mas fuertes, tormentas, inundaciones y sequías mayores, más plagas y enfermedades.*”

El desequilibrio del clima a escala mundial, repercutirán sobre la agricultura de la mayoría de los países, afectando la disponibilidad de agua potable y de alimentos, ocasionando severos estragos sobre la salud humana y animal.

El profesor Phil Jones director de la Unidad de Investigaciones del Clima de la Universidad de East Anglia en Inglaterra, pronostica en una publicación del periódico The Independent, que el año 2007, será el más caluroso en la historia del planeta, aparejado a condiciones climáticas extremas ocasionadas por el fenómeno climático El Niño

acrecentado por el aumento de las temperatura de las aguas en el Océano Pacífico. Otros científicos coinciden también en plantear que de no tomarse en serio la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el calentamiento global, puede quedar fuera de control y cambiar por completo el clima, con consecuencias catastróficas para la vida en el planeta.

En Cuba los eventos meteorológicos tales como ciclones, tornados y granizadas, se producen cada vez con mayor frecuencia y cada año se hace más significativo el período de sequía sobre todo en la región oriental del país.

### **Agotamiento de los recursos hídricos**

Al agua como elemento clave para la vida en el planeta, el hombre le da diferentes usos de acuerdo con sus necesidades:

- Uso agrícola.
- Uso industrial.
- Generación de energía.
- Consumo humano.
- Para recreo y uso deportivo.

La escasez de agua en el mundo es una realidad, sobre todo en países en vías de desarrollo y en zonas áridas con altas tasas de crecimiento poblacional que sufren de inseguridad alimentaria. Más de 1 100 millones de personas no tienen garantizado el acceso al agua potable. Constantemente se afecta la salud de los ecosistemas acuáticos del planeta, en la mayoría de los casos de forma irreversible, lo que ha provocado en muchos casos la aparición de serios conflictos sociales y políticos en el mundo.

Como consecuencia del recalentamiento global, aumentará la escasez de lluvias en vastas zonas geográficas del planeta, así como aumentará la evaporación de las reservas hídricas existentes, por lo que se pronostican graves disminuciones en los caudales de ríos, lagos (naturales o artificiales) y otras fuentes de agua potable.

La disminución de un 10% de las precipitaciones en regiones que reciben como promedio 600 mm de lluvia al año, implicaría una disminución de casi el 50% del drenaje

superficial para esa zona, por lo que el lavado natural de los suelos, sería prácticamente imposible.

Mayor y Obasi (1997) *“(...) refieren que durante los próximos 50 años, la falta de agua y la contaminación de las reservas existentes afectarán prácticamente a toda la población del planeta”.*

A nivel mundial, la agricultura es la mayor consumidora de agua, ya que utiliza como promedio cerca del 70 %, le sigue la industria con un 20 % y el consumo humano con un 10 %, existiendo diferencias notables entre continentes según los usos. A escala mundial, la disponibilidad de agua es a juicio de muchos expertos, el factor ambiental más importante para definir la diferencia entre rendimientos agrícolas reales y potenciales.

El valor medio de los recursos hídricos renovables del planeta se estima en 42 700 km<sup>3</sup>/año.

En la **Tabla 2.6** se muestra el volumen estimado de agua renovable en el planeta, según datos aportados por la UNESCO en el año 2000.

**Tabla 2.6 Volumen estimado de agua renovable en el planeta.**

Continente	Volumen km <sup>3</sup> /año
Asia.	13 500
Sudamérica.	12 000
Europa.	2 900
Australia y Oceanía.	2 400
Otros	11 900

En la Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua, se expresa;

*“(...) Las predicciones sobre la creciente escasez del recurso pudieran resultar pesimistas, el riesgo de que se produzca una grave crisis del agua continúa existiendo, ya que además de la mayor o menor escasez física del recurso, surgen problemas a los que en ocasiones no se presta la atención que merecen, como por ejemplo la imposibilidad de hacer frente a las enormes inversiones necesarias para mejorar la calidad e incrementar la disponibilidad del recurso”.*

Existen dos tipos de escasez de agua:

- Escasez física: el consumo excede la disponibilidad.
- Escasez económica: se tiene agua suficiente pero se carece de la inversión para almacenarla, extraerla y transportarla.

### **Lluvias Ácidas**

En 1986 el National Research Council y la National Academy of Sciences de EE. UU confirmaron que de la combustión de los combustibles fósiles como el carbón y del petróleo y sus derivados, se produce el 90 % de los Óxidos de Azufre y Nitrógeno que se emiten a la atmósfera. El dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) se combina con el oxígeno formando el trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) el que rápidamente en presencia del agua se transforma en ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) en forma de vapor. Las pequeñas gotas de ácido sulfúrico en la atmósfera, hacen que el pH del agua de lluvia se acidifique precipitándose sobre la tierra en forma de lluvia ácida. Esta lluvia es sumamente destructiva, produciendo afectaciones a los vegetales y animales superiores (flora y fauna de los grandes bosque, sobre todo europeos), así como la muerte de millones de microorganismos y seres menores partes del ecosistema; en altas concentraciones pueden ocasionar quemaduras en la piel de los seres humanos, afectan los monumentos al aire libre y aceleran la corrosión de los metales.

Se calcula que EE.UU, Canadá y Europa emiten alrededor de cien millones de toneladas de dióxido de azufre al año, por su parte Italia emite aproximadamente dos millones y Alemania alrededor de tres millones y medios de toneladas.

### **Degradación del suelo**

El suelo es un recurso natural básico, hasta cierto punto no renovable y un elemento de enlace entre los factores bióticos y abióticos. Su pérdida o degradación, constituye una de las mayores preocupaciones para cualquier país ya que este recurso esta asociado con factores tales como:

- La producción de biomasa.
- El ciclo hidrológico.

- Los ciclos biogeoquímicos.
- Fijación de energía solar.
- Biodiversidad.
- Amortiguamiento de cambios climáticos.

Si la contaminación del aire y las aguas resulta alarmante, la contaminación y degradación de los suelos no se queda atrás, por ser este el medio fundamental para la producción de alimentos y desarrollo de la vida.

El suelo se contamina al depositarse y combinarse en él, los diferentes tipos de desechos generados por la actividad humana.

A escala mundial la degradación de los suelos agrícolas, es una de las incidencias más negativa y preocupantes dentro de todas las que sufre el medio ambiente.

La amenaza de la compactación, la erosión hídrica, eólica o ambas y las prácticas agrícolas inapropiadas entre otras, están poniendo en peligro el sustento de más de 1 000 millones de personas y si continúa el ritmo actual, el volumen de cosechas en África, por ejemplo, podría reducirse a la mitad dentro de los próximos 40 años.

En la **Foto 2.4** se puede observar los efectos devastadores del viento en terrenos de la Unidad Básica de Producción El Palmar. Provincia de Granma. Cuba.



Foto.2.4 Erosión Eólica en terrenos de la Unidad Básica de Producción El Palmar. Provincia de Granma. Cuba

La formación natural de dos centímetros de capa superficial de suelo puede tardar más de 1 000 años y esa misma cantidad puede ser erosionada en un solo aguacero o removida y trasladada por fuertes vientos.

En la **Tabla 2.7** se muestran los principales procesos degradativos que afectan a los del planeta, según datos de la FAO World Agriculture Towards 2010

**Tabla 2.7 Categorías y causas de la degradación de los suelos del planeta**

Degradación de los suelos. Categoría y causas					
Región	Categorías [millones de ha]				Total
	Erosión hídrica	Erosión eólica	Degradación química	Degradación física	
África	170	98	36	17	<b>321</b>
Asia	315	90	41	6	<b>452</b>
Sudamérica	77	16	44	1	<b>138</b>
América del Norte y Central	90	37	7	5	<b>139</b>
Europa	93	39	18	8	<b>158</b>
Australasia	3	-	1	2	<b>6</b>
<b>Total</b>	<b>748</b>	<b>280</b>	<b>147</b>	<b>39</b>	<b>1 214</b>
<b>Causa</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Deforestación	43	8	26	2	<b>384</b>
Sobrepastoreo	29	60	6	16	<b>398</b>
Prácticas agrícolas inapropiadas	24	16	58	80	<b>339</b>
Otras	4	16	10	2	<b>93</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Por estas causas, cada año el planeta pierde millones de hectáreas de tierra cultivable y de pastos.

La topografía es un importante factor para determinar la erosión del suelo, las prácticas de control de la erosión y las posibilidades de labranza mecanizada del suelo, y tiene una influencia primaria sobre la aptitud agrícola de la tierra.

Cuanto mayor es el ángulo de la pendiente de la tierra y la longitud de esa pendiente, mayor será la erosión del suelo. Un aumento del ángulo de la pendiente origina un aumento de la velocidad de escorrentía y con ello la energía cinética del agua produce una mayor erosión. Las pendientes largas llevan a una intensificación de la escorrentía, aumentando su volumen y causando así una erosión mas seria.

Además de los problemas de erosión, las áreas con pendientes agudas también presentan un menor potencial de uso agrícola. Esto es debido a la mayor dificultad o a la imposibilidad de la labranza mecánica y la utilización del transporte, en este tipo de pendientes. La labranza en estos casos puede además ser limitada por la presencia de poco suelo superficial.

Con la llegada de la civilización moderna se iniciaron de la mano del hombre las acciones más degradantes sobre el suelo, alterando o destruyendo su estructura e interrumpiendo el reciclado biológico de sus compuestos químicos.

En la **Tabla 2.8** se muestran los principales procesos degradativos que afectan a los suelos cubanos, según datos aportados por el Instituto de Suelos de Cuba.

**Tabla 2.8 Principales procesos degradativos de los suelos y superficie afectada en Cuba**

<b>Áreas afectadas por procesos degradativos.</b>		
<b>Procesos degradativos</b>	<b>Área Millones de ha</b>	<b>Área agrícola %</b>
Salinidad y Sodicidad.	1,00	14,0
Erosión (fuerte a media)	2,90	43,3
Mal drenaje.	2,70	40,3
Mal drenaje interno.	1,80	26,9
Baja fertilidad.	3,00	44,8
Compactación elevada (natural o provocada)	1,60	23,9
Acidez (pH en KCl < 6)	1,66	24,8
(pH en KCl < 4,6)	0,47	7,0
Muy bajo contenido de Materia Orgánica.	4,66	69,6
Baja retención de humedad.	2,50	37,3
Pedregocidad y rocosidad	0,80	11,9

(de ellas pedregosas y/o rocosas)	0,45	6,7
<b>Total</b>	<b>23,54</b>	

(Fuente Instituto de Suelos del Ministerio de la Agricultura de Cuba).

En las **Foto 2.5** y **2.6**, se muestran suelos vértigos agrietados, afectados por la sequía y salinidad en la provincia de Guantánamo al sur de Cuba. Esta provincia resulta una de las más afectadas por estos fenómenos en todo en país.



Fotos.2.5 Suelos afectados por sequía y salinidad. Provincia de Guantánamo. Cuba.



Foto.2.6 Grietas en suelo vértigos.  
(Fotos Instituto de Suelos de Cuba)

### **Transformación de los paisajes urbanos y rurales**

La transformación de los recursos paisajísticos está estrechamente ligada con el desarrollo mismo del hombre, desde que este comenzó a cambiar su forma de vida nómada - recolectora - cazadora, por una más sedentaria, en comunidades asentadas sobre todo en las riveras de los grandes ríos y lagos del planeta, a partir del Paleolítico, y con mucho más fuerza en el Neolítico, el hombre comenzó a influir progresivamente en la superficie del suelo. Ejemplo de esto resulta la conquista del bravo Oeste por los buscadores de oro y colonos en los Estados Unidos de América.

A la llegada de Cristóbal Colón en 1492, más de las  $\frac{3}{4}$  partes de la superficie del archipiélago cubano, estaba cubierta de bosques vírgenes. Con la llamada conquista llegó también la tala indiscriminada de árboles, aparejada a:

- La fundación de las primeras villas (Baracoa, Bayamo, Puerto Príncipe (Camagüey) y San Cristóbal de la Habana, entre otras).
- El floreciente negocio de construcción y reparación de barcos.
- El fomento de la agricultura y los hatos ganaderos, como formas para garantizar la alimentación de una población que aumentaba constantemente.
- El traslado de maderas preciosas hacia la metrópolis.

En menos de 200 años Cuba perdió 8 millones de hectáreas de bosques, con una alta diversidad de especies preciosas.

Con el desarrollo de la agricultura parcelaria extensiva, se produce la transformación de los ecosistemas arbóreos en agroecosistemas herbáceos, lo que trae aparejado:

- Cambio paisajístico.
- Disminución de la diversidad biológica.
- Paso del carbono de la forma reducida en que se encuentra en la madera a forma oxidada, contribuyendo a incrementar el efecto invernadero

Las transformaciones de los paisajes naturales del planeta (Cuba no resulta una excepción) se acrecientan día a día, con el aumento imparable de la urbanización, con la agricultura parcelaria y la cría extensiva de ganado de diferentes especies como forma de sustento, con las construcciones de todo tipo: aeropuertos, redes de caminos rurales para el trasiego de productos de/para la agricultura, grandes carreteras y autopistas, represas e hidroeléctricas, con las redes de canales para el trasiego de agua para sistemas de riego y otros usos, con el constantes movimiento de tierras con diferentes fines entre otras actividades.

La agricultura urbana en pleno desarrollo en pueblos y ciudades de Cuba, además de cumplir con su objetivo fundamental de suministrar hortalizas y vegetales frescos a las comunidades, aporta unos paisajes de gran belleza e interés cultural al aumentar el atractivo del entorno urbano, así como resultar refugio seguro para un sin número de especies.

El paisaje es un valioso recurso natural cuya gestión y protección requiere conocimientos y sensibilidad, con un valor pedagógico, que puede utilizarse para el aprendizaje y la formación estética de las presentes y futuras generaciones.



Foto.2.7 Transformación del paisaje por movimiento de tierra para una construcción en Canadá.  
(Foto tomada de Internet).

La sociedad, en suma, incide sobre el paisaje transformándolo y modificando su funcionamiento, para obtener de él los recursos necesarios que permiten el desarrollo económico. La manera y la velocidad con la que se extraen esos recursos es lo que provoca los desequilibrios.

### **Agricultura, Alimentación, Crecimiento Demográfico y Desarrollo**

El éxito de las formas de producción agrícola intensiva en los países industrializados, ha permitido que sus habitantes, dispongan de un suministro de alimentos abundante y variado. Situación totalmente muy diferente a lo que les ocurre a las inmensas mayorías que viven en los países del tercer mundo subdesarrollado.

En la actualidad la producción global de alimentos es suficiente para satisfacer las necesidades nutricionales de todo el planeta. Sin embargo, por la desigual distribución de los recursos alimenticios y del bajo poder adquisitivo generado por la pobreza, alrededor del 15 % de la población mundial padece de hambre y mal nutrición.

Estudios realizados por la FAO, alertan "(...) que para el año 2010 viviremos sobre la faz del planeta alrededor de 7,2 mil millones de habitantes, de ellos el 94 % vivirá en países en vías de desarrollo".

Para lograr el sustento y la seguridad alimentaria de esa creciente población, entre otras acciones, debe de duplicarse la producción actual de alimentos. Paradójicamente el mayor aumento se espera ocurra en África; continente que presenta el más bajo nivel de desarrollo a escala global, seguido de Latinoamérica y el Caribe.

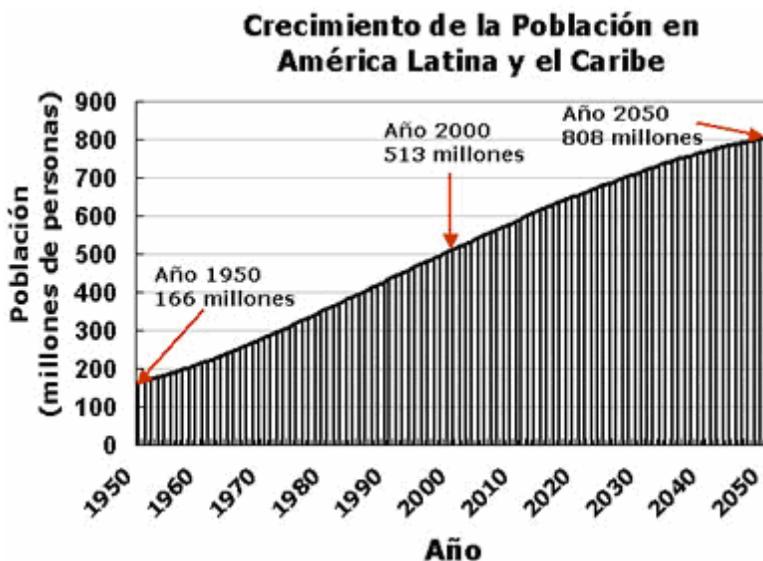


Fig. 2.2 Pronóstico estimado de crecimiento poblacional en América Latina y el Caribe hasta el año 2050

Friedrich Th. y Clarke L.J. de la Subdirección de Ingeniería Agrícola de la Dirección de Sistemas de Apoyo Agrícola de la FAO, plantean que“(...) *el crecimiento de la producción agrícola mundial ha bajado de un 3% en la década de los 60 a 2,4% en los años 70, a 2,2% en los 80 y se encuentra actualmente alrededor del 1,8%*”.

Con estos índices productivos, se está por debajo de la tasa de crecimiento poblacional en algunos continentes, por lo que no es difícil darse cuenta que el aumento del hambre, está a las puertas del futuro de la humanidad.

Para asegurar a la población africana el mínimo fisiológico de 2 100 kcal/día la producción agrícola debe crecer un 4% por año e históricamente en ese continente nunca se ha superado el 2%. La producción de cereales, se espera que decrezca de un máximo de 342 kg per cápita en los años 84/85 a 326 kg para el año 2010.

El éxodo hacia las ciudades, hace que la población rural, sea cada día más pequeña, debido a las difíciles condiciones a las que se enfrentan los agricultores principalmente en los países del tercer mundo, por lo que cada vez menos habitantes rurales van a

tener que alimentar a las crecientes multitudes urbanas; además el 70 % de los hambrientos del mundo vive en zonas rurales.

Según Legg (1993), en la **Fig. 2.3** se observa la cantidad de personas que teóricamente, puede alimentar un agricultor en dependencia de la fuerza de trabajo que utilice, ya sea manual, con tracción animal o a sangre o con el apoyo de la mecanización agropecuaria.

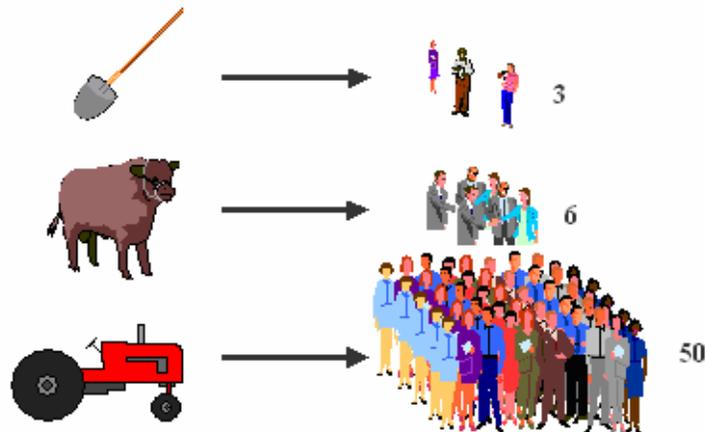


Fig. 2.3 Cantidad de personas que puede alimentar un Agricultor (Legg 1993)

De ello se infiere que para lograr producir la cantidad de alimentos que satisfaga las necesidades nutricionales de la creciente población mundial, debe de lograrse la complementación de todas las formas de energía disponible en el campo, correspondiéndole el rol principal a la mecanización, apoyada por tecnologías apropiadas, diseñadas para cada región, evitando extrapolar sobre todo a países tropicales, formas de producción que en otras latitudes resultaron beneficiosas, pero que en nuestros campos pudieran resultar a largo plazo un fracaso, con consecuencias devastadoras para el ambiente, los recursos naturales y los sistemas de producción; pero no se puede esperar alimentar a más de 7 mil millones de habitantes en el mundo regresando a una agricultura natural sin hacer uso de las tecnologías modernas, independientemente de que en la mayoría de los países industrializados (donde en cuestión de alimentación, lo tienen todo) se nota cada vez más una oposición a las modernas tecnologías.

La llamada agricultura sustentable, ecológica y de bajos insumos, basada en la producción de alimentos de forma natural, aunque necesaria, a nuestro juicio, resulta un tanto romántica para el tercer mundo, donde la realidad del hambre se impone día a día.

Friedrich Th. y Clarke L.J. plantean acertadamente “(...) *el reto es, aprovechar las tecnologías modernas eficientemente al máximo posible reduciendo al mismo tiempo los impactos negativos sobre el medio ambiente y los recursos naturales*”

Para lograr esto hace falta ante todo voluntad política de los dirigentes regionales, gestión y acceso a fuentes para el financiamiento, que permita ejecutar proyectos y programas para el desarrollo y un sistema educacional capaz de formar recursos humanos audaces y con conocimientos sólidos.

En el mundo actual, a pesar de tanto desarrollo tecnológico, se tiene que hacer frente paralelo a la contaminación ambiental y el desequilibrio ecológico, a la explosión demográfica, a la escasez de recursos, a la polarización de riquezas, los desajustes sociales y a otros graves problemas.

Es necesario, proclamar una política de modernización que busque una forma de desarrollo que concilie las necesidades de la población con la economía, el medio, los recursos naturales y que armonice los intereses actuales con los futuros.

### **Educación, formación, toma de conciencia y competencia ambiental.**

La Estrategia Ambiental Nacional plantea “(...) *La Educación Ambiental se considera un proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en el proceso de adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades y actitudes y formación de valores, se armonicen las relaciones entre los hombres y entre éstos con el resto de la sociedad y la naturaleza, para con ello propiciar la reorientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible*”.

La gestión con la comunidad y con los estudiantes de todas las enseñanzas desde la primaria a la universitaria, puede reportar positivos resultados en función de la educación ambiental. Las Casas del Medio Ambiente, los Ecoclubes y los Círculos de Interés Estudiantiles, desempeñan un rol fundamental en la formación ambientalistas de la nueva generación entre las formas posibles de educación y formación vocacional.

Especial atención se debe de prestar en la enseñanza universitaria, a la formación ambiental, la que debe de estar incluida de forma curricular en los planes de estudio de todas las carreras, no con asignaturas optativas, sino de forma obligatoria, además la

formación de valores sobre la necesidad de la protección del medio ambiente, debe de convertirse en actividad diaria en las aulas de los altos centros docentes, se impone la necesidad de crear en Latinoamérica una educación ambiental revolucionaria, transformadora de la realidad y comprometida con los pueblos, criterios ampliamente analizados en las IV Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en La Habana en el mes de Junio del 2003 en la que participaron más de 450 delegados de 25 países.

Los Organismos y Empresas, deben identificar las necesidades de formación en materia ambiental de todos sus trabajadores. Se debe exigir y garantizar que todo el personal cuya función, pueda generar un impacto significativo sobre el medio ambiente haya recibido una formación adecuada.

Las organizaciones deben establecer y mantener procedimientos para que sus trabajadores y miembros, en cada nivel o función, tomen conciencia de:

- La importancia del cumplimiento de la política ambiental y de los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental.
- Los impactos ambientales significativos, reales o potenciales, de sus actividades y los beneficios para el medio ambiente de un mejor desempeño personal.
- Sus funciones y responsabilidades en el logro del cumplimiento de la política y procedimientos ambientales, y de los requisitos del sistema de gestión ambiental, incluyendo los requisitos relativos a la preparación y a la respuesta ante situaciones de emergencia.
- Las consecuencias potenciales en caso de desviarse de los procedimientos de operación especificados.

El personal que lleva a cabo funciones que puedan causar impactos ambientales significativos debe haber adquirido la competencia y la conciencia necesarias, mediante una educación, formación y experiencia apropiadas.

### **La Sostenibilidad o Sustentabilidad necesaria**

A medida que va creciendo la preocupación por el impacto del quehacer humano sobre la biosfera, los términos sostenibilidad o sustentabilidad, se utilizan con más frecuencia.

Jiménez Díaz R.M. plantea “(...) el término sostenibilidad es utilizado con mayor

*frecuencia como un concepto ético amplio que implica opciones morales sobre diversos escenarios globales, tales como: el medio ambiente (conservación del hábitat y de la biodiversidad como respuesta a la sobre explotación, la contaminación y la degradación de los recurso naturales); la seguridad en la disponibilidad de materias primas industriales y combustibles fósiles; el crecimiento de la población; la protección de las generaciones futuras; el comercio mundial, etc.)*

En la agricultura el concepto de sostenibilidad, se basa en tres objetivos fundamentales con los que coinciden la mayoría de los autores:

- Conservación de los recursos naturales.
- Viabilidad económica.
- Equidad social.

En la Cumbre de la Tierra, celebrada en 1992 en Río de Janeiro. Brasil, 178 gobiernos adoptaron la Agenda 21 como una guía para promover el desarrollo sustentable o sostenible alrededor del mundo durante el siglo XXI. En la actualidad, la inmensa mayoría de las naciones han adoptado los programas de la Agenda 21 en búsqueda de la sustentabilidad. Pero la desigual distribución de las riquezas, las guerras de rapiña, el subdesarrollo y el hambre derivada de ellos, se mantienen como los principales flagelos que afectan a la creciente población del Tercer Mundo e incluso a poblaciones del norte desarrollado. Las economías no sustentables, están llamadas a su propia autodestrucción.

## CAPITULO III

### IMPACTO AMBIENTAL DE LA MECANIZACIÓN Y EL TRANSPORTE

**Nuestras tierras feracísimas, ricas en todo género de cultivos, dan poco fruto y menos de lo que debían, por sistemas rutinarios y añejos de sembrar y recoger que aun privan en nuestros países y por el uso de instrumentos ruines.**

**José Martí Pérez.**

#### **Efectos de la Mecanización y el Transporte sobre el Medio Ambiente.**

Los retos a los que se enfrentan los fabricantes de Maquinaria Agropecuaria en el mundo, están encaminados a dar respuesta a las necesidades fundamentales de los productores agropecuarios tales como:

- Reducción de los períodos de siembra o plantación.
- Aumento de la productividad de la maquinaria.
- Disminución de los costos de producción.
- Humanización del trabajo.
- Perfeccionamiento de los Procesos Tecnológicos de las máquinas existentes.
- Introducción de nuevas máquinas y disponer cada día de tractores más versátiles, capaces de suministrar la potencia requerida para accionar grandes y complejas máquinas agrícolas, a altas velocidades, bajo difíciles condiciones de explotación.
- Mayor vínculo de la actividad agrícola con el cuidado del medio ambiente.
- Sostenibilidad.



Fig. 3.1. Máquinas ingenieras, agrícolas, de transporte y la aviación usadas con frecuencia en zonas rurales.

Los efectos de la mecanización y el transporte motorizados sobre el medio ambiente no siempre han sido buenos, pero los daños pueden reducirse si estos medios se utilizan mejor. Las máquinas para la construcción (ingenieras), agrícolas autopropulsadas, cosechadoras, el transporte, la aviación agrícola y el tractor como unidad energética fundamental para el trabajo rural (**Fig. 3.1**), pueden producir un impacto negativo sobre el entorno ambiental, en ocho direcciones fundamentales:

- Contaminación sonora y vibraciones, producto del funcionamiento de motores de combustión interna (MCI) y procesos tecnológicos de máquinas y talleres.
- Contaminación atmosférica con hollín y gases producto de la quema (combustión) o evaporación de combustibles fósiles.
- Contaminación de aguas, suelos y productos de la cosecha a causa de roturas fortuitas, salideros de lubricantes, combustibles, plaguicidas, etc., así como por el trasiego de sustancias agresivas al medio y el lavado irresponsable de medios de transporte, tractores, fertilizadoras, máquinas fitosanitarias, etc., en ríos y otras fuentes de agua.
- Vertimiento irresponsable de lubricantes utilizados, combustibles y productos desengrasantes en los alrededores de talleres y parqueos.
- Compactación del suelo, por el uso de tecnologías inadecuadas e incorrecto empleo de medios mecanizados en la agricultura.

- Generación de grandes cantidades de polvo durante la preparación de suelos y cosecha.
- Deforestación, como consecuencia de la tala indiscriminada, para eliminar árboles que puedan interrumpir el trabajo de las máquinas y la aviación, así como para la construcción de autopistas y carreteras.
- Acumulación de grandes cantidades de chatarra y neumáticos inservibles, en áreas aledañas a los talleres para los servicios técnicos, donde proliferan gran cantidad roedores y mosquitos como el *Aedes aegypti*, vectores de enfermedades contagiosas como el Dengue entre otras.

En la **Foto 3.1** se puede observar una gran acumulación de neumáticos en desuso lo que corrobora lo planteado anteriormente.



Foto 3.1 Vertederos o basureros con enormes cantidades de neumáticos inservibles.

Dicho impacto se acrecienta, cuando se violan las normas establecidas para la utilización de estos medios técnicos y se realiza su explotación de forma incorrecta; como es el caso de la preparación de suelos con implementos activos como las fresadoras agrícolas, las que al ser utilizadas en suelos muy secos con una regulación incorrecta, desmenuzan en exceso la superficie del suelo, generando grandes cantidades de polvo, favoreciendo la erosión eólica e hídrica. **(Foto 3.2)**



Foto 4.2 Preparación de Suelo con Tractor YUNZ - 6KM y Fresadora Agrícola  
Obsérvese la gran cantidad de polvo que se genera.

Durante la cosecha mecanizada de la caña de azúcar, también, se genera una considerable cantidad de polvo y partículas, que se esparcen por el campo y contaminan la atmósfera (**Foto 3.3**).

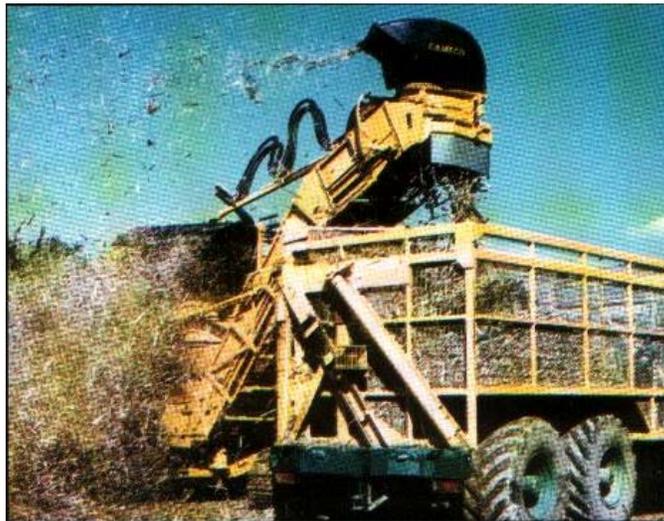


Foto 3.3 Cosecha Mecanizada de la Caña de Azúcar con sistema de cosecha CAMECO.  
Obsérvese la gran cantidad de polvo y partículas que se genera.  
(Fuente Revista Sugar y Azucar. Julio 1999)

### **Contaminación producto de la combustión de combustibles fósiles.**

Entre las fuentes fundamentales de contaminación atmosférica se encuentran:

- Fuentes fijas (industrias, plantas nucleares y talleres).

- Fuentes móviles (vehículos automotores, tractores agrícolas e industriales, aviones y barcos).

A nivel internacional, se incrementa considerablemente el uso del transporte y de la maquinaria para realizar la mayoría de las labores agrícolas, y al estar dotados estos equipos con motores de combustión interna consumidores de combustible fósil, contribuyen al calentamiento del planeta, en gran medida debido a las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) uno de los principales gases de efecto invernadero; además de aportar grandes concentraciones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), gases contaminantes que afectan en proporción directa, la salud, la economía y el medio ambiente; de ahí la importancia de mantener un control sistemático sobre las emisiones producidas por las fuentes de contaminación de origen tecnológico, considerando además una serie de factores que inciden en el desarrollo de los contaminantes en la atmósfera.

En dependencia del país, las fuentes móviles pueden aportar entre un 40 y un 80% del total de las emisiones antropogénicas de estos gases y otros como: compuestos de plomo e hidrocarburos sin quemar, sin contar que los gases de escape debido al transporte, tractores agrícolas e industriales resultan extremadamente molestos por originarse a nivel del suelo y no existir chimeneas de ventilación, ni estar en la mayoría de los caso separados por áreas de protección sanitaria, de las zonas residenciales rurales y urbanas como las industrias.

**Tabla 3.1 Cantidad de Tractores en Cuba por años, tipo y hectáreas de suelo cultivado.**

Indicador	Años					
	1958	1970	1980	1985	1990	2000
Tractores sobre esteras	1 000	8 300	4 700	5 700	7 000	7 000
Tractores sobre neumáticos	8 000	43 300	63 600	62 900	69 800	69 000
<b>Total</b>	<b>9 000</b>	<b>51 600</b>	<b>68 300</b>	<b>68 600</b>	<b>76 800</b>	<b>76 000</b>
Tractores por cada 1000 ha cultivadas	3,2	17,2	20,1	22,1	19,8	19,0

(Fuente datos del Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria de Cuba)

En Cuba por ejemplo, la cantidad de tractores agrícolas ha ido incrementando por años, en correspondencia con las necesidades del grado de desarrollo alcanzado, como puede observarse en la **Tabla 3.1**

La carencia de piezas de repuestos e insumos para la maquinaria y el transporte producto de la desaparición de la URSS y del Bloque de Países Socialistas de Europa del Este (principales suministradores), aparejado a la indisciplina tecnológica que se observa en muchos sectores y a los desastrosos efectos ocasionados por el férreo bloque comercial a que está sometida la economía cubana, ha llevado a que el estado técnico de muchos de los equipos en activo, no sea el mejor, lo que ha traído como consecuencia la emisión de grandes cantidades de sustancias contaminantes a la atmósfera generadas por los medios automotores. Sólo la consecuente política del Estado Cubano, respecto a la protección del medio ambiente ha logrado paliar los efectos negativos ante tales situaciones.

Pividal (2006) plantea *“(...) el transporte es el sector más contaminante de todos ocasionando más dióxido de carbono que la generación de electricidad o la destrucción de los bosques. En el mundo hay 500 millones de vehículos y en Europa Occidental se calcula habrá el doble para el año 2020, en los países en desarrollo el crecimiento será incluso más rápido”*.

Las zonas rurales, se ven beneficiadas y afectadas a la vez por la infraestructura vial (líneas férreas, red de autopistas, carreteras, caminos vecinales y viales entre plantaciones) constantemente utilizadas por el transporte de carga y pasajeros (individual y colectivo), los que van dejando a su paso, su carga contaminante, que será mayor o menor en dependencia de la intensidad del tráfico y del estado técnico de los vehículos; por ejemplo, según datos de fabricantes un auto ligero en buen estado técnico, puede emitir entre 189 y 275 g de CO<sub>2</sub> por kilómetro recorrido, un camión con motor diesel, consume alrededor de 33 kg de combustible por hora y libera aproximadamente 100 g de hollín, lo que es igual a producir alrededor de 4 kg de hollín por tonelada de combustible consumido. Está demostrado, que el hollín en concentraciones superiores a los 0,6 mg/m<sup>3</sup> de aire, es potencialmente cancerígeno al igual que el benceno y el asfalto con 0,0005 mg/m<sup>3</sup>.

Las autopistas o autovías, separan poblaciones de individuos evitándose el intercambio genético entre las distintas poblaciones. En España, por ejemplo, ese es uno de los principales motivos por los que el Lince Ibérico es el felino con mayor peligro de extinción en el mundo.



Foto 3.4 Pase de grada con tractor T -150 K.  
Obsérvese la cantidad de humo que va emitiendo.

Las máquinas agrícolas y los vehículos con motores diesel, consumen este combustible compuesto básicamente por carbono (C) e hidrógeno ( $H_2$ ). El diesel se combina con el oxígeno ( $O_2$ ) y nitrógeno ( $N_2$ ) del aire al producirse la combustión, si esta es ideal, los residuos generados no son tóxicos en su mayoría, pues se reducen a vapor de agua ( $H_2O$ ), nitrógeno ( $N_2$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ), aunque este último es uno de los responsables del efecto invernadero.

La combustión ideal no existe, pues factores como:

- Mezcla inadecuada de combustible-aire.
- Nunca se alcanza la temperatura eficiente en la cámara de combustión.

Entre otros, hacen que este proceso siempre resulte incompleto, con la consiguiente aparición de gases emitidos en dependencia del tipo de motor.

En vehículos que trabajan con gasolina, en los que la combustión se realiza con déficit de aire, se genera:

Monóxido de carbono.

Óxidos de Nitrógeno.

Compuestos Orgánicos Volátiles.

Material Particulado.

Los que trabajan con diesel generan:

Dióxido de Carbono.

Óxidos de Azufre.

Plomo.

Material Particulado.

El grado de opacidad del humo que sale por el escape de cualquier medio motorizado, depende de la concentración del material particulado, responsable del conocido humo negro, compuesto por:

- Carbono puro en suspensión.
- Hollín, sulfatos y nitratos.
- Partículas provenientes del desgaste de frenos y neumáticos.

En la **Tabla 3.2**, se muestran los valores límites de opacidad de los humos fijados para Cuba de acuerdo con el año de fabricación de los vehículos.

**Tabla 3.2 Valores límites de opacidad de los humos.**

Año	Evaluación %.		
	Bien	Leve	Grave
Hasta 1980	< 50	50 a 70	> 70
1981 a 1998	< 40	40 a 60	> 60
Posterior a 1998	< 30	30 a 50	>50

(Datos aportados por el Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

La responsabilidad del control de las emisiones, de gases de escape, recae sobre los **Centros de Revisión Técnica Automotor (CRTA)** pertenecientes al **Fondo para la Inversión Conservación y Administración Vial (FICAV)** del Ministerio de Transporte, durante el proceso de revisión obligatoria anual al que se somete a cada equipo a nivel nacional.

El instrumento utilizado es el Opacímetro (**Foto 3.5**), el cual acoplado a un ordenador, con el empleo del Programa Opacímetro (**Fig. 3.2**), permite la realización de las siguientes mediciones:

- Opacidad de los humos de escape.
- Temperatura de los humos (°C)
- Temperatura del aceite del motor (°C)

- Número de revoluciones del motor. (r/min)
- Además de construir las Gráficas de Opacidad (N) y la del Coeficiente de Absorción (k)



Foto 3.5 Empleo del Opacómetro Modelo LCS 2100.  
(Fotos cortesía Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

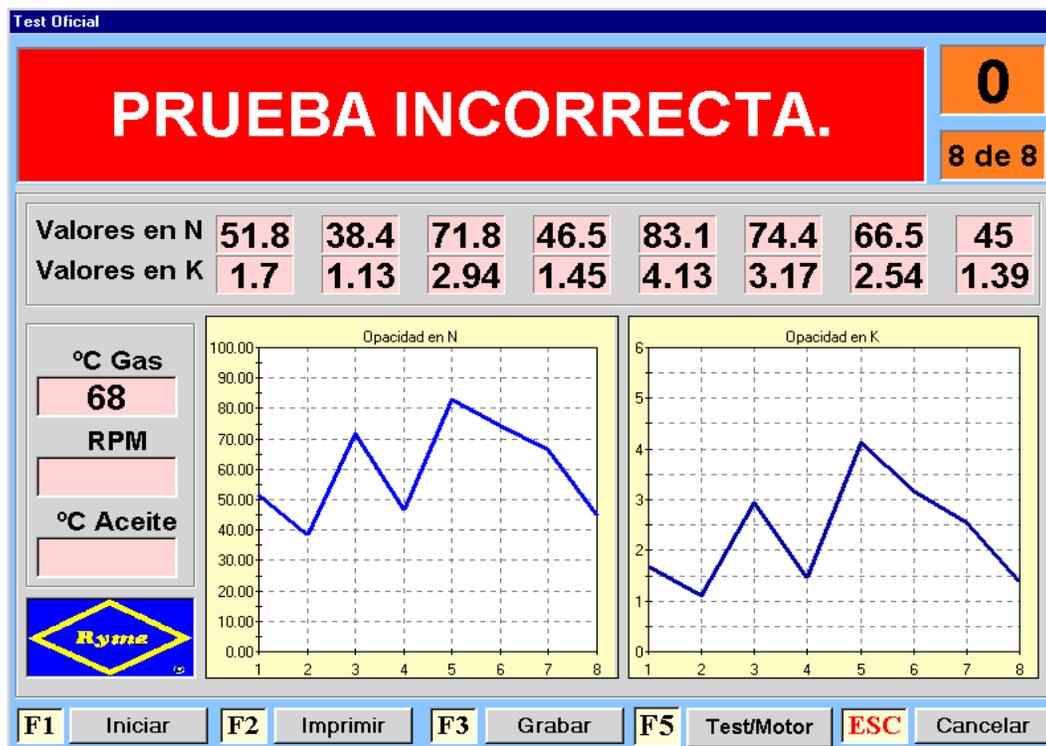


Fig. 3.2. Presentación en pantalla de los resultados según el Programa Opacómetro  
(Cortesía Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

La mayor o menor cantidad de gases emitidos al ambiente, depende de los siguientes factores:

- Tipo y calidad del combustible.
- Edad, tipo y estado técnico del motor.
- Frecuencia y rigor con que se realice el mantenimiento.
- Sistema de inyección y de encendido del combustible.
- Relación aire-combustible.

Los límites de concentración del Monóxido de Carbono emitido por los escapes de los motores que trabajan con gasolina fijados para Cuba, de acuerdo con el año de fabricación de los vehículos, se muestran en la **Tabla 3.3**, los que al igual que la opacidad de los humos, son controlados por los Centros de Revisión Técnica Automotor, pertenecientes al FICAV.

**Tabla 3.3 Valores límites de emisión de Monóxido de Carbono para Cuba.**

Año de fabricación	Evaluación %.		
	Bien	Leve	Grave
Hasta 1980	< 4,5	4,5 a 7,5	> 7,5
1981 a 1998	< 2,0	2,0 a 3,5	> 3,5
Posterior a 1998	< 1,0	1,0 a 2,0	> 2,0

(Datos aportados por el Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

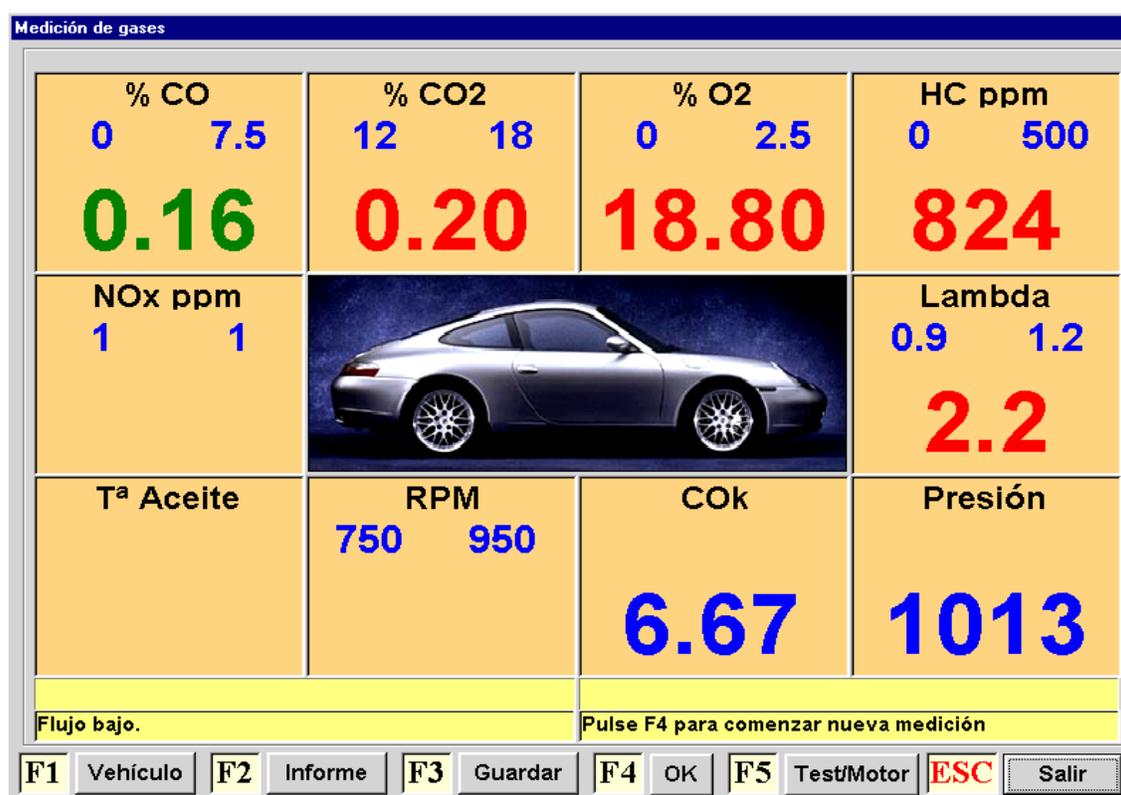
Para la realización de estas mediciones se emplea el Analizador de Gases modelo RY2004 de tecnología RYME (**Foto 3.6**).



Foto 4.6. Analizador de gases modelo RY2004 y modo de empleo.  
(Fotos cortesía Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

Con este instrumento acoplado a un ordenador con el Programa Analizador de Gases (**Fig. 3.3**) es posible realizar las siguientes mediciones:

- Concentración de monóxido de carbono.
- Concentración de oxígeno.
- Concentración de hidrocarburos inquemados.
- Concentración de óxidos de nitrógeno.
- Valor del coeficiente ( $\lambda$ ), entre el aire aspirado y el aire teórico necesario para una óptima combustión.
- Concentración de dióxido de carbono.
- Presión de la cámara de medición.



**Fig. 3.3** Presentación en pantalla del Programa Analizador de Gases.  
(Cortesía Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

Entre los años 2002 al 2005 en el Centros de Revisión Técnica Automotor de Holguín, se realizaron 38 791 revisiones a vehículos de la Región Oriental del país. Los resultados de dicho trabajo se presentan en la **Tabla 3.4** Comportamiento de las emisiones de gases en correspondencia con el tipo de combustible empleado.

**Tabla 3.4 Comportamiento de las emisiones de gases en correspondencia con el tipo de combustible empleado.**

AÑO	VEHICULOS REVISADOS	CON EMISIONES POR ENCIMA DE LA NORMA	TIPO DE COMBUSTIBLE			
			GASOLINA	%	DIESEL	%
2002	4 137	623	478	76.72	145	23.28
2003	9 901	1 906	1 373	72.04	533	27.96
2004	11 264	3 255	1 822	55.98	1 433	44.02
2005	13 489	3 910	1 876	47.98	2 034	52.02
<b>TOTAL</b>	<b>38 791</b>	<b>9 694</b>	<b>5 549</b>	<b>57.24</b>	<b>4 145</b>	<b>42.76</b>

(Datos aportados por el Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

Todos estos elementos contaminantes, muestran efectos nocivos sobre la salud humana y el medio, como se puede observar en la **Tabla 3.5**.

Como es natural, el tiempo de explotación y el estado técnico de los vehículos, resultan factores determinantes en la cantidad de gases y material particulado que se emiten a la atmósfera, al margen del tipo de tecnología utilizado por los fabricantes en la construcción de los motores y sistemas de suministro de combustible.

El tipo y la calidad del combustible desempeñan un rol fundamental respecto a las emisiones contaminantes, pues combustibles de baja calidad, resultan mucho más dañinos. Las gasolinas, por su alto contenido de plomo para elevar el número de octano, aportan mayor cantidad de gases contaminantes que el combustible diesel.

**Tabla 3.5 Efectos nocivos de los elementos contaminantes sobre la salud humana y el medio.**

<b>ELEMENTOS CONTAMINANTES</b>	<b>EFECTOS NOCIVOS</b>
Monóxido de Carbono (CO)	Reduce el oxígeno en la sangre lo que trae como consecuencia <b>problemas cardiacos</b> y respiratorios tales como <b>bronquitis, asma, laringitis y tos.</b>
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	Reaccionan con el vapor de agua atmosférico en presencia de la luz solar, transformándose en ácidos que se precipitan en forma de <b>lluvias ácidas.</b> Reaccionan con los hidrocarburos y forman <b>ozono</b> que a nivel del suelo daña las vías respiratorias. Tienen incidencia en el efecto invernadero.
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	Son hidrocarburos que pasan a la atmósfera en su estado original, unos emitidos inquemados por los escapes, otros productos de la evaporación del combustible. De forma general contribuyen a la <b>formación del smog:</b> mezcla de niebla con partículas de humo, formada cuando el grado de humedad en la atmósfera es alto y el aire está tan quieto que el humo se acumula cerca de su fuente. En presencia de la luz solar reacciona con los NO <sub>x</sub> y forma O <sub>3</sub> muy dañino a nivel de suelo. <b>El benceno provoca leucemia.</b>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Contribuye a la <b>formación del smog</b> , reduciendo la visibilidad natural, <b>irrita los ojos y el aparato respiratorio.</b> En zonas urbanas muy pobladas, <b>la tasa de mortalidad suele aumentar de forma considerable</b> durante períodos prolongados de smog. Es responsable del efecto invernadero
Óxidos de Azufre (SO <sub>x</sub> )	Se forman durante el proceso de combustión debido a la presencia de azufre en el combustible. Reaccionan con el vapor de agua atmosférico en presencia de la luz solar, transformándose en ácidos que se precipitan en forma de <b>lluvias ácidas</b> que envenenan ríos y lagos, dañan la vegetación, aceleran la corrosión, etc.
Plomo (Pb)	Procede del Tetraetilo o del Tetrametilo de plomo que se adiciona a las gasolinas para elevar su número de octano. Pintura, fabricación, reparación y servicio de baterías de acumuladores. Provoca <b>trastornos del aparato digestivo y cardiovascular</b> , serias <b>afecciones cerebrales</b> en todas sus formas: retarda el crecimiento, impide la concentración y ocasiona serias deficiencias intelectuales. Ocasiona la enfermedad conocida como <b>saturnismo.</b>
Material Particulado (MP)	Afectan el <b>sistema respiratorio</b> , principalmente los sulfatos.

(Datos aportados por el Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

En la **Tabla 3.6** se observan, las marcas de vehículos más contaminadoras en Cuba según los años de explotación, desde uno hasta ochenta años.

**Tabla 3.6 Marcas de vehículos más contaminadoras según los años de explotación.**

	AÑOS DE EXPLOTACIÓN												
	1 a 5			6 a 10			11 a 20			21 a 40			Cantidad Revisada
	Cantidad Revisada	Deficientes	%	Cantidad Revisada	Deficientes	%	Cantidad Revisada	Deficientes	%	Cantidad Revisada	Deficientes	%	
							144	38	26	77	18	23	
				1	1	100	1	0	0	3	0	0	1239
	53	10	19	182	55	30	29	6	21	1	0	0	
	1	0	0	3	0	0	3	2	67	14	10	71	273
							21	0	0	87	27	31	
	14	1	7	28	3	11	166	30	23	161	30	19	949
				4	0	0	423	116	27	838	223	27	269
				1	0	0	845	269	32	482	142	29	
	9	4	44	12	27	44	1289	366	28	555	169	30	
	134	76	57	117	257	45	1958	911	46	1470	633	43	
				4	1	25	343	123	36	403	185	46	
	27	4	15	34	7	21	75	25	33	17	3	18	
				6	0	0	99	25	25	121	32	26	
				4	0	0	437	120	27	234	43	18	
							194	72	37	105	35	33	
	49	22	45	33	13	39	602	153	25	740	176	24	8
				30	8	26	1248	304	24	2993	765	26	211
				118	34	29							
							32	11	34				
							235	54	23				
													98
													93
													488
													63
													125
	<b>265</b>	<b>117</b>	<b>44</b>	<b>577</b>	<b>406</b>	<b>70</b>	<b>8144</b>	<b>2625</b>	<b>32</b>	<b>8091</b>	<b>2491</b>	<b>31</b>	<b>3816</b>

(Datos aportados por el Ing. Aldo Artímez Ramos. FICAV Holguín)

## **Contaminación Sonora o Acústica.**

Originada por la incorporación al ambiente de un exceso de ruidos o sonidos que alteran las condiciones de vida y dañan la salud de los humanos.

Alamino Ortega (2004) en su trabajo del “Sonido al Ruido”, plantea “(...) *la contaminación sonora, se convierte cada día en una de las fuentes contaminantes que más perjudica la vida en las sociedades contemporáneas*”.

El sonido es una perturbación mecánica, que se propaga en forma de onda y se caracteriza por poseer:

- Frecuencia.
- Intensidad.
- Velocidad.
- Longitud de onda.

### **Frecuencia.**

Número de vibraciones (ciclos) por segundo experimentadas por el tímpano del oído al llegarle el sonido (entre 16 y 20 000 veces por segundo para los humanos). Las vibraciones que estén fuera de ese rango no son audibles, a las inferiores se les denomina *infrasónicas* y a las superiores *ultrasónicas*.

Se mide en Hertz (Hz = 1 ciclo/s)

### **Intensidad.**

Algunos autores la definen como: nivel de sonido. Y se puede determinar por la expresión:

$$I = 20 \frac{P}{P_0}$$

donde:

*I* - Intensidad o nivel de presión acústica.

*P* – Valor raíz cuadrático medio de la presión acústica, medida en un punto (Pa).

*P*<sub>0</sub> – Presión acústica de referencia. Igual a 20 (μ Pa).

**Tabla 3.7 Nivel de intensidad de algunos sonidos y ruidos**

Origen del sonido	Nivel de Intensidad (dB)
<b>Umbral de la sensación sonora</b>	<b>1</b>
Susurro de las hojas de los árboles	10
Conversación en voz baja	20
Radio funcionando a volumen normal	40
Automóvil en marcha moderada	50
Conversación ordinaria	65
Calle de mucho tránsito	70
Tren en movimiento	90
Máquina remachadora	95
Concierto de Rock	110
<b>Umbral de sensaciones desagradables</b>	<b>120 a 125</b>

(Tomado "Del Sonido al Ruido". Ortega Alamino D.de J. Revista Energía y tú. Abril – Junio 2002)

La intensidad de la onda sonora disminuye con el cuadrado de la distancia desde el emisor del sonido hasta el receptor u obstáculo que lo refleje. Para que una onda sonora se escuche, su intensidad, debe de sobrepasar un valor mínimo denominado *umbral de audición*, que resulta el valor más débil del sonido que puede ser percibido. (Tabla 3.7).

La intensidad disminuye según aumenta la distancia de la fuente.

En honor de Alexander Graham Bell, su unidad de medida es el *Bel (B)*, y se define como la sonoridad de un sonido cuya intensidad es diez veces el valor mínimo para producir la sensación que se ha denominado umbral. Como el *Bel* resulta una unidad muy grande se acostumbra a reportar los resultados en decibeles (*dB*), es decir la décima parte de un Bel ( $1/10 B$ ).

### Velocidad.

Indica la distancia que viaja la onda sonora en una unidad de tiempo (generalmente m/s).

Para el cálculo de la velocidad del sonido en el aire, se utiliza la expresión:

$$V_s = 331,3 + (0,607) \cdot t \quad \text{en m/s}$$

donde:

$t$  – temperatura en  $^{\circ}\text{C}$

Está demostrado que la velocidad en los sólidos, es mayor que en los líquidos y el aire, lo que puede observarse en la **Tabla 3.8**.

**Tabla 3.8 Velocidad del sonido en diferentes medios.**

Medio	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Velocidad m/s
Aire	20 <sup>0</sup>	344
Aire	0	331,3
Oxígeno	0	317,2
Plomo	20 <sup>0</sup>	1230
Hidrógeno	0	1286
Agua	15 <sup>0</sup>	1450
Aluminio	20 <sup>0</sup>	5160
Cobre	20 <sup>0</sup>	3560
Hierro	20 <sup>0</sup>	5130
Goma vulcanizada	0	54

(Fuente "Seguridad, Higiene y Control Ambiental". Letayf A. J. y González. C. 1994).

### Longitud de onda.

Representa la característica de una onda en el espacio, es la distancia entre dos puntos análogos de una onda a una frecuencia dada. Su valor numérico se puede determinar por la expresión:

$$\lambda = \frac{V_s}{f} = V_s \cdot T$$

donde:

$\lambda$  – Longitud de onda en m.

$V_s$  – Velocidad del sonido en m/s.

$f$  – Frecuencia en Hertz.

$T = \frac{1}{f}$  – Período en segundos. El período es el menor intervalo de tiempo en que un

punto de la onda sonora, pasa por dos compresiones o dos enrarecimientos sucesivos.

La velocidad del sonido en el aire es igual a 344 m/s con una frecuencia entre 20 y 20 000 Hz, correspondiéndole una longitud de onda entre 0,017 y 17.

La Organización Mundial de la Salud, la Organización Internacional del Trabajo y la Norma Oficial Mexicana NOM - I- 101/4 dan una definición muy acertada del ruido.

## **Ruido**

Todo sonido fuerte, desagradable o indeseable, generalmente de carácter aleatorio (sin ninguna armonía), que no presenta componentes de frecuencia bien definidos.

### **Clasificación de los ruidos.**

- Ruidos estables: registra variación de su nivel de presión acústica menor de  $\pm 2$  dB.
- Ruidos inestables: registra variación de su nivel de presión acústica superior de  $\pm 2$  dB.
- Ruidos sostenidos: no modificado independientemente de su presión acústica.
- Ruidos intermitentes: estable recurrente, alcanza niveles máximos de manera súbita, se mantiene y luego baja también súbitamente, repitiéndose después de una pausa.
- Ruidos pulsantes: estable recurrente, alcanza niveles máximos de manera súbita, se mantiene durante 1s y luego baja también súbitamente, repitiéndose después de una pausa.
- Ruidos fluctuantes: inestable, que se registra por un periodo mayor o igual a 1s.
- Ruidos impulsivos: inestable, que se registra por un periodo menor a 1s.

En dependencia de su intensidad, los ruidos pueden ser:

Intrascendentes, hasta los..... 60 dB.

Soportables, entre..... 65 a 80 dB.

Penosos, entre ..... 85 a 105 dB.

Muy penosos, entre..... 110 a 130 dB.

Irresistibles, mayores de..... 135 *dB*.

Generalmente las máquinas agrícolas, de construcción y el transporte, ocasionan un ruido sostenido. La magnitud de la presión acústica que producen depende de las características del proceso tecnológico que realicen, la potencia del motor, del estado técnico de este y de la eficiencia del trabajo del silenciador acoplado al sistema de escape, así como del grado de hermeticidad de la cabina, por ejemplo en un tractor sin la amortiguación de ruidos de la cabina el tractorista como promedio se somete entre 80 y 95 *dB*.

En los talleres, se remacha, martilla, solda, se realiza el maquinado y conformación de metales con máquinas herramientas de todo tipo, se practican pruebas de funcionamiento de máquina en vacío y de motores en ralenti o a potencia máxima, por los que los operarios, mecánicos y persona vinculado con la actividad, están sometidos prácticamente a todas las formas de ruidos posibles.

La evaluación del nivel de ruido, a la altura del oído de choferes, mecánicos y operadores de las máquinas agrícolas e ingenieras, perforadoras, medios de transporte en situaciones de trabajo, es uno de los factores prioritarios en los estudios ergonómicos y de seguridad que se realizan.

La Legislación Española, establece:

Los límites máximos de nivel sonoro en los ensayos de homologación para los tractores agrícolas y para los ciclomotores y vehículos automóviles de cilindrada no superior a cincuenta centímetros cúbicos:

Tractores agrícolas:

Con potencia hasta 200 C.V. (147 kW) DIN..... 89 *dB*.

Con potencia de más de 200 C.V. (147 kW) DIN..... 92 *dB*.

Ciclomotores y vehículos automóviles de cilindrada no superior a cincuenta centímetros cúbicos:

De dos ruedas ..... 80 *dB*.

De tres ruedas ..... 82 *dB*.

Para los tractores, ciclomotores y vehículos automóviles de cilindrada no superior a cincuenta centímetros cúbicos, de fabricación-serie, los límites máximos admisibles de nivel sonoro serán los indicados anteriormente aumentados en un *dB*.

El Sonómetro o Decibelímetro, es el instrumento utilizado para medir la intensidad sonora.

### **Afectaciones ocasionadas por el ruido.**

La exposición prolongada de los seres humanos a ruidos intensos, les puede ocasionar enfermedades profesionales de tipo psíquico y físico.

**Psíquico:** Irritación, elevación de la presión sanguínea, alteraciones del sueño, nerviosismo y fatiga en general.

**Físico:** lesiones del oído interno hasta llegar a la sordera (hipoacústica ocupacional), aumento de la frecuencia de la respiración y de la producción de jugos gástricos.

El deterioro permanente o temporal de la audición puede dar lugar a interferencias en las conversaciones, dificultar el trabajo y aumentar la posibilidad de accidentes dada la incapacidad de oír órdenes o señales de aviso o de peligro.

### **Efectos de las Vibraciones.**

Con el desarrollo de la mecanización se han multiplicado las fuentes generadoras de vibraciones: vehículos para el transporte, tractores, ferrocarriles, perforadoras de pozos para agua, martillos neumáticos, máquinas herramientas instaladas en fábricas y talleres, etc.

*“(...) Especial interés tienen las vibraciones desde 4 a 400 ciclos por segundo (cps); frecuencias no mayores de 3 cps casi nunca producen efectos adversos, pero a medida que aumenta la frecuencia de la vibración, varias partes del cuerpo reaccionan de modo diferente a la acción vibratoria, y así, frecuencias de:*

*4 a 12 cps hacen que las caderas, abdomen y hombros comiencen a resonar y produzcan una amplificación de la respuesta a la vibración*

*20 a 30 cps, el cráneo comienza a resonar, lo que disminuye la agudeza visual, disminución que se acentúa entre los 60 y los 90 cps, cuando los glóbulos aculares tienen tendencia a resonar con las fuerzas vibratorias”. Rodríguez Fernández (1981)*

El propio autor, también plantea *“(...) los efectos de las vibraciones producidas por el uso de herramientas mecánicas de mano (martillos y taladros neumáticos) que producen*

*vibraciones de menos de 60 cps, pero que pueden llegar hasta 100 veces la aceleración de la gravedad, y las de las pulidoras y bruñidoras, con frecuencias vibratorias de 170 a 180 cps y aceleraciones máximas de menos de los 15 g, se han estudiado en el hombre y comprobado que estos efectos se producen a distintos niveles de los miembros superiores. Por ejemplo el uso de herramientas pesadas de baja velocidad, a nivel de la mano, ocasionan microtraumatismos repetidos, que producen hiperexcitabilidad de los vasos, ocasionando un síndrome angioespástico, al final de la jornada, denominado síndrome de la mano muerta o dedos blancos, en el que los dedos índice, medio y anular aparecen pálidos y fríos por la isquemia. El descanso permite recobrar la normalidad”.*

Otras partes del cuerpo, como huesos, músculos, tendones y el oído, también se ven afectadas por la exposición prolongada de los seres humanos a las vibraciones, lo que en el peor de los casos puede conducir al desarrollo de enfermedades profesionales con consecuencias irreversibles.

La dirección de la vibración (vertical o longitudinal) y la posición del trabajador (sentada o parada) influyen en los efectos negativos de las vibraciones.

### **Efectos Negativos de la Labranza del Suelo.**

La topografía de los suelos arables y dentro de ella la pendiente, debuta como su más seria limitante, debido al alto riesgo de pérdidas por erosión. El aumento de las pérdidas, resulta directamente proporcional a la inclinación.

Las técnicas agrícolas modernas, plantean labores más rápidas y agresivas, aparejadas a elevados gastos en insumos, lo que ocasiona grandes alteraciones. Si bien los suelos son capaces de soportar algunas de estas afectaciones, con el tiempo su capacidad disminuye, degradándose y perdiendo su capacidad productiva.

Esta práctica, cuando se usa incorrectamente, puede producir un amplio rango de procesos degradativos como:

- Deterioro de la estructura del suelo.
- Erosión acelerada.
- Compactación.
- Cambios en la biodiversidad.
- Presencia de regímenes de humedad extremos.

- Disminución de la materia orgánica y nutriente por la modificación de los ciclos del agua, carbono y la mayoría de los elementos nutritivos para las plantas.

*“(...) El uso muy frecuente de la labranza convencional y su aplicación en momentos inadecuados (suelos muy secos o muy húmedos), en la mayoría de los caso, resulta una de las principales causas de su efecto degradante sobre las propiedades físico mecánicas del suelo, con la pérdida de la calidad natural del mismo”.* Lal et al. (1994).



Foto 3.8 Labranza Tradicional a Suelo Desnudo.  
Obsérvese la inversión del prisma de suelo con Arado de Discos ADI-3.  
Unidad Básica de Producción El Palmar Veguitas. Provincia de Granma. Cuba.



1

2

Foto 3.8 Influencia de la humedad en la calidad de la labranza.

1. Suelo trabajado en condiciones de óptima humedad (Tempero). Obsérvese la uniformidad de los terrones.
2. Suelo trabajado en condiciones de alta humedad. Obsérvese la compactación de los terrones.

### **Labranza convencional o tradicional**

Al realizarse a suelo desnudo (sin rastrojos o restos de cosecha), deja a los agregados del suelo, expuestos a los efectos degradantes de las lluvias y el viento. Su uso

prolongado y en la mayoría de las ocasiones, no realizarse con la adecuada humedad (Tempero entre 17 y 21 %), tiende a crear problemas como: formación de costras por la pulverización o terrones en la superficie y capas compactadas por debajo de esta, facilitando mayor susceptibilidad a la erosión por disminución del contenido de materia orgánica, entre otros. La propiedad física más afectada por la labranza es la estructura. Muchos autores, plantean que con el aumento de la velocidad de trabajo superior a los 4 km/h, en las labores de aradura, aparejado al aumento de la productividad de las máquinas, aumenta el consumo de energético y la acción degradativa de los órganos de trabajo sobre la estructura del suelo.

Las tecnologías inadecuadas de laboreo, la utilización de tractores, máquinas agrícolas y medios de transporte cada vez más potente y pesados en las labores de preparación de suelos, cultivo, fertilización, protección de las plantas, cosecha y transporte, incluyendo la utilización de los animales de tiro, irremediablemente produce la compactación de los suelos, la que dificulta la infiltración del agua de lluvia y de riego, disminuyendo el intercambio gaseoso, creando serios problemas en la germinación de las semillas y dificultades en el desarrollo del sistema de raíces de las plantas.

Millán H. y Orellana R. (2001) determinaron las fuerza extremas sobre la superficie del suelo de algunas máquinas agrícolas.

**Tabla 3.9 Fuerzas extremas sobre la superficie del suelo de algunas máquinas.**

Máquinas e Implementos	Marca y Modelo	Peso Neto (N)
Gradas de discos	Varios	80,000
Tractor con ruedas fanqueadoras	YUNZ – 6M	92,000
Tractor de arrastre	KOMATSU D- 85	200,000
Cosechadora	NEW HOLLAND L- 624H	129,000

(Fuente Millán. H y Orellana. R Mass fractal dimension of soil aggregates from different depths of a compacted vertisol. GEODERMA. 101(2001) 65-76)

Contrariamente a la creencia general, la labranza convencional a través de la creación de una baja densidad aparente en la zona de germinación, disminuye la porosidad del suelo, afectando la penetración del aire, al disminuir la continuidad de los macroporos.

Se estima que más del 25 % de la degradación de los suelos, es ocasionada por un manejo inadecuado, sobre todo por el uso intensivo del arado e incorrectas técnicas de irrigación. Aparte de la degradación y pérdida de suelo, la pérdida de agua probablemente es el problema más serio en el manejo de los suelo. La erosión hídrica es solamente un indicador de un suelo degradado que no está en condiciones de absorber el agua que sobre el cae. Durante este proceso, no se pierde solamente el suelo y sus nutrientes, se pierde también el agua, que se escurre por la superficie, entrando en los sistemas de desagüe y ríos, en vez de alimentar las fuentes de agua en las zonas donde se precipita, el ejemplo más representativo de la erosión hídrica es la formación de Cárcava (**Foto 3.8**).



Foto 3.9 Cárcavas en la Presa Cauto el Paso. Provincia Granma. Cuba.  
(Fotos Instituto de Suelos)

### **Quema de rastrojo y aradura.**

Está demostrado que estas dos prácticas, habituales en la **labranza convencional o tradicional** son extremadamente dañinas al medio.

La quema de rastrojos (actividad realizada comúnmente en todos los países) después de la cosecha, es responsable de la acelerada pérdida de carbono de la tierra, en forma de CO<sub>2</sub>, por la oxidación violenta que produce el fuego. Aparejado a esto, el arado ya sea de vertederas o discos, genera grandes pérdidas de materia orgánica y la disminución de elementos químicos indispensables para las plantas, pues en presencia de suficiente aire y humedad en el suelo, los rastrojos enterrados con el arado, se oxidan rápidamente, debido a que los microorganismos se nutrirán de ellos.

Este fenómeno implica también una pérdida rápida de carbono, que se libera a la atmósfera en forma de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>). Además puede generarse gas metano

(CH<sub>4</sub>), en condiciones anaeróbicas estrictas y/o facultativas, siendo ambos gases responsables del efecto invernadero

*“(...) La cantidad de rastrojo que se deja sobre el suelo es importante, pero también lo es su calidad. No todos los rastrojos tienen el mismo valor para la nutrición del suelo, por lo que es relevante considerar el contenido de lignina de las plantas ya cosechadas. La lignina es responsable directa de la formación de huminas en el suelo. Los rastrojos que más la aportan son los de cereales menores como triticale, centeno, trigo y los desechos forestales. Los rastrojos de leguminosas en general aportan escasa cantidad de lignina, con excepción del tallo de lupino, soya y otras leguminosas”.* Crovetto (1999).

Esta alarmante situación, han llevado en muchos países al desarrollo de la llamada **Agricultura de Conservación** con técnicas de preparación de suelos alternativas a las convencionales, menos agresivas, enmarcadas en el llamado **laboreo o labranza de conservación**, entre las que se destacan:

- Laboreo mínimo.
- Laboreo localizado.
- Laboreo vertical.
- Cero labranza.

La característica común y fundamental de todas estas formas de laboreo, es la utilización de los residuos de la cosecha anterior, dejándolos sobre la superficie del suelo para protegerlo y nutrirlo y la disminución al mínimo de las operaciones mecánicas, entre ellas la eliminación total de la inversión del prisma de suelo.

Para la aplicación de estas nuevas prácticas, se necesitan sólidos conocimientos y maquinaria apropiada, aunque se pueden buscar soluciones alternativas y de bajo costo con los equipos existentes.

### **Efectos Negativos del Riego.**

Según datos de la FAO, entre el 10 y el 15 % de las áreas bajo riego, sufren de acumulación de sales o están empantanándose, perdiendo así su potencial productivo.

La escasez de precipitaciones y por consiguiente de agua para regadío, hace que el uso del agua, para estos fines deba ser lo más eficiente posible, además el manejo o

explotación incorrecta de los sistemas de riego, puede conducir a la degradación de los suelos por erosión y a su contaminación por el uso de aguas de baja calidad.

La calidad del agua empleada para el riego, juega un papel determinante, pues independientemente de la fuente de la que provenga, contiene cationes de sodio, magnesio, calcio y potasio entre otros, así como aniones de cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonatos y otras sustancias, que se van acumulando en el suelo, contaminándolo (salinizándolo o acidificándolo), disminuyendo su permeabilidad y la capacidad de absorber los nutrientes, el pH no debe de sobrepasar de 8 para considerar el agua como de calidad. La suma de las cantidades de cationes y aniones debe de ser prácticamente igual.

Las máquinas para el riego, ya sean de pivote central o portadoras de sistemas, a su paso por los campos con elevada humedad, dejan una huella profunda en una zona fija, que puede dificultar otras labores, además de la compactación y la erosión hídrica que pueden ocasionar.

### **Influencias por la Utilización de Fertilizantes y Fitosanitarios.**

La presencia de materia orgánica en los suelos, correctamente manejada, generalmente es la clave de la fertilidad. Por la actividad de los microorganismos, la materia orgánica se transforma en elementos minerales, si este proceso se realiza de forma incontrolada se puede producir la mineralización, conduciendo a la: Nitrificación y Lixiviación de los suelos, procesos perjudiciales por su fitotoxicidad. La aplicación desmedida de fertilizantes minerales u orgánicos con el objetivo de aumentar las producciones o por desconocimiento, acelera estos procesos de degradación de los suelos y las aguas.

El uso y abuso de fertilizantes nitrogenados trae aparejado la aparición de metales pesados en el suelo y de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas, lo que provoca entre otros daños la eutrofización como ya vimos anteriormente, además del serio peligro que estos representa para la salud humana y los gastos excesivos en los que incurren empresas y agricultores independientes, lo que en la mayoría de los casos, conduce a la irrentabilidad de las cosechas.

El uso de estiércoles, purines y compost como abono orgánico, puede tener repercusión negativa sobre el medio y la salud humana, si se aplican sin tener en cuenta las fuentes

de procedencia y la calidad en su preparación, no deben aplicarse en períodos lluviosos y sin labor de enterrado, para evitar su lavado e incorporación a las fuentes de agua contaminándolas.

Lasterra R. A. *Plantea “(...) Uno de los argumentos usados por la industria química para justificar el uso de plaguicidas es que son indispensables para acabar con las plagas y aumentar la producción agrícola para combatir el hambre en el mundo, pero aunque hoy se utilizan 10 veces más que a finales de la década de los 40 la pérdida de éstas es casi el doble en países como EEUU. El problema del hambre no es la falta de alimentos sino la falta de acceso a ellos (muchos de ellos se exportan a los países ricos)”.*

Los plaguicidas utilizados por el hombre se dividen según su designación en:

- Insecticidas.
- Fungicidas.
- Herbicidas.
- Rodenticidas.

La peligrosidad en el manejo y utilización de estos productos, está basada en dos direcciones fundamentales:

- Todos son productos que en mayor o menor medida, resultan tóxicos para los humanos y animales, en dependencia de: su naturaleza (clorada, fosforada o carbonatada), concentración, manipulación y forma de aplicación.
- Contaminación de la atmósfera, suelos, aguas y productos agropecuarios (vegetales para el consumo humano y animal en primer lugar).

La falta de conocimientos, la indisciplina tecnológica y la incorrecta explotación de las máquinas para la aplicación y dosificación de estos productos, conducen con el tiempo, al surgimiento de daños ecológicos, al suelo y las aguas tanto superficiales como subterráneas, en la mayoría de los casos irreversibles.

Si bien el riesgo de un plaguicida está en su poder tóxico como cualidad natural de la sustancia, cuando se producen accidentes ya sea por contacto o ingestión hay que tener en cuenta el valor de la **Dosis Letal Media (DL<sub>50</sub>)** expresada en mg/kg de peso corporal. *“(...) La DL<sub>50</sub> es un estimado estadístico de la dosis necesaria para matar el 50 % de una proporción muy grande y representativa de especies de experimentación bajo condiciones determinadas”.* Ibarra (1981)

Un aspecto importante en el uso de estos productos, resulta que cada día, los consumidores de productos agropecuarios, están más sensibilizados sobre las cuestiones referentes a los residuos de plaguicidas en frutos y hortalizas, por ello el agricultor ha de ser cada vez más cuidadoso con las aplicaciones que efectúa, para evitarse problemas de rechazo a la hora de la comercialización de las cosechas. A nivel mundial se han establecido normas legales, fijando los **Límites Máximos de Residuos** para diversos plaguicidas que deben ser respetadas estrictamente.

**Tabla 3.10 Daños al Organismo Humano por el contacto con Plaguicidas.**

Producto	Afectación.
Atrazina	Inhibición de estrógeno Defectos de nacimiento Cáncer de pecho y mamas. Mortalidad y disminución de esperma. Afección al sistema inmunológico Disminución de peso Disruptor endocrino
Clorpirifos	Alteraciones neurotóxicas Defectos de nacimiento
Captan, Clorotalonil Lindano, Permetrina	Posibles cancerígenos en humanos: Afecciones al sistema inmunológico. Cambio en cromosomas en ovarios
Mancozeb:	Posible cancerígeno en humanos Defectos de nacimiento Daño al esperma. Disruptor endocrino
2,4-D:	Posible cancerígeno en humanos Mortalidad y disminución de esperma. Afección al sistema inmunológico Cambio en cromosomas en ovarios Disruptor endocrino
Glifosato	Reduce número de esperma y el lívido. Disruptor endocrinos
Bromuro de metilo:	Degeneración testículos Además de su influencia sobre el efecto invernadero.
Paratión metílico, Paracuat; Pentaclorofenol (conservador de la madera) Clordano, Carbofuran, Carbarilo	Afección al sistema inmunológico Disruptores endocrinos
Endosulfan, Alaclor, Trifluralina Simazina, Maneb, Benomilo	Disruptores endocrinos

Coscollá y Beltrán (1985) plantean“(...) que la cantidad de residuos que queda en la cosecha, depende de numerosos factores tales como: dosis aplicada, tipo de

*formulación, tipo de aplicación, condiciones climáticas y características propias del producto y los frutos”.*

Lo que se corrobora con lo planteado por Lasterra R. A. *“(…) Restos de plaguicidas, han sido detectados en 2 de cada 3 niños hijos de agricultores y en 4 de cada 10 que viven en una región agrícola. Se encontraron plaguicidas, y también otros contaminantes orgánicos persistentes como dioxinas, furanos y PCB, en la leche materna de mujeres de diversas partes del mundo”.*

Está demostrado que el contacto directo con los plaguicidas resulta extremadamente dañinos para el organismo humano, como se puede ver entre otros en la **Tabla 3.10**

### **MEDIDAS Y ACTUACIONES PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

En Cuba, país en vías de desarrollo, poseedor de escasos recursos naturales y con serias limitaciones económico-financieras, ocasionadas en su mayoría como resultado de un férreo bloqueo de más de 40 años, por parte de los gobiernos de turno de los Estados Unidos, se presta especial atención a la protección del medio ambiente en el contexto de una política de desarrollo consagrada en la obra revolucionaria iniciada en 1959, como expresión de lo cual, el Artículo 27 de la Constitución de la República postula: *“(…) El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza”*

A continuación enunciamos algunas medidas y actuaciones que se han tomado en el país o que su implementación es posible, para atenuar o eliminar los factores que provocan la contaminación ambiental.

Existe voluntad política, generalmente las limitaciones están en el orden económico-financiero y tecnológico.

## **ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.**

### **Protección de la Atmósfera (Capa de Ozono y Efecto Invernadero)**

- Sustitución de los líquidos refrigerante a base de Diclorofluorobromometano (Freon) por el refrigerante de producción nacional LB -12 u otros menos contaminantes.
- En el marco de la Revolución Energética (a partir del año 2006), sustitución de todos los equipos de refrigeración y climatización doméstica y comercial, altos consumidores de electricidad y que en sus sistemas trabajen con Freon.
- Suprimir escalonadamente la importación, producción y consumo nacional de Clorofluorocarbonos (CFC) y productos que los contengan.
- Ejecución de proyectos con financiamiento de la ONU por un monto de \$ 6,5 millones de dólares. Entre los que se destaca el proyecto para la transferencia de tecnología, que permita el montaje de una planta para la producción de inhaladores contra el asma sin el uso de freones.
- Eliminar la utilización del Bromuro de Metilo en la agricultura, sobre todo en el cultivo del tabaco.
- Aplicación del **Sistema de Aviso Temprano (SAT – O<sub>3</sub>)** para alertar a los productores agrícolas sobre el aumento en los niveles normales de concentración de ozono superficial o troposférico.
- Restablecimiento de superficies desgastadas mediante el uso de **compuestos Tribotécnicos como el NIOD**, cuya acción se fundamenta en el proceso de la **Difusión Iónica Dirigida**. La aplicación de esta tecnología permite: Incrementar la potencia hasta un 30 %, inhibir la transferencia térmica hasta un 350 %, reducción de ruido y vibraciones hasta un 50 %. Las rugosidades y asperezas de las superficies en roce disminuyen hasta niveles mínimos; al disminuir los coeficientes de rozamiento entre 4 a 15 veces, se ahorra combustibles hasta un 15 %, se disminuye el consumo de energía eléctrica hasta 15% y se reducen las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera hasta en un 80 %.
- Utilización del nuevo material derivado del almidón de maíz, denominado **Biotred** como reemplazo al negro de carbón y la sílice en los procesos de fabricación y recape de neumáticos. El uso de este producto, conlleva una a significativa reducción en la

resistencia al rodaje de los neumáticos, disminuyendo el consumo de combustible del vehículo y la emisión de CO<sub>2</sub>.

- Implementación de Tecnologías de Producción Limpia.
- Aplicación de políticas acertadas sobre el uso y proliferación del transporte colectivo sobre el individual.
- Establecer Normas, Control y Revisión Técnica Automotor para reducir el gasto energético y la contaminación atmosférica, dentro de ellas instauración y perfeccionamiento de la Red Nacional de Centros de Revisión Técnica Automotor (CRTA) pertenecientes al Fondo para la Inversión, Conservación y Administración Vial (FICAV), conocidos popularmente como Somatón.
- Utilización de medios de transporte que utilicen combustibles alternativos, menos agresivos al medio ambiente.
- Utilización de tecnologías de punta en medios de transporte, como es el caso del Turbulating Atomizer Diesel Gas Emission Reducer (**TADGER**).

### **Aplicación del Sistema de Aviso Temprano (SAT – O3)**

Cuba cuenta con un sistema de aviso temprano, para alertar a los productores agrícolas sobre el aumento en los niveles normales de concentración de ozono troposférico (+ de 70 µg/m<sup>3</sup> de aire), el cual se activa con cinco días de antelación, lo que posibilita la toma de decisiones oportunas, que permitan disminuirlas siendo los cultivos de papa, tomate, ajo, cebolla y tabaco los más beneficiados hasta la fecha.

### **Utilización del Turbulating Atomizer Diesel Gas Emission Reducer (TADGER™) en Cuba.**



El **TADGER™** según los datos aportados por su fabricante, el Grupo Canadiense "*TADGER GROUP INTERNATIONAL*", radicado en Grimsby, Ontario, es un dispositivo que ayuda a la reducción de las emisiones de gases contaminantes de los motores de gasolina y diesel. Patentado y fabricado de una aleación de Bronce 360 y Aluminio 6061-T6, ambos materiales con características anticorrosivas y antioxidantes.

En las gasolinas y el diesel, las moléculas carburantes no son homogéneas y están unidas unas a otras por tensión superficial, incluso cuando son inyectadas (atomizadas), en los cilindros del motor, manteniéndose así miles de ellas agrupadas en pequeñas gotas o aglomerados lo que ocasiona que las externas aíslen de cierta manera a las interiores de la eventual exposición a la combustión en presencia del oxígeno. En el momento de la combustión, los átomos de oxígeno atacan a los hidrocarburos, quemando las moléculas más exteriores de las gotas para, producir agua y dióxido de carbono (combustión completa) y energía para mover el vehículo. Las moléculas alejadas de la superficie de los aglomerados de hidrocarburos, no reciben tanto oxígeno y si arden o combustionan lo hacen incompletamente, produciendo hollín y monóxido de carbono. Algunas moléculas no entran en contacto con el oxígeno y son expulsadas sin combustionar por el sistema de escape de gases del vehículo.

Al instalar el **TADGER™** (Foto 3.10) en el sistema de alimentación del vehículo, antes de la bomba de inyección o el carburador, su acción, reduce el tamaño de las gotas o aglomerados, provocando una mayor área superficial la que al interactuar con el oxígeno, facilita que se produzca una combustión más completa y eficiente. Con el uso de este dispositivo, no se añade nada al combustible, sólo se crea una turbulencia controlada en su flujo.



Foto 3.10 Instalación del dispositivo **TADGER™** en diferentes tipos de motores.  
1. En motor Diesel. 2. En motor de Gasolina

A partir del 12 de Octubre del 2005 se iniciaron pruebas para su introducción el mercado cubano en las siguientes empresas: Cervecería BUCANERO S.A., Ómnibus de GAVIOTA, Vehículos ligeros y medianos de SERVISA, ASTRO, transportación

interprovincial, Vehículos ligeros de CESIGMA S.A., Consejo de Estado, Polo Científico, TRANSTUR, Ministerio del Turismo, Poder Popular, Ciudad Habana, TRANSMINAZ, Grupo Empresarial.

Los resultados preliminares manifiestan un incremento de 6 a 9% en la eficiencia, lo cual se traduce en un ahorro de combustible a ese nivel y una reducción en las emisiones de gases nocivos a la atmósfera.

Los resultados de las pruebas realizadas por el fabricante, se muestran en la **Tabla 3.11**

**Tabla 3.11 Reducción de las emisiones de gases contaminantes y consumo de combustible con el uso del TADGER™.**

Contaminantes	Reducción de Emisiones. %	
	Motores	
	Gasolina	Diesel
Monóxido de Carbono.	9 a 100	9 a 10
Dióxido de Carbono.	0,7	1,4
Óxidos de Nitrógeno.	5 a 94,1	3 a 10
Material Particulado.		5,5
Hidrocarburos.	3 a 86	
<b>Reducción del Consumo de Combustible.</b>	<b>3,5 a 7</b>	<b>1,5 a 9,9</b>

En Cuba los servicios de **TADGER™** para motores de Gasolina ó Diesel se realizan, llave en mano, a través de la División de Ingeniería Ambiental de CESIGMA S. A.

### **Utilización de Combustibles Alternativos**

En la confección de esta parte del trabajo, hemos tenido en cuenta los criterios contenidos en las conferencias del Dr. Ing. Francisco Pividal Grana del Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte de la República de Cuba, las que gentilmente nos facilitó el Ing. Aldo Artímez Ramos, Director Comercial de FICAV en la provincia de Holguín.

Consumir sólo lo necesario, adoptar nuevas costumbres menos derrochadoras y desarrollar nuevas fuentes renovables y alternativas de energía, es el único camino posible a tomar fundamentalmente en los países desarrollados, aunque son prácticas

que no deben de verse como ajenas en las naciones del tercer mundo en vías de desarrollo. No resulta ningún secreto que las reservas conocidas de petróleo comenzarán a agotarse a partir del año 2050 y que al gas natural y al carbón les que un poco más de vidas, pero que también están llamados a agotarse. Aparejado a la insoslayable necesidad de disminuir y eliminar las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes producto de la quema de los combustibles convencionales.

Ante el hombre se yergue imperiosa, la necesidad de comenzar a utilizar otras fuentes de energía y otros combustibles a los que se les denomina combustibles alternativos, al no pertenecer al grupo de los combustibles convencionales como la gasolina, el diesel o el carbón.

Los combustibles Alternativos se agrupan en tres grandes grupos:

De origen fósil, Renovables (obtenidos de la Biomasa) y Limpios

- I. De origen fósil
  - Gas Natural Comprimido (GNC)
  - Gas Licuado de Petróleo (GLP)
  - Diesel Limpio y Gasolina sin Plomo.
- II. Renovables (obtenidos de la Biomasa)
  - Metanol.
  - Etanol.
  - Biogás.
  - Biodiesel.
  - Biocombustibles Sólidos.
- III. Limpios
  - Electricidad.
  - Hidrógeno.

### **Gas Natural Comprimido (GNC)**

También conocido como CNG por sus siglas en ingles, resulta el más ecológico y económico de los combustibles alternativos utilizados a nivel mundial. Es el único

combustible fósil cubano que puede ser empleado en el transporte. Su utilización es cada día más amplia por presentar una serie de ventajas, tales como:

### **Ventajas:**

- El procesamiento industrial, sólo se limita a su compresión en cilindros para almacenamiento.
- Reducción sustancial de los gastos de mantenimiento.
- Puede ser utilizado tanto en motores Diesel como de Gasolina.
- Resulta el más ecológico de los combustibles fósiles a nivel mundial.

### **Desventajas:**

- Su utilización, requiere una inversión inicial en cilindros para el almacenaje comprimido y montaje de una planta para la realización del proceso.
- Los cilindros para el almacenaje adicionan peso a los vehículos.
- Ligera reducción de la autonomía de los vehículos.

Los vehículos que emplean de forma conjunta diesel y GNC, se conocen como de **Sistema Dual**, los que emplean de forma alternativa gasolina y GNC, se conocen como **Bicarburentes** y los que sólo emplean GNC, se conocen como **Dedicados**.

En la **Tabla 3.12** se puede observar el empleo del Gas Natural como combustible en el transporte a nivel mundial.

**Tabla 3. 12 Empleo del Gas Natural como combustible en el Transporte a Nivel Mundial.**

<b>País</b>	<b>Cantidad de vehículos</b>	<b>Cantidad de estaciones para el suministro</b>
Argentina	462 186	830
Italia	320 000	320
Estados Unidos	90 000	1 250
Brasil	60 000	55
Rusia	30 000	208
Venezuela	27 542	151
Canadá	20 505	222
Nueva Zelanda	12 000	100
Japón	6 684	107

Fuente conferencias del Dr. Francisco Pividal Grana.

Para la conversión de los motores convencionales en motores de GNC, se necesita entre otros los siguientes medios:

- Mezclador.
- Mangueras de conexiones.
- Conmutador.
- Tubería de alta presión.
- Cilindros para el almacenamiento
- Regulador de presión.

En Cuba a pesar de las serias limitaciones económicas por las que atraviesa el país, más de 100 vehículos, utilizan este combustible para su funcionamiento. Existen dos puntos de suministro (Servigas) en Ciudad de la Habana y se trabaja en un ambicioso proyecto para su empleo, al contarse con reservas de gas natural a todo lo largo del país.



Foto 3.11 Estación de suministro de GNC “Servigas” en Ciudad de La Habana.  
Foto tomada de conferencias del Dr. Francisco Pividal Grana.

### **Gas Licuado de Petróleo (GLP).**

Al Propano se le conoce comercialmente como Gas Licuado de Petróleo, siendo empleado hoy por más de 4 millones de vehículos en el mundo. Resulta un combustible que comprimido garantiza una mayor autonomía de los medios de transporte que lo utilicen.

En Cuba es muy conocido por su uso como combustible doméstico. Los vehículos que lo reparten a domicilio, lo usan también como fuente de energía para su locomoción. En la **Tabla 3. 13** se muestra los países que más emplean el Gas Licuado de Petróleo como combustible en el transporte.

**Tabla 3. 13 Empleo del Gas Licuado de Petróleo a Nivel Mundial**

País	Ventas (T)	Cantidad de Vehículos	Cantidad de estaciones para el suministro
Corea del Sur	1 786 000	401 000	525
Japón	1 693 000	300 000	1 722
Australia	1 240 000	490 000	3 200
Italia	1 198 000	1 100 000	1 702
EEUU	1 198 000	271 000	3 500
Canadá	512 000	135 000	3 500
México	400 000	175 000	1 000
Holanda	363 000	733 000	2 200
CEI	350 000	75 000	300
Polonia	295 000	310 000	700

Fuente conferencias del Dr. Francisco Pividal Grana.

La utilización de este gas como combustible, trae aparejadas las siguientes ventajas:

Ventajas:

- Reducción del 70 % de los gases contaminantes que salen del escape y 60 % en el nivel de ruido.
- Su empleo requiere sólo de adaptaciones ligeras en los motores actuales.

Desventajas:

- Su reducida disponibilidad limita su uso generalizado
- No es renovable por su condición de combustible fósil.

### **Diesel Limpio.**

Consiste en reducir el azufre, de 550 partes por millón (ppm) que puede tener el combustible, a 15 ppm. Por los elevados costos del proceso, las empresas petroleras

plantean considerar llevarlo hasta 50 ppm y que el resto quede a cargo de los convertidores catalíticos.

### **Biocombustibles sólidos.**

Por lo general se emplean residuos agrícolas e industriales en un proceso de quema directa. Su limitado poder calórico y baja densidad volumétrica obligan a emplear técnicas de compactación y briqueteado. Su aplicación en el transporte está prácticamente limitada al ferrocarril. Resulta una alternativa energética de carácter local y en el caso de Cuba pudiera generalizarse en la utilización de los residuos de la industria agroazucarera.

### **Etanol como combustible.**

Fue muy empleado durante la II Guerra Mundial. Conocido como Mofuco, Gasohol etc, se obtiene a partir de la destilación de jugos ricos en azúcares de caña, maíz, remolacha, yuca, sorgo dulce y otros. Puede ser empleado de la siguiente forma:

- Como combustible puro al 100%.
- En mezclas con gasolina o diesel entre el 10 y el 15%.
- Como aditivo antidetonante en gasolinas.

### **Ventajas:**

- Combustible renovable.
- Factibilidad de su aplicación tecnológica.
- La utilización de la vinaza (residual obtenido en el proceso de destilación), como fertilizante líquido en muchos cultivos puede producir un efecto ambiental favorable.
- Carácter antidetonante.

### **Desventajas:**

- Costo por unidad de volumen superior al diesel.
- Relativamente bajo poder calórico.
- Puede producir tranque de vapor.

- En el proceso de destilación, se generan grandes cantidades de vinaza (10 a 13 litros por litro de etanol), lo que pudiera incrementar la contaminación de fuentes superficiales y subterráneas de agua potable con este residual
- Como Agrocombustible su obtención, al competir con la producción de alimentos, puede ocasionar serias dificultades alimentarias en los países subdesarrollados, así como incrementar los efectos devastadores del monocultivo.

A nivel internacional el uso del etanol, se ha comportado de la siguiente forma

- Mezclas de alcohol anhidro + gasolina.
- Mezclas de alcohol hidratado + gasolina.
- Conversión de motores de gasolina a motores para alcohol.
- Diseño y construcción de motores para trabajar con alcohol.
- Mezclas de alcohol + diesel.
- Conversión de motores diesel a motores para alcohol.

A nivel mundial, el programa más grande, lo inició Brasil en 1975 denominado Proalcohol. En 1989 ese país, produjo más de 13 millones de m<sup>3</sup> a partir de la caña de azúcar sembrada con ese fin, su producción en los últimos años, se encuentra entre los 17 000 y 18 000 millones de litros/año, según datos aportados por Fidel Castro en sus reflexiones publicadas en el periódico Granma el 15 de mayo del 2007.

EE. UU produjo 3 millones de m<sup>3</sup> de alcohol de maíz en 1987. El 7% de la gasolina vendida ese año estaba mezclada con etanol, en proporción entre 1 y 9%.

Suecia, Alemania, India, Kenya y Zimbabwe, entre otros, han ejecutado programas al respecto.

En Cuba, se han realizado varios estudios de mezclas con Gasolina y Diesel lográndose resultados positivos; su aplicación a gran escala está sujeta políticas gubernamentales de desarrollo.

En la **Tabla 3. 14** se muestran los resultados del estudio realizado en Cuba sobre el empleo de mezcla de Alcohol Hidratado + Gasolina entre los años 2000 y 2003

**Tabla 3. 14 Estudio sobre el empleo de mezcla de Alcohol Hidratado + Gasolina en Cuba.**

Indicador	UM	Años			
		2000	2001	2002	2003
Vehículos	U	11	15	18	83
Consumo Alcohol	L	1 903	5 758	13 659	16 084
Consumo mezclas	L	10 904	26 013	60 722	66 994
Distancia Recorrida	Miles de km	87, 3	273, 5	523, 7	576, 2
Alcohol empleado Técnico A al 25%					

Fuente conferencias del Dr. Francisco Pividal Grana.

En la **Foto 3.12** se observan, detalles de un motor adaptado para trabajar con Alcohol Hidratado (Técnico B al 25 % + Diesel).



Foto 4.12 Motor para el empleo del Alcohol Hidratado (Técnico B al 25%) + Diesel  
Foto tomada de conferencias del Dr. Francisco Pividal Grana.

### **Metanol como combustible.**

Denominado comercialmente Alcohol Metílico o de madera, su obtención se logra a partir de la destilación del líquido que se resume de la madera por efecto del calor. Su obtención en cantidades industriales se logra por la hidrólisis del metano y en ese caso no resulta renovable. Sea uno u otro su origen, existe una amplia experiencia internacional (Brasil, EEUU, Canadá, Alemania, Suecia), en su utilización como combustible en vehículos automotores.

En Cuba, se han realizado algunos estudios al respecto, existiendo una experiencia interesante sobre su empleo como portador del H<sub>2</sub> en un auto Volga.

**Ventajas:**

- Renovable según su origen.
- Factibilidad de su aplicación tecnológica.
- Efecto ambiental favorable.
- Carácter antidetonante.

**Desventajas:**

- Alto costo de producción.
- Alta toxicidad.

**Biogás.**

Se obtiene a partir de la descomposición de la materia orgánica (60 a 70% de CH<sub>4</sub> y 30 a 40 % de CO<sub>2</sub>). Esta descomposición espontánea, impacta negativamente sobre la atmósfera. De forma controlada tiene múltiples usos como combustible, para el alumbrado, la cocción de alimentos, etc. Todo este proceso tiene lugar en un reactor bioquímico conocido comúnmente como BIODIGESTOR o simplemente DIGESTOR. Los digestores se pueden construir de formas diversas, condicionadas al usos que se les va a dar al combustible que sale de ellos, a las características de las materias primas, a las condiciones económico - sociales del lugar, etc., los más conocidos, resultan los de Flujo-pistón, el modelo Indio y el modelo Chino.

La tecnología del biogás es una tecnología sin residuos, pues todos los productos y subproductos se aprovechan. A continuación se relacionan los principales productos de la digestión y sus aplicaciones:

Como combustible:

- Cocción de alimentos.
- Iluminación.
- Calentamiento de pollitos y cerditos.
- Incubación de huevos.

- Refrigeración.
- Motores de combustión interna.

Como agentes químicos:

- Conservante de granos.
- Fertilización de algas.

Lodo y líquidos:

- Mejorador de suelos (biofertilizante).
- Control de plagas y enfermedades en los cultivos.
- Fertilizante foliar.
- Alimento animal.
- Piscicultura.
- Lombricultura.
- Cultivo de hongos comestibles.

Para aplicarlo al transporte es necesario extraerle el CO<sub>2</sub>, resultando un gas con una composición superior al 90% de CH<sub>4</sub>.

Al existir materia prima abundante, en Cuba se realizan investigaciones sobre su utilización.

Ventajas:

- Obtenerlo por vía controlada, reduce la emisión de GEI.
- Aplicado al transporte, reduce contaminantes de escape.
- Resulta una solución local, no sólo ecológica sino también económica.

Desventajas:

- Reducida autonomía para los vehículos.
- Solución puramente local.

## **Biodiesel.**

Combustible similar al diesel, obtenido a partir de la reacción de un aceite vegetal con un alcohol en presencia de un catalizador.



### **Ventajas:**

- Puede emplearse puro sin realizar adaptación alguna en los motores, aunque generalmente brinda los mejores resultados en mezclas del 20 al 30 % de Ester con 70 a 80 % de diesel común.
- No requiere modificar la infraestructura.
- Renovable con un efecto ambiental positivo.

### **Desventajas:**

Su producción a gran escala, pudiera crear conflictos sociales, si se considera que se utilizarían con otros fines, materias primas destinadas a realizar producciones para el consumo humano.

En España para su obtención, se utiliza preferentemente el aceite de Girasol, en EE. UU en de Soya, en Filipinas el de Coco y en el resto de Europa el de Colza.

En Cuba a partir de oleaginosas no se prevé su producción como una posibilidad a gran escala, sin embargo hace años se iniciaron ensayos con semillas de Higuiereta y Piñón de Botija, planta que se utiliza para contrarrestar los efectos de la desertificación, en la provincia Granma en el Municipio de Bartolomé Masó, se encuentran plantadas de forma experimental 4 ha.

## **Hidrógeno como combustible.**

Es el elemento combustible más abundante en el planeta y el que posee el más alto contenido de energía por unidad de peso. Su combustión es completamente limpia, pues emite vapor de agua como único residuo. Resulta un elemento renovable, condición que se logra de forma espontánea al cumplirse el ciclo hídrico.

### **Ventajas:**

- No es tóxico.
- No es contaminante.
- En caso de derrame se dispersa muy fácilmente.

### **Desventajas:**

- Su obtención industrial requiere de un proceso altamente consumidor de energía.
- Su almacenamiento y transportación son procesos complejos y costosos, por lo que no se logra su producción a precios comerciales.

Durante años, innumerables entidades han trabajado en su aplicación en los motores convencionales de combustión interna (MCI), sin lograr resolver los problemas de almacenamiento y transportación.

En Cuba, entre 1985 y 1987, se realizaron investigación al adaptar a este tipo de combustible un vehículo Volga-24, en el que se ejecutaron ensayos de campo, con resultados satisfactorios.

En los últimos años se ha producido un giro casi absoluto a su aplicación mediante las células de combustible, las que proporcionan electricidad a partir del H<sub>2</sub>.

### **Vehículos eléctricos.**

Los primeros vehículos eléctricos datan de principios del siglo XX, pero sus reconocidas desventajas como son: exceso de peso y limitada autonomía fueron decisivas por décadas para impedir su construcción.



Foto 3.13 Microbús de propulsión eléctrica en España.  
Fuente conferencias del Dr. Francisco Pividal Grana.

El descubrimiento de la célula de combustible, que proporciona electricidad a partir del  $H_2$  y la propulsión híbrida sirven de soporte a su implementación actual.

### **Propulsión Híbrida.**

Vehículos eléctricos donde la electricidad se produce a bordo, a partir de un generador acoplado a un Motor de Combustión Interna (MCI) tradicional, con la diferencia de que el MCI es más pequeño y trabaja a régimen constante.

Los vehículos con este sistema híbrido, están conformados por cuatro bloques principales:

1. Bloque moto-generador: Suministrar la energía al motor propulsor. Este MCI está acoplado directamente al generador y también mueve los accesorios.
2. Motor de inducción: Es el motor de tracción, que mueve el diferencial, que a su vez mueve las ruedas y propulsa al vehículo.
3. Sistema de control: Recibe información de las interfases (acelerador, freno y otros) así como de los otros tres Bloques.
4. Sistema de baterías: Compuesto por un módulo de baterías y un sistema para su optimización. El módulo se mantiene compensado integralmente.

### **Revisión Técnica Automotor.**

Actividad centrada por el Ministerio del Transporte de la República de Cuba, con la misión fundamental de:

- Disminución de los índices de accidentes por fallos o defectos técnicos de los vehículos en la vía.
- Reducción de los niveles de contaminación ambiental ocasionada por los medios de transporte.
-

### **Fines que persigue la Revisión Técnica Automotor:**

- Detección de defectos mecánicos.
- Participación activa en el ahorro de energía.
- Educación vial y técnica de propietarios y conductores.
- Recopilación de información para definir políticas de mantenimiento, explotación e importación de vehículos, accesorios y agregados.
- Emisión del certificado de fiabilidad a los propietarios de vehículos.

### **Ventajas de la Revisión Técnica Automotor:**

- Simplificar el mantenimiento.
- Aumentar la vida útil del vehículo.
- Reducir el consumo de combustible.
- Reducir la contaminación ambiental.
- Disminuir los niveles de ruido.
- Aumentar la seguridad del tránsito.

Para el cumplimiento de los objetivos y fines antes expuestos, se ha creado una red de plantas de Revisión Técnica Automotor (CRTA) a nivel nacional, pertenecientes al Fondo para la Inversión, Conservación y Administración de Vías (FICAV) distribuidas según se muestra en la **Fig. 3.4**.

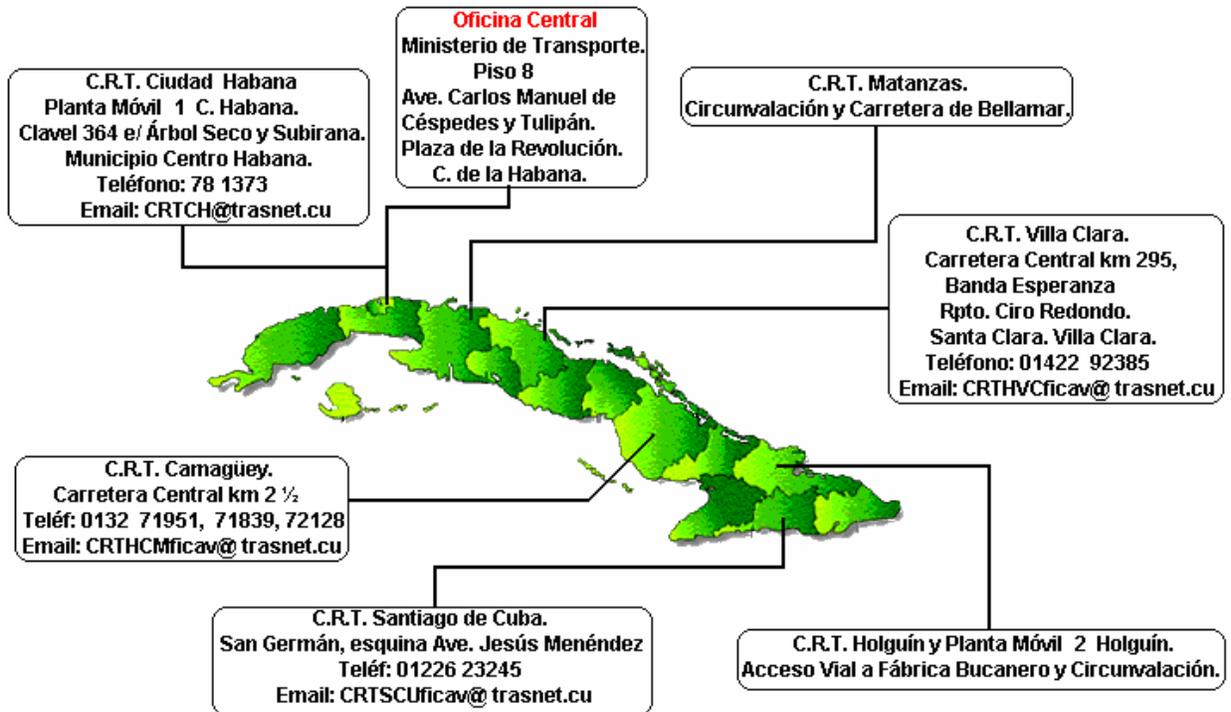


Fig. 3.4 Red de Centros de Revisión Técnica de FICAV en Cuba.

### Formas de Atenuar el Ruido y sus Efectos Nocivos.

Con el desarrollo acelerado de la mecanización y el transporte, el nivel de ruidos ha aumentado a cifras alarmantes y en muchas ocasiones es prácticamente imposible reducirlo por ser poco práctico y muy costoso. En estos casos para lograr el aislamiento y la protección de los trabajadores, se recomienda el uso de equipos de protección personal (EPP) como protectores auditivos individuales tales como:

- Tapones.
- Orejeras.
- Audífonos o auriculares.
- Cascos.

Aparejado al uso de estos medios de protección, si es posible, se debe de modificar o cambiar los procesos tecnológicos, por ejemplo: remachar a presión en lugar de remache neumático o por martillado, atornillar o soldar en vez de remachar, muchas operaciones de conformado de metales, realizarlas en caliente, prensar en vez de enrollar o doblar, evitar fricción entre metales y cuando esta sea indispensable que no falte la lubricación necesaria, evitar la caída de objetos durante su manipulación, utilizar

correas en lugar de engranajes, al seleccionar equipos y máquinas herramientas, que sean de las que menor ruido produzcan. En el caso de los locales para oficina y otras instalaciones, aislarlos con puertas y ventanas y situarlos los más lejos posibles de las fuentes emisoras.

Los medios de transporte y máquinas agrícolas modernas como: camiones, tractores y cosechadoras, se fabrican dotados de cabinas antirruídos, herméticas, climatizadas, provistas de asientos regulables en todas las direcciones, con suspensión neumática, con el nivel de amortiguación necesario para proteger de cualquier ruido (entre 1 y 19 *dB* en función de la tecnología empleada en su construcción) o vibración, garantizando un elevado confort a los operadores y choferes durante las largas y agotadoras jornadas de trabajo. Los altos precios para su adquisición, resultan su limitante fundamental, por lo que generalmente, se suministran por encargo adicional. Ejemplo de ello resultan los tractores de las series: TM, TG y TVT de la marca NEW HOLLAND equipados con asientos AutoComfort™. **(Foto 3.14)**



Foto 3.14 Cabinas de tractores de la marca New Holland, con asiento AutoComfort™.

En Cuba, la LEY 81 de Medio Ambiente en su TÍTULO XIII: Otras disposiciones relativas a la protección de la salud y la calidad de vida respecto a factores ambientales adversos en su Capítulo III: Ruidos, vibraciones y otros factores físicos en el ARTICULO 152, establece las responsabilidades de los ministerios de Salud Pública, de Trabajo y Seguridad Social y de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en lo que a cada cual compete sobre el

establecimiento de las coordinaciones pertinentes, para dictar o proponer, según proceda, las medidas encaminadas a:

*a) El establecimiento de las normas relativas a los niveles permisibles de sonido y ruido, a fin de regular sus efectos sobre el medio ambiente.*

*b) La realización de estudios e investigaciones con el objetivo de localizar el origen o procedencia, naturaleza, grado, magnitud o frecuencia de las emisiones de ruido, vibraciones mecánicas y otros factores físicos, tales como energía térmica, energía lumínica, radiaciones ionizantes y contaminación por campo electro-magnético y determinar sus efectos sobre el medio ambiente y las medidas a tomar en cuenta para su eliminación o atenuación.*

*c) Las prohibiciones, restricciones y requerimientos relativos a los procesos tecnológicos y la importación de tecnología, en lo que se refiere al ruido y otros factores físicos mencionados en el inciso anterior.*

*d) La definición de las fuentes artificiales de contaminación ambiental originada por ruidos fijos y móviles, señalando las responsabilidades correspondientes y las medidas a tomar para su eliminación o atenuación.*

### **Acciones y Actuaciones para la Protección del Suelo.**

La degradación de un por ciento importante del fondo de suelos cultivables del país demanda medidas no sólo para evitar este fenómeno, sino también la adopción de otras que tiendan a la recuperación paulatina de los afectados. Esta recuperación aún no es perceptible ni medible.

La compactación, es la afectación más significativa ocasionada a los suelos agrícolas por el tráfico de la maquinaria y el transporte.

La fabricación de tractores de hasta 450 CV (331 kW), articulados, de cuatro ruedas iguales, ha venido a dar respuestas a todos los requerimientos de potencia que tienen los agricultores, pero estos gigantes, se enfrentan a la vez a serias dificultades, por sus elevados costos de adquisición y la compactación que ocasionan al suelo, debido a su gran peso. Parece ser, que la aplicación de nuevas y novedosas tecnologías de laboreo, menos agresivas, como se ha visto anteriormente, más el perfeccionamiento en el diseño de los neumáticos agrícolas, aparejado a su correcto inflado y lastrado, la

utilización de ruedas neumáticas gemelas traseras y delanteras o la sustitución de estas por correas de goma en algunas marcas de tractores, son las medidas llamadas a mitigar por el momento esa afectación, aunque no a resolverla.



Foto 3.15 Tractores con ruedas neumáticas gemelas.  
1. Tractor de la marca FENDT. 2. Tractor Serie 9370 de la marca Case IH.

Internacionalmente, existe una polémica entre la capacidad compactadora de los neumáticos y el novedoso sistema de rodadura por correas de goma que ofrecen las firmas CLAAS, John Deere y Caterpillar fundamentalmente, aunque estudios realizados por la Ohio State University para determinar la influencia del sistema de rodadura por ruedas neumáticas y correas de goma sobre algunas propiedades del suelo relacionadas con la compactación, como es el Índice de Cono, la Densidad Aparente, la Porosidad y la Permeabilidad del terreno, aportaron que la menor compactación, después de la parcela testigo corresponde a los tractores con ruedas correctamente infladas, seguidos de los de correas y por último el tractor con ruedas infladas a mayor presión de la debida, aunque, no existen diferencias significativas respecto a la compactación entre ambas formas de rodadura. Queda bien claro, que el incorrecto inflado de los neumáticos, afecta al suelo considerablemente. “(...) *No compacta el peso que llevas, sino cómo lo llevas*” plantean los fabricantes de John Deere.

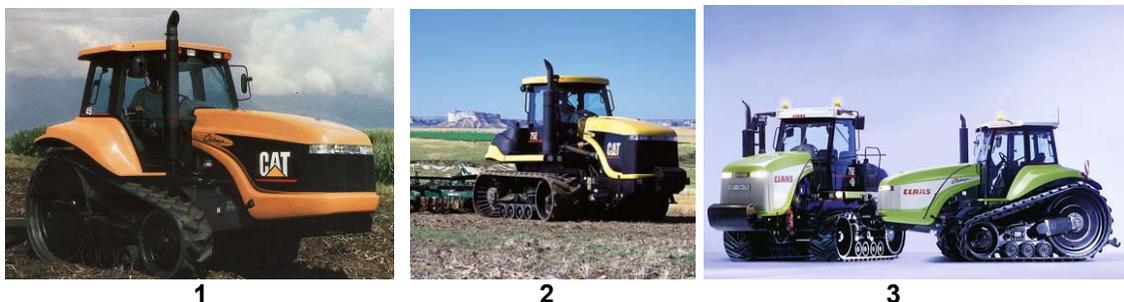


Foto 3.16. Tractores con Correas de Goma en su sistema de traslación.

1. Tractor CHALLENGER 45 de CATERPILLAR con sistema de rodaje Mobil-Trac de ruedas motrices y tensoras de diámetros diferentes.
2. Tractor CATERPILLAR con sistema de rodaje con ruedas motrices y tensoras de diámetros iguales.
3. Tractores CHALLENGER de CLAAS con ambos sistemas de rodaje.

En la **Tabla 3.15**, se ofrece una comparación entre las ventajas de ambos sistemas de rodadura ofrecida por John Deere, saque usted sus propias conclusiones.

**Tabla 3.15 Comparación entre las ventajas de ambos sistemas de rodadura.**

Nº	Ventajas de los tractores sobre neumáticos	Ventajas de los tractores sobre correas de goma
1	Mayor rapidez en el cambio de vía	Mayor maniobrabilidad
2	Mayor confort en el transporte	Mayor confort en suelos irregulares
3	Menor costo inicial	Más capacidad de tracción en suelos blandos
4	Mejor adaptación en hileras curvas	Menor consumo de combustible en suelos blandos
5	Mejor comportamiento en los giros	Más flotación en suelos húmedos
6	Mayor estabilidad	Mayor tracción en terrenos con pendiente
7	Menores vibraciones	Facilidad de mantenimiento y regulación del sistema de rodadura
8	Reducido daño al cultivo en las cabezas del campo	Facilidad en el enganche de aperos
9	Menor daño a los cultivos en línea	
10	Mayor velocidad de transporte	

Fuente: ¿Ruedas o Cadenas? ¡NO!. Ruedas y Correas de Goma.

Para el mercado, se fabrican dos trenes diferentes de rodadura por correas (Foto 3.16):

- Con ruedas motrices y tensoras de igual diámetro y cuatro rodillos de apoyo.
- Con ruedas motrices y tensoras de diámetros diferentes y tres rodillos de apoyo (Mobil-Trac).

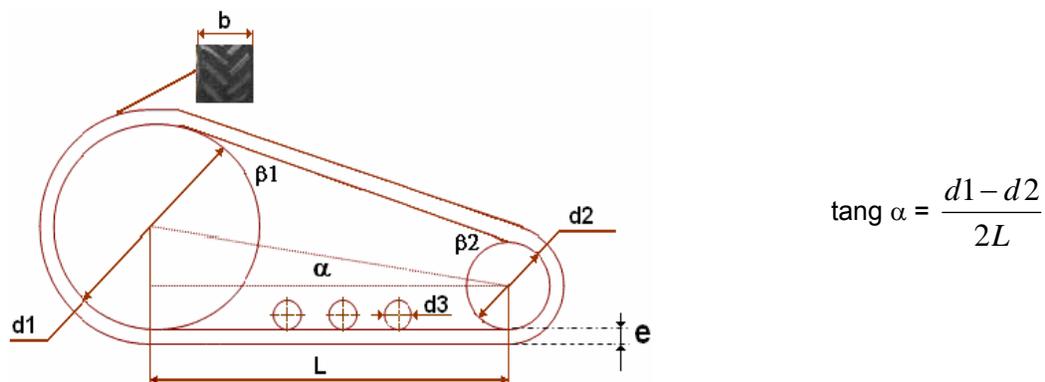


Fig. 4.6 Esquema de las características dimensionales de la correa de goma de los tractores JOHN DEERE serie 8000/8000T

El esquema del sistema de rodaje por correa de goma de los tractores JOHN DEERE serie 8000/8000T, se muestra en la Fig. 3.6.

**Tabla 3.16 Características dimensionales de la correa de goma de los tractores JOHN DEERE serie 8000/8000T**

Parámetros	Representación	U/M	Dimensión
Diámetro rueda motriz	d1	m	1,54
Diámetro rueda tensora	d2	m	0,69
Cantidad de rodillos de apoyo		Cant.	3
Diámetro de los rodillos de apoyo	d3	m	0,37
Batalla	l	m	2,26
Longitud de poyo de la correa	L	m	2,45
Anchura de la correa (tres surtidos)	b	m	(0,41) <b>(0,61)</b> (0,76)
Espesor de la correa	e	m	0,035
Ángulo inclinación de la correa	$\alpha$	(°)	10,53
Ángulo de contacto correa/rueda motriz	$\beta_1 = 180 + 2\alpha$	(°)	201
Ángulo de contacto correa/rueda tensora	$\beta_2 = 360 - \beta_1$	(°)	159
Área teórica de la huella con cada correa	$A = 2Lb$	m <sup>2</sup>	(1,85) <b>(2,76)</b> (3,44)
Presión teórica de apoyo con cada correa en vacío.	$P=101,3 \frac{M}{10330.A}$	kPa	(57) <b>(38)</b> (31)
Paso de las garras de la correa	t	m	0,15
Cantidad de parejas de tacos		Cant.	55
Peso en vacío del tractor	M	kg	10725

Tomado de: ¿Ruedas o Cadenas? ¡NO!. Ruedas y Correas de Goma.

En la **Tabla 3.16** se muestran los valores numéricos de los diferentes parámetros de la correa de goma de los tractores JOHN DEERE serie 8000/8000T



Foto 3.17 Tractor John Deere serie 8000 con correas de goma.  
Foto tomada por el autor durante su visita al Centro de Formación de John Deere Ibérica. Toledo. España.

La presión de inflado de los neumáticos para trabajos en el campo, independiente de la capacidad de carga, conviene que esté siempre por debajo de 1,2 bar (1 bar es aproximadamente igual a  $1 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras más blando se encuentra el suelo, menor presión de inflado se necesitará.

Resulta muy importante, ajustar la presión de inflado de los neumático a la carga para las condiciones del suelo en el que se trabaja, ya que en caso contrario, el área de apoyo aumenta o disminuye en relación con el diseño, por lo que puede aumentar su desgaste y la compactación.



Foto 3.18 Tractor K- 700.  
Obsérvese la anchura del balón de los cuatro neumáticos iguales.

Los neumáticos con mayor superficie de apoyo (balón más ancho) permiten trabajar con menor presión de inflado para una carga similar, provocando menor compactación del suelo.

Recuerde que el ajuste de la presión de inflado para las cargas reales que gravitan sobre las ruedas y su verificación periódica con un manómetro (no dándole golpecitos con el pié o cualquier otro objeto), es una garantía para disminuir la compactación, alargar la vida de los neumáticos y el mantenimiento de las prestaciones del tractor, la colocación de ruedas gemelas (dobles), resulta una práctica muy positiva para aumentar el área de apoyo de los tractores, aunque más costosa.

En la Estrategia Ambiental Nacional se plantea“(…) Realizar un adecuado balance de la maquinaria pesada y ligera que se introduce en los campos con vistas a la disminución de la compactación de los suelos; aplicando un uso más generalizado del subsolado profundo y otras medidas agrotécnicas que tiendan a la recuperación de los suelos afectados, utilizando al máximo posible la tracción animal”.



Foto 3.19 Laboreo vertical profundo en caña de azúcar.

1. Con Subsolador 915 a 58 cm. y Tractor John Deere sobre ruedas gemelas traseras.
2. Con Subsolador Bayamo y Tractor MTZ – 80.

Según Malicki et al. (1997) “(…) La labranza del suelo es una de las actividades agrícolas más importantes y complejas, debido a su impacto sobre la producción de los cultivos, las propiedades del suelo y el ambiente. Cuando se usa adecuadamente puede ser una herramienta regenerativa importante que permite solventar algunas limitaciones del suelo, como la eliminación de la compactación, el incremento de la tasa de infiltración y de la profundidad de enraizamiento, el mejoramiento del drenaje, la eliminación del

*encostrado superficial, el mezclado de materiales orgánicos y la enmienda del subsuelo, entre otros”.*



Foto 3.20 Uso de la Tracción Animal en el cultivo de la papa.  
Unidad Básica de Producción El Palmar. Veguitas. Provincia Granma. Cuba.

El grado de humedad que contenga el suelo, es el factor más importante a tener en cuenta a la hora de trabajar sobre el, para evitar se dañe su estructura. La humedad óptima para el laboreo es cuando se encuentra entre 17 a 21 %, y se le denomina **Tempero**, aunque algunos autores consideran un rango algo mayor.

### **Labranza de Conservación.**

Un pionero y gestor de esta forma de labranza es el señor Carlos Crovetto Lamarca desde su fundo (finca) Chequén en la comuna de Florida en la provincia de Concepción en Chile.

La realización de este libro y en especial de este capítulo hubiera sido imposible, sin la consulta de su libro “**Agricultura de Conservación. El grano para el hombre, la paja para el suelo**”, que gentilmente me facilitó en Marzo del 2002.

Según Crovetto, (1999) “(...) *la observación de los sistemas conservacionistas tradicionales, nos hace pensar que están diseñados sólo para disminuir los procesos erosivos o desgaste que sufren con el cultivo. De ser así, sólo lograremos ampliar un poco más el plazo fatal de su destrucción y con ello, el Apocalipsis de la humanidad*”.

*“(...) Los efectos de los sistemas de labranza de conservación sobre las propiedades del suelo, están estrechamente ligados con la presencia de rastrojos y residuos de después de la cosecha (más del 20 al 30 % del cultivo anterior), los cuales son capaces de absorber la energía cinética de la caída de las gotas de lluvia (esta energía se puede utilizar para medir su erosividad, dependiendo del diámetro de la gota) sobre la superficie del suelo, evitando así la formación de la costra superficial, disminuyendo las pérdidas de suelo por erosión; además de ayudar a la conservación del agua en el suelo por un decrecimiento de las pérdidas de agua por evaporación” Lal et al. (1994).*

*“(...) Está demostrado que las formas de labranza de conservación, aumentan la continuidad y preservan la geometría de los macroporos y aumentan los microporos, mejorando las propiedades de transmisión y retención de agua”. Waggoner y Denton, (1992). Otros autores sugieren “(...) que aunque la cantidad total de poros no se ve afectada por la labranza de conservación y que en algunos casos pueden disminuir los poros de transmisión, aumenta la continuidad de los mismos entre la capa superficial y el subsuelo y disminuye su tortuosidad, por lo que aumenta la penetración de agua, aunque ésta puede variar de año en año”. Ekebert y Riley (1997). Sin embargo, cuando la causa inicial de la baja penetración de agua en el suelo es una limitación física, como un sello superficial o una capa compactada, el suelo requiere de una recuperación física por medios mecánicos (labranza) o biológicos (plantas y sus raíces), antes de que el incremento de materia orgánica o las coberturas puedan mejorar la infiltración.*

*Aún cuando existen grandes ventajas, algunos autores han señalado que“(...) El uso continuo de sistemas de labranza conservacionista, principalmente de siembra directa, puede causar problemas de compactación, sobre todo si la siembra y la cosecha son mecanizadas. Esta compactación se refleja en aumentos en la densidad aparente y la resistencia a la penetración en las capas de suelo no labradas, en comparación con las labradas en sistemas convencionales”. Comia et al. (1994), aunque otros autores no han encontrado diferencias entre ambos sistemas de labranza para este parámetro.*

### **Laboreo Mínimo.**

También se le conoce como **Laboreo Reducido**. Con esta nueva forma de labranza, se sustituyen las labores profundas por superficiales, sin invertir el prisma de suelo, los

implementos idóneos para su realización son la grada y el arado cincel a profundidad entre 10 a 20 cm, con ángulos de ataque de las superficies de labor, superior a los 90°, colocadas en ángulo de 30 a 45° respecto a los rastros, para evitar el arrastre de estos.

Leyva et.al (2000) plantean “(...) En los últimos años se está generalizando la utilización de tecnologías de laboreo mínimo basadas en el empleo del escarificador con saetas, conocido como “multiarado”, el cual ha dado magníficos resultados en suelos ligeros y medios, no así aún, en los suelos pesados” característicos de la provincia Granma.

Para el control de las plantas indeseables, se recomienda el uso de herbicidas de baja peligrosidad.

Antes de la siembra se recomienda una aplicación de herbicida total aparejado a un pase con instrumentos superficiales como gradas de discos o púas e incorporar fertilizantes de fondo.

### **Laboreo localizado.**

Esta tecnología, representa una de las tendencias actuales en la preparación de suelos, con ella se tiende a introducir el menor número de equipos en los campos y perturbar en la menor medida posible las propiedades hidrofísicas, químicas y biológicas de los suelos, trabajando sólo en la franja de suelo donde se va a depositar la simiente. No debe confundirse al laboreo mínimo con la cero labranza.



Foto 3.21 Multiarado.

Empresa de Cultivos Varios Paquito Rosales. Veguitas. Granma. Cuba.

El uso de implementos o aperos con superficies de trabajo activas, como: fresadoras agrícolas, azadas rotatorias, gradas rotativas, máquina combinadas, así como del multiarado; acoplados a tractores cada vez más potentes, ha facilitado la implantación y desarrollo de esta tecnología.

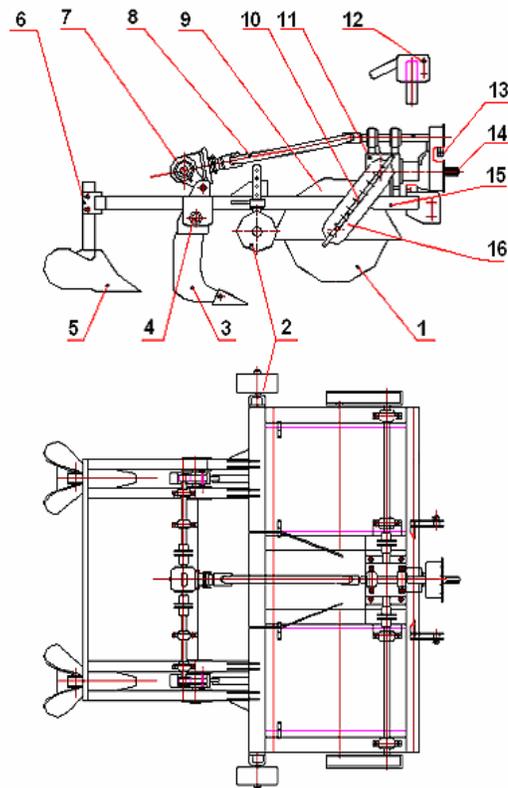
El Dr. C. Félix Reyes Mora es considerado uno de los pioneros en el estudio del laboreo mínimo en Cuba, actividad a la que se dedicó desde 1976 a su ingreso al Instituto Superior de Ciencias Agrícolas de Bayamo (ISCAB), hoy Universidad de Granma, logrando resultados significativos en la aplicación de esta tecnología en el cultivo de la caña de azúcar.

En el Departamento de Mecanización Agropecuaria de este centro de altos estudios, un grupo de profesores-investigadores, continuadores de la estirpe de Félix Reyes Mora, encabezados por el Dr. C. Osvaldo Leyva Santiesteban, durante años nos hemos dedicado a la investigación sobre sistemas de máquinas destinadas a esta actividad, siendo el resultado más relevante, la obtención de la patente de una máquina combinada para la preparación abreviada de suelos y cultivo entre hileras, denominada:

**Multilabradora UDG- 3,2**



Foto 3.22 Multilabradora UDG – 3,2 agregada a un tractor T-150K de 30 kN. Obsérvese la calidad de la preparación lista para la plantación en una sola pasada.



**Fig. 3.7** Esquema de la Multilabradora UDG- 3,2

1. Órganos fresadores, 2. Ruedas para regular la profundidad de labor, 3. Escarificadores vibratorios, 4. Sistema de seguridad para los escarificadores, 5. Órganos surcadores, 6. Dispositivo para regular la profundidad de surca, 7. Sistema generador de vibraciones de los escarificadores, 8 y 13. Transmisión de los escarificadores, 9. Cubierta de los órganos fresadores, 10. Transmisión de los órganos fresadores, 11. Reductor, 12. Tercer punto, 14. Árbol para la toma de potencia, 15. Bastidor, 16. Protector de la transmisión de los órganos fresadores.

### **Características Técnicas de la Multilabradora UDG- 3,2**

- Designación: Preparación de suelos para la plantación y atenciones culturales en caña de azúcar y otros cultivos en hileras.
- Principio de trabajo: Laboreo mínimo localizado
- Tipo de acoplamiento: Integral
- Potencia requerida: 90 kW ( 123 CV)
- Requerimiento traccional: 30 kN
- Frecuencia de rotación requerida en el Árbol Toma de Potencia: 540 r/min

### **Dimensiones máximas:**

- Largo..... 2 505 mm
- Ancho..... 3 330 mm
- Alto..... 1 550 mm
- Masa: 1 500 kg
- Ancho de trabajo efectivo: 3,2 m
- Productividad: 1 ha / h
- Velocidad de trabajo: 0,83 a 1,67 m / s (3 a 6 km / h)
- Frecuencia de rotación de los tambores fresadores: 160, 260 y 360 r/min

### **Profundidad de labor por órganos:**

- Tambores fresadores: Hasta 0,22 m
- Subsoladores: Hasta 0,45 m
- Surcadores: Hasta 0,35 m

### **Características de los tambores fresadores:**

- Número de tambores fresadores: 2
- Ancho de trabajo: 0.80 m
- Diámetro: 0.80 m
- Número de discos por tambor: 3
- Tipo cuchillas: “ Γ ” (ele invertida)

Con el empleo de esta máquina combinada, es factible aplicar el cultivo en bandas o fajas, con recubrimiento en la parte no labrada con residuos de cosecha, sobre todo en la caña de azúcar, frutales y cultivos forestales, en terrenos con pendientes de hasta el 10%.**(Foto 3.23)**



Foto 3.23 Labores de cultivo en caña de azúcar con la Multilabradoradora UDG – 3,2  
Empresa Azucarera Arquímedes Colina. Granma. Cuba.

### Laboreo vertical.

Esta nueva forma de labrar está estrechamente ligada al surgimiento del arado tipo Cincel o Chisel (**Foto 3.24**) como lo denominan la mayoría de los fabricantes, sobre todo los europeos. Con este tipo de implemento, se trabaja el suelo de forma vertical sin realizar la inversión del mismo, logrando muy buenos resultados a altas velocidades de trabajo (entre 8 y 12 km/h) ya que desmenuzan y mezclan los grumos por impacto, al órgano de trabajo vibrar y sortear obstáculos profundos con la ayuda de un resorte amortiguador, acoplado en la parte superior del brazo o vástago porta herramienta (**Fig. 3.8**).

Las Rastras o Gradas de Púas, son otros de los implementos de amplia utilización en este tipo de tecnología, aunque Bouza H. (1996), plantea que “(...) *La grada de disco y la mayoría de los implemento de corte vertical son propagadores de malezas y plantas indeseables, las que en su mayoría se reproducen por rizomas*”.



Foto 3.24 Arados Cincel.

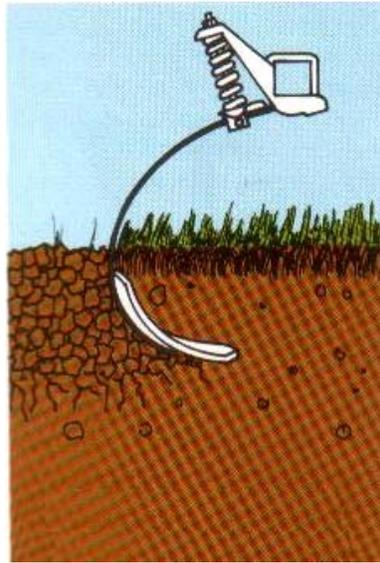


Fig. 3.8 Representación gráfica de la acción del Arado Cincel sobre el suelo y las plantas. Obsérvese el brazo o vástago amortiguado por un resorte. (Fuente: John Deere. Cultivo. Fundamentos de Funcionamiento de Máquinas).

Según las necesidades, los Arados Cincel se fabrican con un variado surtido de superficies de trabajo, lo que resulta una de sus ventajas fundamentales, como puede observarse en la **Fig. 3.9**

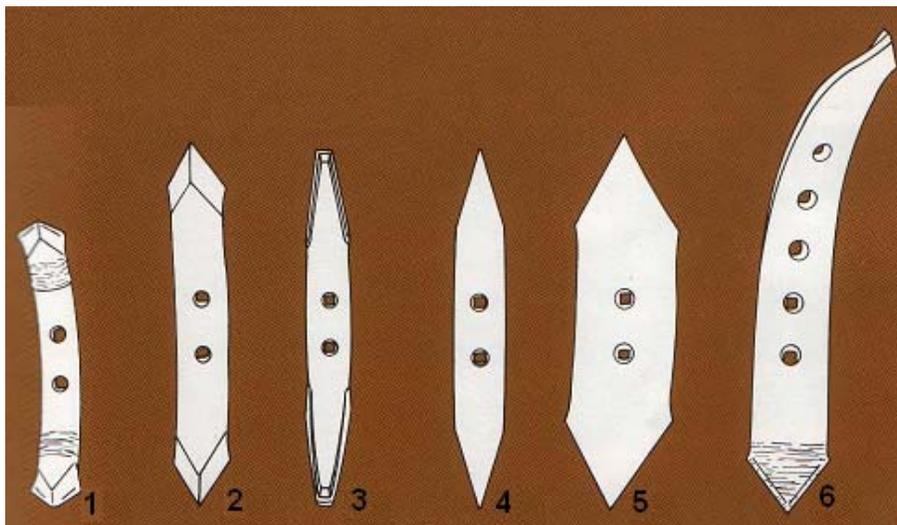


Fig. 3.9 Superficies de trabajo de los Arados Cincel.

- 1 y 2. Puntas de cincel reversibles.
3. Cincel de punta doble.
4. Púa.
5. Pala de puntas dobles reversible.
6. Pala curva.

(Fuente: John Deere. "Cultivo. Fundamentos de Funcionamiento de Máquinas").

### Cero labranza:

También se le denomina **Siembra Directa o No Laboreo**, consiste en colocar las semillas en el suelo sin preparación previa debajo de la cubierta de rastrojos. Este sistema es totalmente contrario a la aradura con inversión del prisma de suelo y a la quema de los residuos de la cosecha anterior, actividades propias de la labranza tradicional, se realiza con sembradoras especiales muy robustas máquinas combinadas o complejos de aperos (Foto 3.25).



Foto 3.25 Complejo de aperos para la Siembra Directa **Solitair 9** de **LEMKEN**, agregados a tractor **CLAAS** sobre correas de goma.

Las sembradoras para siembra directa, se fabrican dotadas de superficies de trabajo especiales: rejas o discos (Foto 3.26), para acondicionar franjas entre 50 a 70 mm en la que se depositan las semillas y fertilizante de fondo a la vez.

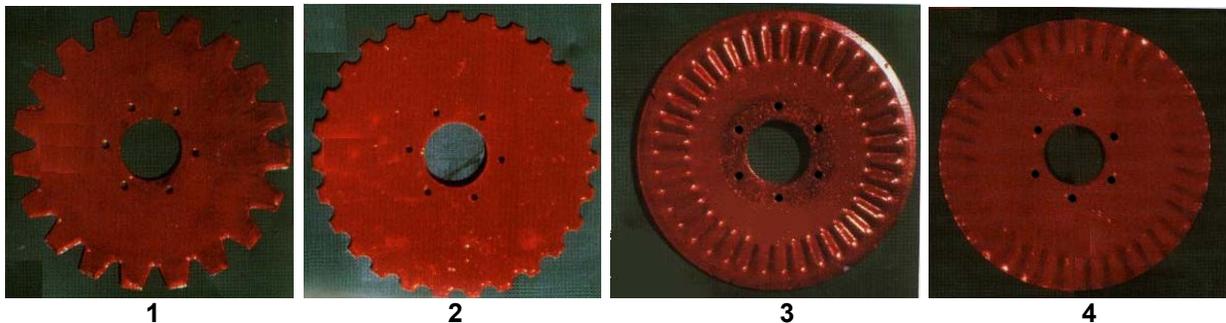


Foto 3.26 Discos para sembradoras para siembra directa.

1. Disco cortador dentado con dientes de 30 mm
2. Disco cortador dentado con dientes de 20 mm
3. Disco cortador de borde liso y ondulado lateral para usos múltiples, garantiza profundidad y mayor ancho del surco.
4. Disco cortador de borde liso y ondulado lateral para usos múltiples, garantiza profundidad y mayor ancho del surco.

4. Disco cortador rizado, para suelos con menos de 3 t/ha de paja  
(Tomado de "Agricultura de Conservación". Crovetto Lamarca Carlos. 1999)

Se recomienda su utilización en suelos arcillosos, bajo cereales y en frutales a base de limitar cualquier acción mecánica sobre el suelo y utilizar sólo herbicidas para combatir las plantas indeseables.

Esta práctica, se recomienda, realizarla en suelos que no retengan por mucho tiempo el agua (encharcadizos) y que no sufran de compactación. El manejo de la paja del cultivo anterior, es fundamental para lograr resultados satisfactorios. Antes de la siembra o plantación (antes de los 10 días) se debe de aplicar tratamiento con herbicidas no residuales para el control de malezas y plantas indeseables; en casos imprescindibles se debe realizar un pase de grada. Es conveniente que la densidad de siembra, se aumente hasta un 10% sobre la recomendada, para compensar las pérdidas de semillas por el ataque de las aves.

En la **Tabla 3.17**, se observa la superficie dedicada a la cero labranza en los principales países, que a ella se dedican a nivel mundial.

**Tabla 3.17 Cero labranza en América del Norte – Sur y Australia.**

<b>País</b>	<b>Superficie sembrada (ha)</b>
EE:UU	19 400 000
Canadá	6 700 000
Brasil	6 500 000
Argentina	4 400 000
Australia	1 000 000
Paraguay	500 000
México	490 000
Uruguay, Chile, Bolivia	250 000
Otros	460 000
<b>Total</b>	<b>39 700 000</b>

(Fuente: "Agricultura de Conservación". Crovetto Lamarca Carlos. 1999)

Las cifras demuestran que la cantidad de agricultores dedicados a esta actividad conservacionista, es significativa en el mundo y que por sus resultados aumentan con los años.

Debido a las dificultades económicas por las que atraviesa Cuba, desde el establecimiento del llamado Período Especial, la gran mayoría de las acciones que se acometen en materia de recuperación de los suelos agrícolas, son sencillas, requiriéndose en muchos casos la aplicación de medidas complejas, que permitan la conservación y/o la recuperación de estos, según el caso, apoyadas por un mayor respaldo financiero.

### **Cómo atenuar los efectos negativos del riego.**

El riego por aspersión, debe de realizarse con una intensidad tal que no llegue a superar la capacidad de infiltración, para que no se produzca la saturación y encharcamiento, así como las escorrentías, que erosionen y afecten la estructura del suelo.

En el caso de que se aplique el método por inundación o gravedad, la pendiente no debe de sobrepasar el 0,5%, pudiendo llegar hasta 2% con caudales bajos, por poco tiempo y en surcos cortos.

El uso eficiente del agua se puede lograr cumpliendo los siguientes requisitos:

- Utilización del sistema de riego apropiado, acorde con las características del terreno y el cultivo.
- Calcular la dosis, en función de la época y las necesidades de las plantas a irrigar (momento oportuno).
- Distribución uniforme del agua, sin que se produzcan pérdidas por escorrentías, evaporación o infiltración
- La nivelación de los terrenos, desempeña un rol fundamental.

La utilización de sistemas de bajo consumo, como el riego localizado, que sitúa el agua en las inmediaciones de la planta, así como la correcta utilización de los sistemas por aspersión (**Fotos 3.27 y 3.28**), muy eficientes, realizando el cálculo correcto de la presión de trabajo, seleccionando los aspersores a utilizar, evitando goteos y derrames, logrando que la aplicación se realice con un coeficiente de uniformidad lo más elevado posible, proporciona resultados muy positivos.



Foto 3.27 Máquina para riego de Pivote Central BALLAMA 2.9.  
Cultivo de papa. Unidad Básica de Producción El Palmar Veguitas. Provincia Granma. Cuba.



Foto 3.28 Aspersor de la máquina de Pivote Central BALLAMA 2.9.  
Obsérvese la uniformidad de la aplicación.

### **Características Técnicas de la Máquina para Riego BALLAMA.**

Tipo: Riego por Aspersión de Pivote Central.

- Torres o carros hasta 13.
- Longitud Máxima 585 m.
- Superficie regada 107 ha.
- Longitud por tramos 45 a 51 m.
- Altura libre hasta los tensores 2,9 a 4, 10 m.
- Caudal de agua hasta 120 l/s.
- Tiempo máximo en dar la vuelta a longitud máxima 30,9 horas.
- Presión de servicio a la entrada 0,45 mPa.
- Tensión de alimentación 380 V a 50 Hz ó 480 V a 60 Hz.
- Potencia requerida para el máximo de torres 7,28 kW para 50 Hz ó 13,68 kW para 60 Hz.
- Modelos: Ballama 2,9. Para riego de plantas de tallos cortos.  
Ballama 4,10. Para riego de plantas de tallos largos, especialmente Caña de azúcar.
- Fabricante: Empresa Mecánica Bayamo (EMBA). Cuba.

### **Uso racional de fertilizantes y fitosanitarios.**

Entre los impactos de la producción agrícola sobre los recursos naturales, está la destrucción de la fauna y la flora natural y con ello de la biodiversidad. Lo que lleva a la pérdida de la estabilidad en los ecosistemas agrícolas, requiriéndose cada vez más insumos sintéticos, para el control de plagas y el mantenimiento de la fertilidad de los suelos agrícolas. En este contexto hay que distinguir dos aspectos:

- El control de plagas, con la adopción del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades.
- La componente de ingeniería, la técnica usada para la aplicación de los agroquímicos, juega un papel determinante en el impacto ambiental de la producción agrícola.

Soluciones al problema se encuentran no sólo en la parte de equipos sino también en la parte humana, es decir en la comprensión de los procesos de aplicación y por lo tanto en el uso correcto de la maquinaria.

El tipo de fertilizadora o de la máquina fitosanitaria a utilizar, su estado técnico, la correcta selección y regulación de los órganos distribuidores (platos, boquillas, etc.), el cálculo de la norma necesaria, así como el régimen de explotación (velocidad, ancho de trabajo, presión, frecuencia de rotación, etc.), son factores determinantes para lograr una aplicación eficiente, si se viola al menos uno de ellos, los resultados no pueden ser satisfactorios.



Foto 3.29 Protección química del cultivo de la papa.  
Unidad Básica de Producción El Palmar Veguitas. Provincia de Granma. Cuba.

Los fitosanitarios, constituyen un arma de doble filo, pues al mismo tiempo que garantizan la salvación de determinadas cosechas, pueden afectar otras producciones, al medio y la salud de los seres humanos y animales.

## CAPITULO IV EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

*La norma de la Naturaleza es vivir y dejar vivir.*

**Albert Howard**

### **Necesidad de la Evaluación del Impacto ambiental.**

El peligro que se cierne sobre la humanidad debido a los problemas medio ambientales se ha convertido en la última década en tema obligado de discusión y análisis en los más variados escenarios nacionales e internacionales; el agotamiento de la capa estratosférica de ozono, el calentamiento global a consecuencia del incremento en la atmósfera de los gases causantes del efecto invernadero, las lluvias ácidas, la desaparición de especies biológicas, la contaminación de aguas subterráneas y superficiales, mares y zonas costeras, la destrucción de bosques y la degradación de los suelos agrícolas, son problemas que se presentan ante el hombre de estos tiempos y es de vital importancia buscarles solución, con la seguridad de que ignorarlos representa una inminente amenaza para su propia existencia.

Si se necesita buscar una causa para todos los problemas antes citados, se pondrá en evidencia que la acción desmedida del hombre sobre su entorno es la responsable de todos los males.

El origen del calentamiento global radica, no en el efecto invernadero, como es frecuente escuchar, porque es precisamente la presencia de este efecto lo que hace posible la vida en la tierra, sino a la intensificación en la emisión de gases que agudizan los efectos del mismo.

Los problemas citados, son una muestra de como esta nuestro mundo y demuestran la necesidad de crear con urgencia herramientas que permitan evaluar los impactos que ocasionan al medio la actividad humana.

### ***Evaluación del Impacto Ambiental***

Procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las posibles modificaciones del ambiente que traerían consigo y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas.

### ***Estudio del Impacto Ambiental***

Descripción pormenorizada de las características de un proyecto de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, para definir su posible impacto ambiental. Debe proporcionar la información necesaria para la predicción, identificación e interpretación del impacto del proyecto y describir las acciones a ejecutar para impedir o minimizar los efectos adversos, así como el programa de monitoreo que se adoptará.

Estudios realizados demuestran que la relación naturaleza-hombre-sociedad constituye la base para comenzar todo trabajo relacionado con la protección del medio ambiente ya sea de índole político, económico, social o tecnológico. Para encontrar una solución racional a los problemas del deterioro del medio ambiente estos se deben analizar sólo por medio de esta relación, con un enfoque histórico concreto.

Las relaciones desde el punto de vista dialéctico son aquellas que se establecen entre el hombre, como ente social, modificador del medio natural, y el medio ambiente como suministrador de recursos materiales y receptor de residuos dañinos a él.

Los recursos naturales son una categoría histórico económico - social - natural, por su propia esencia inseparable de las conexiones entre la producción social y la naturaleza; por eso para realizar estudios de impacto es obligatorio su enfoque desde un punto de vista histórico concreto, analizándose las interrelaciones hombre-sociedad-naturaleza.

El enfoque sistemático y dialéctico que se deriva del necesario estudio del medio natural permite proponer una típica metodología para enfrentar las auditorías ambientales a cualquier actividad productiva; sobre la base de diferentes fases divididas por etapas, estrechamente relacionadas entre sí, con un estilo que brinda igual importancia a la

causa del problema diagnosticado y al efecto que este provoca o pudiera provocar al entorno de la entidad.

En la facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Granma, se ha trabajado en función de este objetivo, siendo uno de sus resultados más significativo, la publicación en 1999 de una **“METODOLOGÍA SOBRE LA TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL”** de las autoras Lic. Arisleydis Pérez Hidalgo y la Lic. Diana Montesinos Rivero.

### **METODOLOGÍA SOBRE LA TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

Como resultado de una amplia revisión bibliográfica sobre el tema, incluidas normas cubanas (NC), normas ISO y de otros países, Pérez Hidalgo A. y Montesinos Rivero D. en el 2002, según los criterios de Ramírez 1999, proponen una metodología para la evaluación del impacto ambiental de cualquier actividad antrópica.

En un estudio de impacto realizado en la Empresa Azucarera Arquímedes Colina de la provincia Granma, Quesada Matos R. y Días García J. (2004), aplicaron la metodología propuesta, sus resultados se ofrecen en este capítulo, a manera demostrativa, acotados en cuadros, para que se comprendan mejor los pasos a seguir.

### **Fase I: Pre- evaluación o Preparación de la Auditoría.**

#### **Etapa 1. Preparar y organizar el grupo auditor y los recursos.**

Ante la solicitud de un cliente o por necesidad imperiosa, de determinar el desempeño ambiental de una organización, se procede en primer lugar a la formación del Equipo de Auditoría, por lo general compuesto de la siguiente forma:

- Auditor Ambiental Líder.
- Auditores Ambientales (tantos como sean necesarios, en correspondencia con la magnitud del trabajo).
- Expertos Técnicos (Persona o personas que aportan al equipo de auditoria sus conocimientos específicos o su destreza, pero que no participan como auditores).

El personal puede ser perteneciente a la organización, aunque por lo general se selecciona ajeno a ésta. En ambos casos, las personas que realizan la auditoría,

deberán mantener una posición de total imparcialidad y objetividad en la realización de la misma.

En esta etapa la selección y capacitación del personal es de vital importancia. Resulta significativo para el equipo de auditoría, conocer la legislación vigente relacionada con el objeto auditado, lo que permitirá la comprobación del cumplimiento de la misma. El alcance de la auditoría describe la extensión de sus límites y se define por el auditor líder mediante consulta con el cliente.

## **Etapa 2. Recopilación de información.**

El organismo responsable del objeto auditado, está en la obligación jurídica y moral de brindar toda la información y facilidades requeridas.

Esta etapa se considera en el ámbito de las actividades del sector de la información como una reserva de conocimientos disponibles sin limitaciones en su uso, generalmente en función de un servicio determinado. Esta información es vista como un recurso económico excepcional, comparable con los recursos naturales y humanos y como tal debe incidir en las conclusiones de la auditoría. La información no tiene valor económico hasta que no es procesada y utilizada racionalmente. Esta debe ser elaborada como toda materia prima para convertirla en información útil.

En las Auditorías Ambientales, un elemento primordial, resulta la recopilación de la mayor cantidad de información posible, tanto de la actividad como de sus áreas de influencia. La información recopilada, debe de recoger aspectos tales como:

- Normas y regulaciones ambientales.
- Planos y/o mapas donde se muestren la ubicación de los recursos naturales y las fuentes emisoras y/o contaminadoras en la localidad.
- Registros de los análisis químicos y físico – químico realizados.
- Información meteorológica e hidrológica confiable.
- Descripción de los procesos productivos y tecnológicos desarrollados.

## **Fase II: Utilización de la Técnica Básica de Matriz de Importancia para el Diagnóstico Ambiental.**

La Evaluación del Impacto Ambiental (E.I.A) consiste en el procedimiento administrativo

en general y el Estudio del Impacto Ambiental (EslA) es el documento técnico que se obtiene como resultado, el que contempla:

- Análisis de la actividad y sus alternativas.
- Definición del entorno de la actividad y posterior descripción del estudio del mismo.
- Efectos que la actividad genera sobre el medio, partiendo de las acciones impactantes sin entrar en detalles.
- Identificación de las acciones de la actividad potencialmente impactantes.
- Identificación de los factores del medio potencialmente impactados con las acciones de la actividad.
- Identificación de relaciones causa - efecto entre las acciones de la actividad y los factores del medio.

El modelo que se propone para el estudio de impacto ambiental se basa en el método de las matrices causa- efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batalle-Colombos con resultados cuantitativos que recoge los siguientes elementos.

### **I. Análisis de la actividad y sus alternativas.**

- Visión de la actividad.
- Datos básicos que resulten de interés.
- Se estudiarán entre otros aspectos:
  - Consumo de agua.
  - Materia prima y su relación con la zona, destino real o probable.
  - Tipo y cantidad de emisiones y residuos.
  - Previsiones de modificación o ampliación a mediano y largo plazo.
  - Abandono y desmantelación.
  - Comprobación del cumplimiento de la legislación ambiental vigente

### **II. Definir el área del entorno a estudiar**

Vías:

1ra. Solución Simplista. Círculo de radio más o menos amplio alrededor del proyecto o actividad.

2da. Que cada experto establezca el área de influencia para cada factor estudiado dentro de su especialidad.

3ra. Utilizar el radio mínimo de protección sanitaria para el tipo de actividad o proyecto, más el cálculo de la zona de protección sanitaria según contaminación atmosférica.

**Ejemplo de área definidas para el estudio en la Empresa Azucarera “Arquímedes Colina” 2004.**

Área 1: “Zona de cosecha de la caña de azúcar”

Área 2: “Máquinas y equipos que se emplean”

Área 3: “Percepción Ambiental”

Descripción del entorno:

Enumerar todos los factores que caracterizan el medio, previsiblemente o realmente afectados por las acciones de la actividad.

Esto incluye:

1. Estudio del medio físico inerte o abiótico:

- Agua
- Suelo
- Aire

2. Estudio del medio físico biótico:

- Flora
- Fauna

3. Estudio del medio perceptual:

- Paisaje

4. Estudio del medio socio económico

### **III. Efectos de la actividad sobre el medio.**

- Se analizan las agresiones de la actividad sobre el medio y se elabora un listado de las mismas.

- Se analizan los factores del medio impactados y se elabora un listado de los mismos.

- Se redacta un primer informe de factores más afectados.

Estos factores y acciones serán posteriormente dispuestos en filas y columnas respectivamente y formarán el esqueleto de la primera matriz que permite realizar la valoración cualitativa; analizándose:

- Principales acciones que causen impactos.
- En una fase posterior los factores susceptibles de recibir los impactos.

**Ejemplo de Acciones Ambientalmente Impactantes (Ai). Empresa Azucarera “Arquímedes Colina” 2004.**

**Área 1: “Zona de Cosecha de la Caña de Azúcar”**

- A1.- Quema de la caña.
- A2.- Compactación de los suelos.
- A3.- Degradación de los suelos.
- A4.- Degradación paisajística.

**Área 2: “Máquinas y equipos que se emplean”**

- A5.- Uso de Combustible Diesel generando óxidos de carbono y azufre en forma gaseosa.
- A6.- Utilización de máquinas y equipos agrícolas en la cosecha, incluyendo los medios de transporte de la caña.

**Área 3: “Percepción Ambiental”**

- A7.- Capacitación ambiental.
- A8.- Introducción del tema ambiental.

Hasta

An.- El número de Acciones Impactantes, no es limitado y se tendrán en cuenta todas las que sean necesarias.

#### IV. Matriz de identificación de Impacto

La Matriz de Impacto, consiste en un cuadro de doble entrada. En las columnas figuran las acciones impactantes y en las filas los factores medioambientales, susceptibles de recibir impactos. (Tabla 4.1).

**Tabla 4.1 Matriz de Identificación de Impacto.  
(Empresa Azucarera “Arquímedes Colina”)**

Factores del Medio Ambiente	Acciones Impactantes								
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Hasta An
<b>Suelo</b>	●	●	●		●	●	●	●	
<b>Atmósfera</b>	●				●	●	●	●	
<b>Hombre</b>	●	●	●	●	●	●	●	●	
<b>Paisaje</b>	●	●		●			●	●	

Este proceso debería considerar las condiciones normales de operación, de parada y de puesta en marcha, así como los impactos potenciales significativos, juzgados con realismo, asociados a situaciones de emergencia razonablemente previsible.

## **V. Factores del medio potencialmente impactados**

Se identifican los factores del medio potencialmente impactados por la actividad auditada, es necesario tener en cuenta:

- Acciones que modifican el uso del suelo.
  - Por nuevas ocupaciones.
  - Por desplazamiento de la población.
- Acciones que implican emisión de contaminantes a la:
  - Atmósfera.
  - Aguas superficiales y subterráneas.
  - Suelo.
  - En forma residuos sólidos.
- Acciones derivadas del almacenamiento de residuos.
  - Dentro del núcleo de la actividad.
  - Transporte.
  - Vertederos.
  - Almacenes especiales.
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos.
  - Materias primas
  - Consumos energéticos
  - Consumo del agua
- Acciones que implican subexplotación de recursos.
  - Agropecuarios.
  - Faunísticos.
- Acciones que actúan sobre el medio biótico.
  - Disminución.
  - Emigración.

- Aniquilación.
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje.
- Topografía y suelo.
- Vegetación.
- Agua.
- Naturalidad.
- Singularidad.
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normativa medioambiental vigente.

A continuación se procede a desarrollar la Matriz de Identificación de Efectos (**Tabla 4.2**), con el propósito de identificar las acciones que pueden causar impactos sobre los factores del medio.

**Tabla 4.2 Matriz de Identificación de Efecto.  
Empresa Azucarera “Arquímedes Colina” Año 2004**

Factores del Medio Ambiente	Acciones										Frecuencia		Impacto Final
											a+1		a+2
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Hasta An	-	+	Importancia Final
<b>Suelo</b>		●	●	●		●	●	●	●		7	0	7
<b>Atmósfera</b>		●				●	●	●	●		5	0	5
<b>Hombre</b>		●	●	●	●	●	●	●	●		8	0	8
<b>Paisaje</b>		●	●		●			●	●		5	0	5
Perjudiciales	-	4	3	2	2	3	3	4	4		25	0	25
Beneficiosos	+	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0

## VI. Elaboración de la Matriz de Importancia

En esta fase se cruzan las informaciones de los puntos IV y V con el fin de prever o diagnosticar las incidencias ambientales de la actividad.

La valoración cualitativa se efectuara a través de la matriz de impacto, cada casilla de

cruce en la matriz o elemento tipo nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor impactado. Al ir determinando la importancia del impacto de cada elemento tipo basándose en un algoritmo se construirá la matriz de importancia.

## Elementos de la Matriz de Importancia de Impactos

Impacto ambiental (IA), generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado (F).

La importancia del impacto, es el elemento mediante el cual se mide el impacto ambiental en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativos tales como:

- Extensión.
- Tipo de efecto.
- Plazo de manifestación.
- Persistencia.
- Reversibilidad.
- Recuperabilidad.
- Sinergia.
- Acumulación y periodicidad.

Los elementos tipos de cruce de la matriz ocupados por la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden especial plasmados; a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los 11 primeros símbolos anteriores.

Para el cálculo de la Importancia del Impacto (**L**) se utiliza la siguiente ecuación:

$$L = [\pm 3I + 2Ex + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

donde:

**±** (Signo): hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

**I** (Intensidad): se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ambiente específico en que actúa;

Valores de 1 a 12

Afección mínima..... 1

Destrucción total del factor..... 12

Valores intermedios, reflejan situaciones de esa índole.

**Ex** (Extensión): se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad.

Valores de 1 a 8

Efecto muy localizado, impacto de carácter puntual..... 1

El efecto no produce una acción precisa dentro del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada.....8

Situaciones intermedias:

Impacto parcial..... 2

Impacto extenso..... 4

Para efecto puntual, en un lugar crítico como vertido próximo y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, se le otorgar un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta.

**MO** (Momento): el plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado

Valores:

Tiempo transcurrido nulo, momento inmediato..... 4

Tiempo transcurrido inferior a 1 año, corto plazo..... 4

Tiempo transcurrido entre 1 a 5 años, medio plazo..... 2

Efecto que tarda en manifestarse más de 5 años, largo plazo.....1

**SI** (Sinergia): la componente total de la manifestación de dos o más efectos simples provocados por acciones que actúan simultáneamente es superior a la que se esperaría cuando las acciones que provocan los efectos actúan de manera independiente

Valores:

Acción que actuando sobre un factor no es sinérgicas con otras acciones que actúan sobre ese mismo factor.....1

Sinergismo moderado..... 2

Altamente sinérgico; se le pone signo negativo si se observa un

debilitamiento..... 4

**PE** (Persistencia): se refiere al tiempo que supuestamente, permanecería el efecto, desde su aparición a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Valores:

Menos de 1 año, efecto fugaz.....1

Entre 1 y 10 años, efecto temporal..... 2

Superior a los 10 años, efecto permanente..... 4

Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables.

Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles y recuperables o irre recuperables.

**RV** (Reversibilidad): posibilidad de reconstrucción o factor afectados por los medios naturales retornando a las condiciones iniciales previas a la acción.

Valores:

Corto plazo..... 1

Mediano plazo..... 2

Efecto irreversible.....4

**AC** (Acumulación): Cuando se produce un efecto acumulativo

Valores:

Acción que no produce efecto acumulativo.....1

Acción que produce efectos acumulativos..... 4

**EF** (Efecto): Puede manifestar de dos formas: Directo o primario, o Indirecto o secundario.

- Directo (Emisión de CO impacto sobre el área del retorno)

- Indirecto (Emisión de CFC impacto sobre el aire directamente e indirectamente a la capa de ozono).

Valores:

Efecto secundario o indirecto.....1

Efecto primario o directo..... 4

**PR** (Periodicidad): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Valores:

- El de aparición irregular o discontinuas..... 1
- Efecto periódico..... 2
- Efecto continuo..... 3

**MC** (Recuperabilidad): posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por la acción por medio de la intervención humano (Medidas Correctoras).

Valores:

- Factor totalmente recuperable de manera inmediata.....1
- Factor totalmente recuperable de mediano plazo..... 2
- Efecto mitigable, el factor toma ese valor aunque sea irrecuperable; pero mitigable..... 4
- Factor irrecuperable o irreversible..... 8

De acuerdo al valor de la Importancia de Impacto (**L**) estos se clasifican:

Impactos no relevantes **L** < 25

Impactos moderados  $25 < \mathbf{L} \leq 50$

Impactos severos  $50 < \mathbf{L} \leq 75$

Impactos críticos **L** > 75

<b>Factor Suelo. Valores de las Acciones Ambientalmente Impactantes. Empresa Azucarera "Arquímedes Colina". 2004</b>											
<b>Acción</b>	<b>Importancia del Impacto</b>										<b>Total</b>
	<b><math>L = [3I + 2Ex + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]</math></b>										
	<b>I</b>	<b>Ex</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	
A1	3(12)=36	2(8)= 16	4	2	2	2	4	4	3	4	-77
A2	3(9)= 27	2(8)= 16	2	2	2	2	4	1	3	2	-61
A3	3(6)= 24	2(8)= 16	2	2	2	2	4	1	2	2	-57
A5	3(7)= 21	2(8)= 16	4	2	2	2	4	4	2	2	-59
A6	3(9)= 27	2(8)= 16	4	2	2	2	4	4	2	2	-65
A7	3(2)= 6	2(2)= 4	4	2	1	2	1	1	1	2	-24
A8	3(2)= 6	2(2)= 4	4	2	1	2	1	1	1	2	-24

Cálculo para el Factor Suelo:  $L_{A1} = -[3(12) + 2(8) + 4 + 2 + 2 + 2 + 4 + 4 + 3 + 4] = -77$   
 Impactos severos  $50 < L = 77 \leq 75$

Aplicando el mismo método de cálculo, se determinan  $L_{A2}$   $L_{A3}$   $L_{A4}...$  hasta  $L_{An}$  para todos los factores: Suelo, Atmósfera, Hombre y Paisaje.

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo (cuadrícula) por columnas, identifica las acciones más agresivas (alto valor negativo), las pocas agresivas. (Bajos valores negativos) y los beneficiosos (valores positivos)

La suma de la importancia de cada elemento tipo, por filas, nos indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización de la actividad (columna n + 1).

El impacto final es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa de la actividad y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

En la **Tabla 4. 3** se observa Matriz de Importancia de Impacto, según estudio realizado en la Empresa Azucarera “Arquímedes Colina”. En el año 2004.

**Tabla 4. 3 Matriz de Importancia de Impacto.  
Empresa Azucarera “Arquímedes Colina”. 2004.**

Factores del Medio Ambiente (F)	Fase de Funcionamiento									Frecuencia IA		Impacto Final
	Acciones (hasta An)									a+1		a+2 Importancia Final
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	-	+	
<b>Suelo</b>		77	61	57		69	65	24	24	377	0	377
<b>Atmósfera</b>		62	57			63		25	25	232	0	232
<b>Hombre</b>		66	46	43		65	43	66	66	395	0	395
<b>Paisaje</b>		67			162			26	26	181	0	181
Perjudiciales	-	272	168	100	62	189	104	141	141	1185	0	1185
Beneficiosos	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### **Fase III: Análisis de las alternativas para la solución a los problemas.**

#### **Etapas 1. Selección de las alternativas más viables desde el punto de vista ambiental y económico.**

Una vez que se han identificado los impactos, físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de la actividad sobre el ambiente, con base en los resultados de la

auditoría, se realiza un diagnóstico de las alternativas de solución más factibles. Este análisis debe fundamentarse en el costo beneficio cualitativo para luego definir el costo de manejo ambiental que necesitaría la alternativa idónea.

### **Etapas 1. Propuesta de Medidas Correctivas.**

Los resultados de las auditorías ambientales pueden ser confidenciales o públicos. Cuando todos los aspectos ambientales están dentro de la norma, el informe contendrá los resultados de buen funcionamiento. Si existen factores que no cumplan con la norma, el informe debe señalar las medidas que la empresa debe de implantar y el cronograma para su cumplimiento.

Todas aquellas acciones de diseño, tecnología, de orden legal, promocional, y administrativo, que tienden a prevenir, corregir o mitigar los impactos de los efectos son el conjunto de medidas a tomar en cuenta para contrarrestar los daños ambientales.

Estas medidas se clasifican en:

- Medidas preventivas, aquellas que se toman antes de que una acción de la actividad desencadene el impacto esperado, y que tiene por objeto evitar su ocurrencia.
- *Medidas correctivas*, son las acciones destinadas a enmendar lo que termina en algo perjudicial al ambiente. Se pone en práctica luego de manifestarse el impacto, a fin de llevar el medio afectado a una situación muy similar a la precedente.
- *Medidas de mitigación*, son aquellas acciones destinadas a lograr que el medio se mantenga en una condición satisfactoria o de equilibrio razonable.

Las medidas deben tener una descripción detallada, dibujo y esquemas si son necesarios, cálculo o estimaciones de dimensiones o magnitud de ella, lugares donde se deben aplicar, estimación del costo, especificaciones para su ejecución y otras informaciones que se consideren útiles.

El cálculo del costo de cada una de las medidas propuestas se basa en una serie de estimaciones sobre los requerimientos de mano de obra, materiales, equipo y otros que son necesarios para la aplicación de la medida. Además, estas estimaciones se basan en supuestos acerca de los daños que potencialmente ocurrirán y, tienen una serie de limitaciones.

#### **Fase IV. Elaboración del programa de seguimiento, monitoreo y evaluación.**

El programa de seguimiento, monitoreo y evaluación es la etapa culminante del proceso de incorporación de la variable ambiental, ya que representa la vigilancia y el control de todas las medidas que se previeron.

Al control continuo o periódico por parte de la gerencia del proyecto de la ejecución de una actividad para asegurar que las entregas de insumos, los calendarios de trabajo, los productos esperados conforme a metas establecidas y otras acciones necesarias progresen de acuerdo con el plan trazado se le denomina Programa de Seguimiento.

El programa de monitoreo se refiere a la observación, registro y análisis de los posibles cambios que se detecten en los indicadores elegidos, con el fin de determinar si corresponden a variaciones propias del sistema o a variaciones producto de los impactos generados.

La evaluación es el proceso encaminado a determinar sistemática y objetivamente la pertinencia, eficacia e impacto de todas las actividades a la luz de sus objetivos. Se trata de un proceso organizativo para mejorar las actividades que se hallen aún en marcha y ayudar a la administración en la planificación, programación y decisiones futuras.

#### **Contenido del informe de la auditoría**

El Informe sobre los resultados de la auditoría se realizará aplicando lo establecido en la norma cubana NC ISO 14011:1998.

El informe debe de estar fechado y firmado por el auditor líder, debe contener los hallazgos de la auditoría y/o un resumen de estos y las referencias a las evidencias que los sustentan.

Sujeto a acuerdo entre el auditor líder y el cliente, el informe de auditoría puede contener igualmente los siguientes aspectos:

- Identificación de la organización auditada y del cliente.
- Alcance, objetivos y plan de la auditoría acordados.

- Criterios acordados, incluida una lista de los documentos de referencia empleados para realizar la auditoría.
- Período cubierto por la auditoría y la(s) fecha(s) de realización.
- Identificación de los representantes del auditado que participaron en la auditoría.
- Identificación de los miembros del equipo auditor.
- Declaración de la naturaleza confidencial del contenido del informe.
- Lista para la distribución del informe final.
- Resumen del proceso de la auditoría, incluidos los obstáculos encontrados.
- Conclusiones de la auditoría tales como:
  - Conformidad del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) respecto a los criterios de la auditoría.
  - Si el sistema está implantado y es mantenido adecuadamente.
  - Si el proceso interno de revisión por la dirección es capaz de asegurar la adecuación y la efectividad del SGA.

El estudio o auditoría se consideran finalizados, desde el momento en que todas las actividades han sido cumplidas, según el plan previsto para su realización.

## **NORMATIVA SOBRE MEDIO AMBIENTE**

### **Agenda 21**

Durante el pasado siglo XX, las Naciones Unidas desarrollaron un arduo trabajo en función de la lucha por la preservación del Medio Ambiente, un ejemplo de ello, lo constituye la **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo**, conocida internacionalmente con la **Cumbre de la Tierra**, la más amplia reunión de dirigentes mundiales, celebrada en el mes de junio de 1992, en Río de Janeiro Brasil, con la participaron de Jefes de Estado y de Gobierno de 179 países, junto con cientos de funcionarios de los organismos de las Naciones Unidas, de representantes de gobiernos municipales, círculos científicos y empresariales, así como de organizaciones no gubernamentales y otros grupos.

El principal documento normativo adoptado en esa cumbre, lo constituye la **Agenda 21**: Manual de referencia para la determinación de políticas empresariales y

gubernamentales, así como para la adopción de decisiones personales con las que nos adentramos en el siglo XXI. *"(...) La Agenda 21 plantea opciones para luchar contra la degradación de la tierra, el aire y el agua, así como para la conservación de los bosques y de la diversidad de especies. Trata de la pobreza y el consumo excesivo, de la salud y la educación, de las ciudades y los granjeros. A todos nos incumbe una función: a los gobiernos, a las empresas, a los sindicatos, a los científicos, a los docentes, a los pueblos indígenas, a las mujeres, a los jóvenes y a los niños. En la Agenda 21 no se soslayan el sector de los negocios; se dice que el desarrollo sostenible es el cauce para luchar contra la pobreza y la destrucción del medio ambiente. "Uno de los grandes principios propugnados en la Agenda 21 es la necesidad de la erradicación de la pobreza, concediendo a las personas desfavorecidas el acceso a los recursos que les permitirían vivir de manera sostenible. Mediante la aprobación de la Agenda 21, los países industrializados reconocieron que en el saneamiento del entorno les incumbe mayor responsabilidad que a las naciones pobres donde se genera relativamente menos contaminación. Las naciones más pudientes prometieron, así mismo, aumentar los fondos asignados a la asistencia para el desarrollo de otras naciones, conforme a modalidades menos perjudiciales para el medio ambiente. Además de la financiación, es necesario ayudar a esas naciones a dotarse de la pericia, entendida como la capacidad, para planificar y ejecutar decisiones que favorezcan el desarrollo sostenible. Ello requerirá la transferencia de información y conocimientos. "La Agenda 21 exhorta a los gobiernos a que adopten estrategias nacionales para el desarrollo sostenible. Estas deberán elaborarse con la amplia participación de todos los sectores, incluidas las organizaciones no gubernamentales y el público en general. La Agenda 21 coloca a los gobiernos nacionales en la vanguardia del proceso de cambio, pero destaca la necesidad de que estos obren en amplia asociación con las organizaciones internacionales, la empresa, las autoridades locales, regionales, provinciales y estatales, así como junto con asociaciones civiles y organizaciones no gubernamentales..."*

En Cuba se presta especial atención a la protección del medio ambiente en el contexto de una política de desarrollo consagrada en la obra revolucionaria iniciada en 1959, como expresión de lo cual, el Artículo 27 de la Constitución de la República postula:

*"(...) El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza"*

Acorde con lo anteriormente planteado, el 11 de julio de 1997, la Asamblea Nacional del Poder Popular en su reunión correspondiente al IX Período Ordinario de Sesiones de la Cuarta Legislatura, aprobó la **Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE** la que deroga la Ley 33 "De protección del medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales", del 10 de enero de 1981 y el Decreto-Ley 118, de "Estructura, Organización y Funcionamiento del Sistema Nacional de Protección del Medio Ambiente y su Órgano Rector", del 18 de enero de 1990. Esta ley tiene un carácter general, abarcador de todas las esferas del país, por la importancia de dicho documento lo anexamos integro, tal y como fue publicado en la Gaceta Oficial de la Republica de Cuba en edición extraordinaria, el 11 de julio de 1997, en su número 7 página 47.

### **Estrategia Ambiental Nacional**

A partir de la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en 1994, la gestión por la protección ambiental en la República de Cuba, alcanzó niveles gubernamentales y como resultado del arduo trabajo desarrollado y a propuesta de este ministerio, en 1997 se aprueba la "Estrategia Ambiental Nacional", esta estrategia constituye el fundamento para el desarrollo de las Estrategias Ambientales Provinciales, Municipales, Territoriales y Ramales hoy existentes en todo el país, así como de las Estrategias Ambientales Sectoriales, de las cuales están dotados actualmente todos los sectores de la producción y los servicios que tienen un impacto o una relación significativa sobre el medio ambiente.

## NORMATIVA CUBANA SOBRE MEDIO AMBIENTE

NÚMERO	DENOMINACIÓN
NC 27: 99	VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A LAS AGUAS TERRESTRES Y AL ALCANTARILLADO. ESPECIFICACIONES.
<b>SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA.</b>	
NC 93-00-002: 85	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. REQUISITOS GENERALES PARA EL ASEGURAMIENTO METROLÒGICO.
NC 93-01-33: 89	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. DETERMINACIÓN DE RESIDUOS TOTALES, FIJOS Y VOLATILES EN AGUAS.
NC 93-01-103: 87	HIDROSFERA. CLASIFICACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS INTERIORES.
NC 93-01-111: 87	MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. MUESTREO DE SEDIMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN.
NC 93-01-119:88	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. DETERMINACION DEL NÚMERO MÁS PROBABLE (NMP) DE SALMONELLA.
NC 93-01-120: 88	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. DETERMINACIÓN DE NITRÒGENO ORGÀNICO Y AMONIACAL.
NC 93-01-128: 88	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. DETERMINACION DEL NÚMERO MÁS PROBABLE DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES.
NC 93-01-130: 90	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. DETERMINACIÓN DE ESTREPTOCOCOS FECALES.
NC 93-01-134: 88	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. DETERMINACIÓN DE FENOLES. MÈTODO DE ANÁLISIS.
NC 93-01-135: 88	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. DETERMINACIÓN DE CLOROFORMO.
NC 93-01-206: 88	FRANJAS FORESTALES DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE EMBALSES Y CAUCES FLUVIALES. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.
NC 93-01-209: 90	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN SANITARIA.
NC 93-01-217: 88	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. HIDROSFERA. DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL.
<b>SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÒSFERA.</b>	
NC 93-02-209: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÒSFERA. DETERMINACION DEL INDICE DE SULFATACION. ANALISIS QUIMICO.
NC 93-02-213: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÒSFERA. DETERMINACION DEL DIÒXIDO DE AZUFRE POR EL MÈTODO ACIDOMÈTRICO.

NC 93-02-102: 1987	ATMÓSFERA. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.
NC 93-02-105: 85	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. INSTRUMENTOS PARA EL MUESTREO DEL AIRE EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS. REQUISITOS TÉCNICOS GENERALES.
NC 93-02-106: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. MÉTODOS DE DETERMINACION DE LOS CONTAMINANTES. REQUISITOS GENERALES.
NC 93-02-203: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. REQUISITOS GENERALES PARA EL MUESTREO DEL AIRE.
NC 93-02-205: 87	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. DETERMINACION DE SULFURO DE HIDRÓGENO.
NC 93-02-207: 87	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HOLLIN.
NC 93-02-208: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. DETERMINACION DEL INDICE DE CORROSIVIDAD.
NC 93-02-209: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. DETERMINACION DEL INDICE DE SULFATACION. ANÁLISIS QUÍMICO.
NC 93-02-213: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. DETERMINACION DEL DIOXIDO DE AZUFRE POR EL MÉTODO ACIDOMÉTRICO.
NC 93-02-214: 86	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. EXPULSIONES DE SUSTANCIAS NOCIVAS, POR AUTOMÓVILES, TRACTORES Y MAQUINAS AUTOPROPULSADAS AGRICOLAS Y DE LA CONSTRUCCION. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.
NC 93-02-215: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. OPACIDAD APARENTE DEL HUMO. MÉTODO VISUAL.
NC 93-02-216: 88	SISTEMA DE NORMAS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. DETERMINACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE POR COLORIMETRÍA.
NC 93-02-221: 86	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. ATMÓSFERA. DETERMINACIÓN GRAVIMÉTRICA DE POLVO EN SUSPENSIÓN.
<b>SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. SUELOS.</b>	
NC 93-03-101: 87	SUELO. NOMENCLATURA DE LOS ÍNDICES DEL ESTADO
NC 93-03-104: 87	SISTEMA DE NORMAS PARA LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. SUELOS. TERMINOS Y DEFINICIONES.
NC 93-06-101: 87	SNPMA. PAISAJE. TERMINOS Y DEFINICIONES.
NC 93-06-103: 87	TIERRA. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.

NC 33: 99	CALIDAD DEL SUELO. REQUISITOS GENERALES PARA LA CLASIFICACION DE LOS SUELOS SEGUN LA INFLUENCIA SOBRE ELLOS DE LAS SUSTANCIAS QUIMICAS CONTAMINANTES.
NC 35: 99	CALIDAD DEL SUELO. REGLAS PARA LA RESTAURACION DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS.
NC 36: 99	CALIDAD DEL SUELO. METODO PARA LA DETERMINACION DE LA EROSION POTENCIAL DE LOS SUELOS.
NC 54-142: 85	MATERIALES Y PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCION. SUELOS. COMPACTACION ESTATICA.
NC 54-172: 78	SUELOS. DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA.
NC 54-304: 85	MATERIALES Y PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCION. SUELOS. DETERMINACION DE LA ADHERENCIA.
NC 59: 00	GEOTECNIA. CLASIFICACION GEOTECNICA DE LOS SUELOS.
NC 63: 00	GEOTECNIA. CLASIFICACION DE SUELOS PARA OBRAS DE TRANSPORTE.
NC 112: 01	CALIDAD DEL SUELO. DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y DE LAS SALES SOLUBLES TOTALES EN SUELOS AFECTADOS POR LA SALINIDAD. RELACION 1.5 SUELO-AGUA.
NC 208: 04	CALIDAD DEL SUELO. DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS ASIMILABLES EN LOS SUELOS (ZINC, COBRE, HIERRO Y MANGANESO)
NC ISO 11074-4: 04	CALIDAD DEL SUELO. VOCABULARIO. PARTE 4: TÉRMINOS Y DEFINICIONES RELATIVOS A LA REHABILITACIÓN DE SUELOS Y SITIOS. (ISO 11074-4:1999)
<b>HIGIENE COMUNAL.</b>	
NC 93-13: 86	HIGIENE COMUNAL. PROTECCION DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACION CON PLAGUICIDAS. REQUISITOS SANITARIOS GENERALES. (OBLIGATORIA)
<b>RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.</b>	
NC 133: 02	RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. ALMACENAMIENTO, RECOLECCION Y TRANSPORTACION. REQUISITOS HIGIENICOS SANITARIOS Y AMBIENTALES. (NORMA OBLIGATORIA.)
NC 134: 02	RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. TRATAMIENTO. REQUISITOS HIGIENICO SANITARIOS Y AMBIENTALES. (NORMA OBLIGATORIA)
NC 135: 02	RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. DISPOSICION FINAL. REQUISITOS SANITARIOS Y AMBIENTALES. (NORMA OBLIGATORIA)
<b>URBANISMO.</b>	
NC 219: 02	URBANISMO. CODIGO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL DISEÑO AMBIENTAL DE LOS ESPACIOS URBANOS.
NC 51-23: 83	GENERALIDADES DE LA CONSTRUCCIÓN. ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO AMBIENTAL. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y SÍMBOLOS.
NC IEC GUÍA109: 04	GUÍA PARA LA INCLUSIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN LAS NORMAS DE PRODUCTOS ELECTROTÉCNICOS. (IEC GUÍA 109:1995; IDT)
<b>SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.</b>	
NC ISO 14001: 04	SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO. (ISO 14001:2004 (Traducción Certificada), IDT)
NC ISO 14004: 04	SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL- DIRECTRICES GENERALES

	SOBRE PRINCIPIOS, SISTEMAS Y TÉCNICAS DE APOYO. (ISO 14004:2004 (Traducción Certificada), IDT)
NC ISO 14015: 05	GESTIÓN AMBIENTAL- EVALUACIÓN AMBIENTAL DE SITIOS Y ORGANIZACIONES (EASO). (ISO 14015:2001 (Traducción Certificada), IDT)
NC ISO 14020: 05	ETIQUETAS Y DECLARACIONES AMBIENTALES- PRINCIPIOS GENERALES. (ISO 14020:2000 (Traducción Certiificada), IDT)
NC ISO 14021: 05	ETIQUETAS Y DECLARACIONES AMBIENTALES. AUTODECLARACIONES AMBIENTALES (ETIQUETADO AMBIENTAL TIPO II) (ISO 14021:1999 (Traducción Certificada), IDT)
NC ISO 14024: 05	ETIQUETAS Y DECLARACIONES AMBIENTALES- ETIQUETADO AMBIENTAL TIPO I -PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS. (ISO 14024:1999 (Traducción Certificada), IDT)
NC ISO/TR 14025: 04	ETIQUETAS Y DECLARACIONES AMBIENTALES. DECLARACIONES AMBIENTALES TIPO III.
NC ISO 14031: 05	GESTIÓN AMBIENTAL- EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL- DIRECTRICES. (ISO 14031:1999 (Traducción Certificada) ,IDT)
NC ISO 14040: 05	GESTIÓN AMBIENTAL- ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA- PRINCIPIOS Y MARCO DE REFERENCIA. (ISO 14040:97 (Traducción Certificada, IDT)
NC ISO 14041: 00	GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. DEFINICION DEL OBJETIVO Y ALCANCE Y ANALISIS DEL INVENTARIO.
NC ISO 14042: 01	GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. EVALUACION DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA. (ISO 14042.2000,IDT)
NC ISO 14043: 01	GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. INTERPRETACION DEL CICLO DE VIDA. (ISO 14043.2000,IDT)
NC ISO/TR 14049: 01	GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. EJEMPLOS DE APLICACION DE LA NC-ISO 14041 PARA LA DEFINICION DEL OBJETIVO Y ALCANCE Y ANALISIS DEL INVENTARIO. (ISO/TR 14049.2000,IDT)
NC ISO 14050: 05	GESTIÓN AMBIENTAL- VOCABULARIO. (ISO 14050:2002 (TRADUCCIÓN CERTIFICADA) IDT)
NC ISO/TR 14061: 01	INFORMACION PARA ORIENTAR A LAS ORGANIZACIONES FORESTALES EN EL USO DE NORMAS DEL SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL NC-ISO 14001 Y NC-ISO 14004. (ISO TR 14061.1998,IDT)

## CAPITULO V

### GLOSARIO DE CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS

**El conocimiento es el recurso determinante para la competitividad y el crecimiento económico.**

**Anónimo.**

En este capítulo figuran definiciones de términos y conceptos, que aparecen en este trabajo, relacionados con el problema de la conservación y protección medio ambiental. Algunos de ellos tienen otras definiciones, de uso común en otros campos, según diferentes disciplinas o perspectivas. En esos casos, las definiciones se han ajustado a las relacionadas con la temática tratada, la mayoría han sido tomadas de la Ley 81: **Ley del Medio Ambiente**. Esta lista se podría aumentar en el futuro con la adición de nuevos términos.

**Abiótico:** De acuerdo con la clasificación ecológica del ambiente, son los factores físicos.

**Aditivos:** Elementos naturales o químicos que se añaden a un producto para añadir o potenciar alguna de sus características. Se utilizan en los lubricantes, combustibles, líquidos refrigerantes, etc.

**Agricultura sostenible:** Sistema de producción agropecuaria que permite obtener producciones estables de forma económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente.

**Áreas protegidas:** Partes determinadas del territorio nacional declaradas con arreglo a la legislación vigente, de relevancia ecológica, social e histórico-cultural para la nación, y en algunos casos de relevancia internacional, especialmente consagradas, mediante un manejo eficaz, a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y los recursos

naturales, históricos y culturales asociados, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

**Auditoría:** Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría.

**Auditoría del sistema de gestión ambiental:** Proceso de verificación sistemático y documentado para obtener y evaluar objetivamente evidencias para determinar si el sistema de gestión ambiental de una organización se ajusta a los criterios de auditoría del sistema de gestión ambiental establecidos por la organización, y para comunicar los resultados de este proceso a la dirección

**Autoridad competente:** Autoridad facultada para la aplicación y la exigencia del cumplimiento de lo dispuesto según la ley y su legislación complementaria.

**Auditor Ambiental:** Persona calificada para realizar auditorías ambientales.

**Auditor Ambiental Líder:** Persona calificada para dirigir y realizar auditorías ambientales.

**Anoxia:** Falta de oxígeno.

**Antidesgaste:** Elemento utilizado para reducir la fricción (y por tanto el desgaste) que se produce entre dos piezas en movimiento.

**Antiherrumbrante:** Elemento utilizado para evitar la condensación y acumulación del agua sobre la superficie de un material. Evita que se forme herrumbre sobre el material.

**Antioxidante:** Elemento que evita la oxidación al dificultar la reacción del oxígeno con el material protegido.

**Autonomía:** Relación entre la cantidad de combustible disponible en el depósito y el consumo del mismo. Puede expresarse en distancia o tiempo restante hasta agotar el combustible del depósito.

**Batería:** Acumulador de energía eléctrica por medio de un proceso químico reversible. Su función es principalmente aportar la energía necesaria para poner el motor en marcha. También sirve de apoyo al alternador cuando no es capaz de suministrar toda la corriente requerida por los consumidores eléctricos del vehículo. La reacción química se produce por la combinación del sulfato (contenido en una disolución del ácido sulfúrico y agua) con las placas (formadas por plomo y plomo poroso). El sulfato pasa de la disolución (electrolito) a las placas generándose corriente eléctrica. El proceso inverso se consigue suministrando corriente a la batería que hace retornar el sulfato desde las placas hasta el electrolito. La tensión aportada por la batería está en función del número de vasos (2 Volt por vaso) y su capacidad por el número y tamaño de las placas. La capacidad de una batería se indica en Amperes hora (Ah) y quiere decir la cantidad de amperes que sería capaz de aportar la batería durante una hora de servicio sin ser recargada.

**Biótico:** De acuerdo con la clasificación ecológica del ambiente, son los factores biológicos.

**Biomasa:** Material de origen animal o vegetal (leña, residuos boscosos, o agrícolas, excremento de animales, etc.) utilizados como fuentes de energía.

**Biotred:** Nuevo material derivado del almidón de maíz, reemplazó al tan conocido negro de carbón y al sílice, otorgando múltiples ventajas en términos de prestaciones y respeto a la protección del medio ambiente. Reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> en tres diferentes niveles: El almidón sin procesar proviene del maíz, fuente renovable que absorbe CO<sub>2</sub> a través de la fotosíntesis. El proceso de producción para obtener el material terminado basado en almidón, requiere menor energía y genera menos CO<sub>2</sub> que cuando se trabaja con negro de carbón o sílice. El uso de Biotred conlleva una significativa reducción en la

resistencia de rodaje del neumático, reduciendo el consumo de combustible del vehículo y la emisión de CO<sub>2</sub>.

**Cadena alimentaria:** Conjunto de organismos productores y consumidores vinculados nutricionalmente en una comunidad. Grupo de vegetales y animales sucesivamente encadenados, independientes uno de otros, necesario para la vida de sus miembros, constituyendo una cadena donde cada eslabón es necesario para la vida total.

**Cárcava:** Zanja o foso. Hoyo profundo. Barranco que deja una avenida generalmente ocasionada por la erosión del agua. Constituyen la última expresión de la erosión o destrucción hídrica de los suelos

**Carburador:** Dispositivo encargado de suministrar la mezcla de aire y combustible (gasolina) al interior del motor. Su principio de funcionamiento se basa en el efecto Venturi, depresión que produce un fluido cuando se acelera su velocidad a causa de un estrechamiento. Se compone de un cuerpo con un estrechamiento por donde pasa el aire, una cuba donde se almacena la gasolina con un nivel constante (controlado por una válvula de aguja y un flotador), un surtidor que une la cuba con el cuerpo y una mariposa que es accionada por el conductor desde el acelerador. El aire pasa por el cuerpo del carburador y en la zona más estrecha se acelera creando una depresión que absorbe la gasolina de la cuba por el surtidor principal. La gasolina al llegar al cuerpo se mezcla con el aire y entra al cilindro. La mariposa regula la cantidad de aire que entra al cilindro y por tanto la depresión creada en el cuerpo y la cantidad de gasolina que sube por el surtidor principal.

**Daño ambiental:** Toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes, que se produce contraviniendo una norma o disposición jurídica.

**Charola:** Bandeja.

**Célula Combustible:** También llamada **Fuel-Cell** o pila de combustible es básicamente una reacción química de la cual se consigue energía eléctrica. Los elementos que entran en esta reacción son habitualmente el hidrógeno y el oxígeno, utilizando como separador entre ambos una lámina de plástico o de paladio que separa ambos gases pero permite el paso a sus átomos, desempeñando la función de electrolito. El ánodo, con corriente de hidrógeno, se carga negativamente al atravesar los átomos de hidrógeno el separador (electrolito) y reaccionar con los de oxígeno formando agua, cargando positivamente el cátodo. Una pila no genera suficiente corriente eléctrica como para mover el vehículo, por lo que se agrupan varias pilas para conseguir este efecto. Para mover el vehículo se colocan motores en las ruedas y el sistema de refrigeración de las pilas es mediante ventilación. El hidrógeno se acumula en balones y se estudia obtenerlo del metanol. El oxígeno que interviene en la reacción es el que contiene el propio aire.

**Costo ambiental:** Asociado al deterioro actual o prospectivo de los recursos naturales.

**Contaminación:** Todo cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas, en el hábitat terrestre que sea perjudicial para el hombre, demás seres vivos y plantas, afectándose sus condiciones de vida y/o propiedad cultural.

**Control Ambiental:** Conjunto de medidas que se realizan para disminuir al mínimo las emisiones de contaminantes al ambiente.

**Contaminación ambiental:** Todo cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, agua o de la tierra, que sea perjudicial para el hombre, para otros seres vivos, procesos industriales, condiciones de vida y/o propiedades culturales.

**Contaminación acústica:** Originada por la incorporación al ambiente de un exceso de ruidos o sonidos que alteran las condiciones de vida y dañan la salud de los humanos.

**Contaminación luminosa:** Brillantez artificial del cielo producida por una iluminación exterior inadecuada y exagerada que conduce a un despilfarro energético y económico.

**Contaminación atmosférica:** Condición de la atmósfera en la cual ciertas sustancias están presentes en concentraciones tales que afectan su calidad y composición y provocan efectos perjudiciales para los seres humanos, los elementos naturales, los procesos biogeoquímicos y los ecosistemas.

**Contaminación hídrica:** Ocurre por la acción o el efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, implique una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos asignados al recurso. Generalmente ocurre por vertimientos y/o derrames de desechos, etc. que pueden ocasionar la modificación de las propiedades del agua.

**Contaminación del suelo:** Alteración de las condiciones naturales del mismo modificando sus propiedades físicas, químicas y biológicas por la incorporación de contaminantes (plaguicidas, fertilizantes, aguas de baja calidad, semillas de malezas, etc.).

**Contaminación de los alimentos:** Ocurre por el contacto de éstos con materias tóxicas o degradantes (Residuos de plaguicidas, fertilizantes, etc.) o por la descomposición y desarrollo de agentes patógenos capaces de provocar daños a la salud humana y/o a los animales domésticos. Es consecuencia del descuido y malas condiciones de conservación; es decir, un inadecuado manejo.

**Conclusiones de la auditoría:** Resultado de una auditoría que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de la auditoría.

**CNG:** Siglas de Compressed Natural Gas que significa gas natural comprimido.

**Criterios de auditoria:** Conjunto de políticas, procedimientos o requisitos utilizados como referencia.

**Desarrollo sostenible:** Proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

**Desechos peligrosos:** Aquellos provenientes de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o cualquier otra, representen un peligro para la salud humana y el medio ambiente.

**Desechos radiactivos:** Aquellos que contienen o están contaminados con radionucleidos que se encuentran en concentraciones o con actividades superiores a los niveles establecidos por la autoridad competente.

**Dehesa:** Termino muy utilizado en España para denominar terrenos dedicados a los pastos para el ganado.

**Diversidad biológica:** Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y complejos ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Ecología:** Ciencia que se dedica al estudio de todas las relaciones que se establecen entre los seres vivos con el ambiente.

**Ecosistema:** Sistema complejo con una determinada extensión territorial, dentro del cual existen interacciones de los seres vivos entre sí y de estos con el medio físico o químico.

**Educación ambiental:** Proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y actitudes y en la formación de valores, se armonicen las relaciones entre los seres humanos y de ellos con el resto de la sociedad y la naturaleza, para propiciar la orientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible.

**Equipo de protección personal (EPP):** Cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad y salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

**Equilibrio ecológico:** Para que un ecosistema sobreviva debe de existir un equilibrio entre los seres productores, los macroconsumidores, y los desintegradores. Sin que un grupo prevalezca sobre otro y lo destruya, existiendo intercambio de materia y energía, variedad de especies, fuentes de energía, se mantenga el número de individuos por especie sin que se afecte la cadena alimentaria, todo esto bajo condiciones climáticas dadas (lluvia, temperatura y humedad) y con la presencia de contaminantes o elementos importados.

**Estrategia Ambiental Nacional:** Expresión de la política ambiental cubana, en la cual se plasman sus proyecciones y directrices principales.

**Estudio de impacto ambiental:** Descripción pormenorizada de las características de un proyecto de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, incluyendo su tecnología y que se presenta para su aprobación en el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental del proyecto y describir las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar los efectos adversos, así como el programa de monitoreo que se adoptará.

**Enmienda:** Corrección, satisfacción de un daño. Con relación al suelo, abonado, mineral con cal, yeso, marga etc.

**Entérica:** Pertenece o relativo a los intestinos.

**Evaluación de impacto ambiental:** Procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que traerían consigo tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas.

**Frecuencia:** Número de veces que se repite una situación o ciclo en un tiempo determinado. La frecuencia es la inversa del periodo (tiempo de duración de un ciclo). Se mide en Herzt que equivale al número de veces que se repite la situación medida en un segundo. Cuanto mayor es la frecuencia, mayor es el número de veces que se repite en un segundo y menor es el tiempo disponible para realizar un ciclo. Las r/min es una medición de frecuencia pero la base del tiempo es el minuto, en vez de un segundo.

**Gestión:** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una actividad u organización.

**Gestión ambiental:** Conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana.

**Hábitat:** Lugar donde vive un organismos, en su área física, es una parte específica de la superficie del planeta (aire, suelo, agua) puede ser muy amplio como el océano o un

continente o muy pequeño, pero siempre va a ser una zona muy definida específicamente, en un mismo hábitat pueden vivir varios tipos de seres vivos.

**Higiene Industrial:** Ciencia y arte que tiene por objeto el reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones que se originan en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, perjuicios a la salud o al bienestar o incomodidades e ineficiencia entre los trabajadores o entre los ciudadanos de la comunidad.

**Impacto Ambiental:** Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización.

**Inspección ambiental estatal:** Actividad de control, fiscalización y supervisión del cumplimiento de las disposiciones y normas jurídicas vigentes en materia de protección del medio ambiente, con vista a evaluar y determinar la adopción de las medidas pertinentes para garantizar dicho cumplimiento.

**Laboreo:** Conjunto de operaciones realizadas sobre el suelo, con medios mecánicos, encaminadas a conseguir un estado adecuado que asegure el desarrollo favorable de las plantas sembradas o plantadas en el.

**Licencia ambiental:** Documento oficial, que sin perjuicio de otras licencias, permisos y autorizaciones que de conformidad con la legislación vigente corresponda conceder a otros órganos y organismos estatales, es otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente para ejercer el debido control al efecto del cumplimiento de lo establecido en la legislación ambiental vigente y que contiene la autorización que permite realizar una obra o actividad.

**Medio ambiente:** Sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para

satisfacer sus necesidades o Sistema complejo constituido por elementos y procesos tales como: el hombre, la flora y la fauna, el clima, el aire el suelo, el agua y el paisaje, las interacciones entre todos los anteriores elementos, los bienes materiales y el patrimonio cultural.

**Opacímetro:** Instrumento utilizado para medir la cantidad de partículas en suspensión en los humos de escape de un motor de combustión, especialmente utilizados para medir la opacidad de los gases de escape. Su principio de funcionamiento se basa en la espectrofotometría.

**Potencial biótico:** Característica inherente de la población para aumentarse en número, bajo condiciones especiales del ambiente y es diferente para cada especie si una población encuentra un ambiente favorable, va a crecer aceleradamente.

**Prevención de contaminación:** Uso de procesos, prácticas, materiales o productos que evitan, reducen o controlan la contaminación, que pueden incluir reciclado, tratamiento, cambios de procesos, mecanismos de control, uso eficiente de los recursos y sustitución de materiales. Los beneficios potenciales de la prevención de la contaminación incluyen la reducción de los impactos ambientales adversos, el mejoramiento de la eficiencia y la reducción de costos.

**Población:** Conjunto de organismos de una misma especie que viven en un área determinada en un momento dado.

**Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo:** Proyección concreta de la política ambiental de Cuba, que contiene lineamientos para la acción de los que intervienen en la protección del medio ambiente y para el logro del desarrollo sostenible. Constituye la adecuación nacional de la Agenda 21.

**Plaguicida o Pesticidas:** Productos químicos, naturales o sintéticos, que se emplean para controlar las poblaciones de animales y plantas perjudiciales a los intereses del

hombre. Deben su nombre a que se utilizan para el control de plagas y al olor desagradable que muchos emiten.

**Resistencia ambiental:** Conjunto de factores físicos y biológicos que pueden impedir la reproducción de una especie al máximo.

**Recursos marinos:** La zona costera y su zona de protección, bahías, estuarios y playas, la plataforma insular, los fondos marinos y los recursos naturales vivos y no vivos contenidos en las aguas marítimas, fondos y subsuelos marinos y las zonas emergidas.

**Recursos naturales:** Todos los componentes del medio ambiente, renovables o no renovables, que satisfacen necesidades económicas, sociales, espirituales, culturales y de la defensa nacional, garantizando el equilibrio de los ecosistemas y la continuidad de la vida en la tierra.

**Recursos paisajísticos:** Entornos geográficos, tanto superficiales como subterráneos o subacuáticos, de origen natural o antrópico, que ofrecen interés estético o constituyen ambientes característicos.

**Riesgo:** Combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la gravedad de las consecuencias de éste.

**Riesgo grave e inminente:** Aquel que resulta probable y pueda racionalmente materializarse en un futuro inmediato y que suponga un daño grave para la salud.

**Riesgo residual:** Riesgo remanente después que ha sido tomada una medida protectora.

**Riesgo tolerable:** Riesgo que es aceptado en un contexto dado, basados en los valores actuales de la sociedad y criterios predeterminados.

**Salud ocupacional:** Ciencia que promueve la mantención del más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones; evita el desmejoramiento de su salud causado por las condiciones de trabajo adversas.

**Sequía:** Déficit de precipitaciones sobre las esperadas o normales que, cuando se prolonga durante toda la temporada o más tiempo, es insuficiente para satisfacer las demandas de agua, lo cual puede ocasionar impactos económicos, sociales y medioambientales. La sequía debería considerarse como una característica repetitiva del clima y es una condición, más relativa que absoluta, que debería ser definida para cada región y para cada grupo de organismos vivos. Todas las sequías difieren entre si en intensidad, duración y extensión en el espacio geográfico. Desde el punto de vista de la agricultura, la sequía es una escasez permanente y considerable de agua en una determinada zona de terreno cultivado, o en una zona forestal, lo que, en gran medida, limita el proceso de vida de las plantas. Una sequía no se puede interpretar como tal, sin tener en cuenta las plantas, porque cada especie vegetal responde de manera distinta ante el mismo grado de falta de agua.

**Sistema Nacional de Áreas Protegidas:** Conjunto de áreas protegidas que ordenadamente relacionadas entre si, interactúan como un sistema territorial que, a partir de la protección y manejo de sus unidades individuales, contribuyen al logro de determinados objetivos de protección del medio ambiente.

**Sílice:** Elemento más abundante en la naturaleza después del oxígeno

**Silicosis:** Enfermedad profesional correspondiente al grupo de las neumoconiosis, ocasionada por la inacción de óxido de silicio en forma de polvo, lo que ocasiona una afección pulmonar, caracterizada por una fibrosis difusa, progresiva e irreversible. Enfermedades análogas son la Asbestosis y el Manganesismo.

**Simbiosis:** Situación en la que mas de una especie resulta beneficiada y ninguna perjudicada. Cuando los miembros de 2 especies están relacionados simbióticamente, el

beneficio recibido por uno o por ambos consiste principalmente en la obtención de alimentos, pero puede ser también en la obtención de albergues, substrato o transporte la asociación puede ser continua o transitoria, obligada o facultativa.

**Smog:** Proviene de los términos en inglés smoke (humo) y fog (niebla), su componente fundamental es el ozono troposférico. Se produce a partir de la reacción en la atmósfera de los hidrocarburos y los óxidos nitrosos en presencia de la luz solar. Puede ser transportado lejos de la fuente de emisión por el viento, el clima, la topografía y la temperatura influyen en este movimiento, en ausencia de vientos, permanece mucho tiempo en el mismo lugar, cercano a la fuente que lo originó.

**Tempero:** Estado óptimo o sazón para la labranza, que adquiere el suelo en dependencia de la humedad.

**Toxicidad:** Propiedad de una sustancia para producir daños reversibles o irreversibles a la salud de los seres vivos que estén en contacto con ella. Las principales variables que influyen para medir la toxicidad, de una sustancia son: cantidad de sustancia absorbida, vía de absorción, distribución en tiempo, dosis, tipo y gravedad de la lesión que puede producir y tiempo necesario para producirla.

**Variable ambiental:** Elemento del medio ambiente susceptible de ser medido o evaluado por diferentes métodos cualitativos o cuantitativos.

**Valoración del riesgo:** Procedimiento basado en el análisis del riesgo para determinar si se ha alcanzado el riesgo tolerable.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ayes Ametller. G. N. 2003. Medio Ambiente Impacto y Desarrollo. Editorial Científico - Técnica. La Habana.

- Artaraz, M. 2002. Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. Ecosistemas 2002/2  
URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/022/informe1.htm>)
- Atiénzar María José. 2004. La atmósfera no está en venta. España. <http://www.cum.es/info/solidarios/ccs/inicios.htm>
- Alamino Ortega.D de J. 2002. Del sonido al ruido. Revista Energía y tú. Cubasolar. ISSN: 1028 -9925. Abril – Junio. Pág. 20 – 24. Cuba.
- Bouza, H.; et. al. 1981. La labranza mínima, nueva tecnología para el cultivo de la caña de azúcar. Ciencia de la Agricultura. Cuba. (9): 1-15, febrero.
- Brian D` Clark. 1984. Evaluación de Impacto Ambiental. Alcance y Objetivos. Divulgación técnica de Ingeniería Ambiental, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud.
- Bouza, H.; et. al. 1996. Nueva tecnología de la labranza en la CPA cañera “Amistad Cuba-Laos”. Cañaveral. 2 (2): 2-9, abril-junio.
- Califican de sostenida labor de Cuba en protección de la capa de ozono. Periódico Granma. Cuba. 30 de Septiembre 2006.
- Coscollá. R y Beltrán. V. 1985. Residuos de plaguicidas en frutos cítricos. Tolerancias Internacionales. Servicio de Protección de los Vegetales. Dirección General de Producción Agraria. Valencia España.
- Crovetto Lamarca. C. 1999. Agricultura de Conservación. El grano para el hombre, la paja para el suelo. Vida Rural. Mundi – Prensa. España.
- Crovetto, Lamarca. C. 1997. La cero labranza y la nutrición del suelo. 5<sup>to</sup> Congreso Nacional de Aapresid. Argentina.
- Crovetto Lamarca C. La Cero labranza, el rastrojo y el carbono del suelo. Envío personal.
- Colectivo de Autores. 1981. Curso de Medicina del Trabajo. Editorial Pueblo y Educación. Cuba.
- Constitución de la República de Cuba.
- CITMA. 2004. Estrategia Ambiental Nacional 2005 al 2010. La Habana. Cuba.
- De Faz y Fernandez de Cossío. A.B. 1991. Principios de Protección de Plantas. Editorial Pueblo y Educación. Cuba.

- De Toro y Gisbert. M. 1974. Pequeño Larousse Ilustrado. Editorial Pueblo y Educación. Cuba.
- De Santa Olalla Mañas. F. M; Fuster López.P; Calera Belmonte. A. 2005. Agua y Agronomía. Universidad de Castilla - La Mancha. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España.
- Dupont.S.A. de C.V. 1991. Hechos acerca del Ozono. Departamento de Mercadotecnia. México.
- Fan. S. y Pardey. P.G. 1992. Agricultural Research in China: Its Institutional Development and Impact. ISNAR, The Hague.
- [http://www.forestry.utoronto.ca/ac\\_staff/emeritus/My%20Webs/spanish.htm](http://www.forestry.utoronto.ca/ac_staff/emeritus/My%20Webs/spanish.htm)rente, resistir y recuperarse de la sequía.
- Folleto de Greenpeace. 1994. "El cloro está en todas partes".
- Friedrich. Th., Clarke L.J. El Papel de la Ingeniería Agrícola en la Alimentación Mundial y la Protección de los Recursos. Dirección de Sistemas de Apoyo Agrícola. FAO.
- Friedrich. Th. 1998. Entrevista. 22 de junio.  
<http://www.fao.org/noticias1998/fried-s.htm>
- Gómez Luna L. 2002. Pequeña Enciclopedia del Medio Ambiente. Editorial Oriente. Santiago de Cuba.
- Gómez Ruiz, A. 1999. Manejo Conservacionista y Sostenible del Cultivo de la Caña de Azúcar. Informe de consultoría en mecanización de prácticas de manejo del cultivo de la caña de azúcar: preparación de suelos, FAO TCP/CUB/8822, La Habana.
- Gohl, Bo 1996. Mechanization and Farming Systems; Paper presented at the Regional. Technical Meeting on Agricultural Mechanization Strategy Formulation, 30 Sept. - 1 Oct. 1996, Arusha, Tanzania
- Gommès René. 1997. Cambio Climático. Informes de Avance FAO.
- González, B. 1996. Saber del suelo para trabajar el suelo. Periódico Trabajadores. 19 de agosto.
- John Deere. 1984. Cultivo. Fundamentos de Funcionamiento de Máquinas. Deere & Company Service Training. Illinois. EE.UU.
- Krause, Rüdiger 1997. The Role of Agricultural Engineering in the Development Process; AMA Vol. 28, No. 2: 48-52

- Lage Dávila C. 2006. Discurso en el Paraninfo de la Universidad de Uruguay. Montevideo. 5 de Noviembre.
- Lamo de Espinosa. J y Jiménez Díaz. R. M. 1997. Agricultura Sostenible. Agrofuturo. Ediciones Mundi – Prensa. España.
- Letayf Acar. J. y González González. C. 1994. Seguridad, Higiene y Control Ambiental. McGRAW – HILL INTERAMERICANA. México.
- Leopold S, G. 1994. Matriz De Importancia de Impacto. Metodología General. España
- Legg, Brian J. et. al. 1993. Feeding the World, Can Engineering Help? Fourth Erasmus Darwin Memorial Lecture.
- Leyva, O.; L. Parra; M. Serrano; B. Gaskin; M. Camps. 2000. Reducción del esfuerzo de tracción en escarificadores. Agricultura 69 (819): 686- 687, septiembre. España.
- Leyva, O.; L. Parra; A. Ortiz; D. Font. 2003. Multilabrador UDG- 3,2 para laboreo mínimo y atenciones culturales en caña de azúcar y otras plantaciones en hileras. CD-R METÁNICA 2003. 8va. Convención y Feria de las Industrias Metalúrgica, Mecánica y del Reciclaje. ISBN-1607-6281. La Habana, Cuba, julio, 14- 18.
- Leyva, et. al. 1989. Determinación de la composición más idónea para una máquina compleja de preparación abreviada de suelos y cultivos en caña de azúcar. Ciencias Técnicas Agropecuarias\_(Cuba) 2(2): 73-77.
- Leyva, O.; A. Figueredo; L. R. Parra; T. Arcia. 2000. Laboreo mínimo y desarrollo del sistema radical de la caña de azúcar. Revista ATAC (Cuba) (1): 2.
- Mateo Box. J. M. et al. 1995. Manual de Prácticas y Actuaciones Agroambientales. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias. Editorial Agrícola Española. Ediciones Mundi – Prensa. España.
- Mayor .F y Obasi. G.O.P. 1997. ¿Hay suficiente agua en el mundo? OMM/UNESCO.OMM-Nº 857.  
[http://www.unesco.org/science/waterday2000/WMO-No.857\\_pdf](http://www.unesco.org/science/waterday2000/WMO-No.857_pdf)
- [Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Estrategia Ambiental Nacional 2005 / 2010. Borrador para discusión 21 de abril de 2004. Cuba.](#)
- "MENS", Nº 13. 1994. Cáncer y el medio ambiente. Bélgica. En Folleto de Greenpeace "El cloro está en todas partes".
- Márquez Luís. La Mecanización que viene

- Norma Cubana NC-ISO 14001: 1998. Sistemas de gestión ambiental. Especificación y directrices para su uso.
- Norma Cubana NC-ISO 14004:1998. Sistemas de gestión ambiental directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
- Norma Cubana NC-ISO 14010: 1998. Directrices para las auditorías ambientales. Principios generales.
- Norma Cubana NC-ISO 14011: 1998. Directrices para las Auditorías Ambientales. Procedimientos de auditorías. Auditorías de sistemas de gestión ambiental.
- Norma Cubana NC-ISO 14012: 1998. Directrices para las auditorías ambientales. Criterios de calificación para los auditores ambientales.
- Norma Cubana NC 18000: 2005.Seguridad y salud en el trabajo—sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo—vocabulario.
- Norma Cubana NC-ISO 19011:2004. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental
- OCDE.1982. Eutrophication of water.monitoring,assesment and control. Final Report. Environment Directorate. Paris.
- Peláez Orfilio. 2005. Ozono bajo pesquisa. Periódico. Granma Cuba. 24 de Noviembre
- Pérez Hidalgo A. y Montesinos Rivero. D. 2002. Metodología sobre la técnica de evaluación de impacto ambiental. Universidad de Granma. Cuba.
- Por las víctimas del agente naranja. Periódico Granma. Cuba 12 agosto de 2006.
- Programa Nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en la República de Cuba. 2003. Grupo Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía.
- Quesada Matos Romilio. 1997. Máquina para la preparación abreviada de suelos. Tesis presentada en opción al título de Master en Ingeniería en Maquinaria Agrícola. Universidad de Holguín. Cuba.
- Reyes Mora. F. 1980. Investigación sobre distintas formas de preparación de suelos antes de la siembra de caña de azúcar en condiciones de Cuba. Plovdiv, Bulgaria. Tesis en opción al título de Candidato a Doctor en Ciencias.
- Ricardo Alt. Es hora de la cero labranza.  
<http://www.australosorno.cl/site/edic/20030326060525/pags/20030326062044>.html

- Ríos Arcadio. 2004. Mecanización con Tracción Animal. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria. La Habana. Cuba.
- Ruido y Vibraciones. 1972. Legislación estatal básica. Decreto 1439/1972, de 25 de mayo, sobre homologación de automóviles respecto al ruido (BOE núm. 138, de 9 de junio). España.
- Simeón Rosa Elena. 2001. Principales afectaciones al medio a escala mundial. Entrevista Periódico Granma. Cuba. 5 de junio.
- Turrini. Enrrico. 2006. El Camino del Sol. Editorial Cubasolar. Ciudad de la Habana.
- UNESCO. 2000. Earth's water resources: time and space variability.  
<http://www.unesco.org/science/waterday2000/Variabilidad.htm>

## BIOGRAFÍA DEL Dr. C. FÉLIX REYES MORA

Nació en la ciudad de Guantánamo, Cuba el 27 de febrero del año 1939.

Al concluir sus estudios primarios y secundarios satisfactoriamente, se traslada a la capital, donde cursa la Escuela Técnica Industrial de la Habana. Es seleccionado para calificarse como Técnico Mecánico de Tractores, en la Unión de Republicas Socialistas Soviéticas (URSS) país al que viaja en 1963, y más tarde, en 1969, se gradúa de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Central de Las Villas.

Durante su vida laboral, se desempeña como obrero en el taller del Centro Experimental de la Universidad de la Habana y como profesor en la Escuela Tecnológica Agrícola de La Habana; ocupa los cargos de Jefe de Departamento de Maquinaria en la Universidad Central de Las Villas. En la Universidad de Oriente funge como Director de Cursos Dirigidos de la Escuela de Agronomía.

En 1976 se incorpora al recién creado Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de Bayamo (ISCAB) hoy Universidad de Granma, donde desarrolla diversas actividades de investigación y dirección docente, además de ser Profesor Principal de las Asignaturas de Mecanización.

En esta etapa trabajó febrilmente en el desarrollo de investigaciones sobre sistemas de máquinas para el laboreo del suelo, en las que basó la tesis para la defensa de su candidatura al grado científico de Doctor en Ciencias, creando el prototipo de una nueva máquina para la preparación de suelos pesados (laboreo mínimo) para caña de azúcar.

Desde 1977, el profesor Félix Reyes ostentaba la condición de militante del Partido Comunista de Cuba.

Félix Reyes fue el primer docente del ISCAB al que se le otorga a Categoría Docente Principal de Profesor Auxiliar y a su vez fue el presidente del primer tribunal que desarrolló el primer proceso de otorgamiento de Categoría Docente Principal de Asistente en el claustro de dicho instituto.

Concluyó sus estudios de Postgrado en Bulgaria con resultados satisfactorios, alcanzando el grado de Candidato a Doctor en Ciencias en Mecanización Agraria en junio de 1980, en la que propuso una nueva tecnología de preparación rápida y parcial de suelos en caña de azúcar, la cual consiste en preparar el suelo en franjas mediante

órganos fresadores y escarificadores, creando el prototipo de una máquina que aglutina en un mismo bastidor ambos tipos de órganos, con la peculiaridad de que la misma labora dos hileras en cada pasada y posee un tambor fresador de giro inverso al convencional y dos escarificadores vibratorios, por cada hilera.

A su regreso a la patria, en el trayecto Habana - Bayamo, muere en un trágico accidente automovilístico en unión de su esposa y otros familiares. Al morir deja dos hijos varones. Hijo legítimo de la clase obrera, como se expresó en el acto de inauguración de la Sala de Historia del ISCAB el día 9 de julio del 1982, formó parte del primer claustro de ese alto centro docente y contribuyó decisivamente a la formación de técnicos revolucionarios de nivel superior, siendo a la vez fundador de la Enseñanza Agropecuaria en la zona oriental del país, y un contribuyente eficaz en el desarrollo científico técnico de la Mecanización Agrícola en Cuba.

La maqueta experimental por él elaborada, fue perfeccionada y evaluada en el CAI “José N. Figueredo” y nombrada **FR-1** en honor a su nombre, por el Grupo de Laboreo formado por profesores y estudiantes de la Carrera de Mecanización Agropecuaria. A la misma se le otorgó la **Patente No. 21 795**, titulada: “Método y Máquina para la Preparación Abreviada de Suelos y Cultivos de caña” dado en La Habana, a 14 de enero de 1988.

El Grupo de Laboreo continuó trabajando, basado en sus principios y ha desarrollado un nuevo prototipo de máquina de laboreo mínimo denominado “Multilabrador UDG-3,2” a la que se le otorgó la patente: Certificado de Invención. Máquina Combinada para laboreo mínimo y atenciones culturales en caña de azúcar y otras plantaciones en hileras. **Certificado No. 22936**. Concedido por Resolución No. 2457/2003. Ciudad de La Habana, Cuba, 27 de octubre de 2003 lo que constituye un resultado científico importante de la Universidad de Granma y el territorio. Actualmente se desarrollan varias tesis de maestrías y doctorado relacionadas con el laboreo. Todo esto permite mantener latente el recuerdo de aquel que es parte de nuestra historia.

Actualmente la Sala de Historia de la Universidad de Granma lleva su nombre, así como la Cátedra Honorífica de la Facultad de Ingeniería, la cual promueve su vida y obra, dando continuidad a los estudios sobre la preparación de suelos y el laboreo mínimo en particular.

Amigos y compañeros de trabajo recuerdan a Félix Reyes como un trabajador infatigable, como un profesor excelente. Su sencillez, modestia, espíritu de trabajo, su disposición a la superación constante, sus relaciones humanas y el alto nivel científico técnico del que era poseedor, le hicieron gozar de gran respeto, estimación y cariño entre todos los que lo conocieron.

## Palabras del Dr. Fidel Castro Ruz presidente de la República de Cuba en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra). Río de Janeiro Brasil el 12 de Junio de 1992.



Sr. Presidente de Brasil Fernando Collor de Mello;

Sr. Secretario General de las Naciones Unidas Butros Ghali.

Excelencias:

Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre.

Ahora tomamos conciencia de este problema cuando casi es tarde para impedirlo.

Es necesario señalar que las sociedades de consumo son las responsables fundamentales de la atroz destrucción del medio ambiente. Ellas nacieron de las antiguas metrópolis coloniales y de políticas imperiales que, a su vez, engendraron el atraso y la pobreza que hoy azotan a la inmensa mayoría de la humanidad. Con solo el 20 % de la población mundial, ellas consumen las dos terceras partes de los metales y las tres cuartas partes de la energía que se produce en el mundo. Han envenenado los mares y ríos, han contaminado el aire, han debilitado y perforado la capa de ozono, han saturado la atmósfera de gases que alteran las condiciones climáticas con efectos catastróficos que ya empezamos a padecer.

Los bosques desaparecen, los desiertos se extienden, miles de millones de toneladas de tierra fértil van a parar cada año al mar. Numerosas especies se extinguen. La presión poblacional y la pobreza conducen a esfuerzos desesperados para sobrevivir aun a costa de la naturaleza. No es posible culpar de esto a los países del Tercer Mundo, colonias de ayer, naciones explotadas y saqueadas hoy por un orden económico mundial injusto.

La solución no puede ser impedir el desarrollo a los que más lo necesitan. Lo real es que todo lo que contribuya hoy al subdesarrollo y a la pobreza constituye una violación flagrante de la ecología. Decenas de millones de hombres, mujeres y niños mueren cada

año en el Tercer Mundo a consecuencia de esto, más que en cada una de las dos guerras mundiales. El intercambio desigual, el proteccionismo y la deuda externa agreden la ecología y propician la destrucción del medio ambiente.

Si se quiere salvar a la humanidad de esa auto destrucción, hay que distribuir mejor las riquezas y tecnologías disponibles en el planeta. Menos lujo y menos despilfarro en unos pocos países para que haya menos pobreza y menos hambre en gran parte de la tierra. No más transferencia al Tercer Mundo de estilos de vida y hábitos de consumo que arruinan al medio ambiente. Hágase más racional la vida humana. Aplíquese un orden económico internacional justo. Utilícese toda la ciencia necesaria para el desarrollo sostenido sin contaminación. Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa. Desaparezca el hambre y no el hombre.

Cuando las supuestas amenazas del comunismo has desaparecido y no quedan ya pretextos para guerras frías, carreras armamentistas y gastos militares ¿qué es lo que impide dedicar de inmediato esos recursos a promover el desarrollo del Tercer Mundo y combatir la amenaza de destrucción ecológica del planeta?

Cesen los egoísmos, cesen los hegemonismos, cesen la insensibilidad, la irresponsabilidad y el engaño. Mañana será demasiado tarde para hacer lo debimos haber hecho hace mucho tiempo.

Gracias.

## **Ley No. 81. DEL MEDIO AMBIENTE**

**GACETA OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CUBA**

**EDICION EXTRAORDINARIA, LA HABANA, 11 DE JULIO DE 1997, AÑO XCV**

Número 7      Página 47

**ASAMBLEA NACIONAL DEL PODER POPULAR**

**RICARDO ALARCON DE QUESADA, Presidente de la Asamblea Nacional del Poder Popular de la República de Cuba.**

HAGO SABER: Que la Asamblea Nacional del Poder Popular, en sesión del día 11 de julio de 1997, correspondiente al IX Período Ordinario de Sesiones de la Cuarta Legislatura, ha aprobado lo siguiente:

POR CUANTO: Cuba presta especial atención a la protección del medio ambiente en el contexto de una política de desarrollo consagrada en la obra revolucionaria iniciada en 1959, como expresión de lo cual, el Artículo 27 de la Constitución de la República postula que:

"El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política.

Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza"

POR CUANTO. Las acciones ambientales en Cuba se sustentan en las concepciones marxistas acerca de las relaciones del hombre con la naturaleza y en las ricas tradiciones que asocian nuestra historia con una cultura de la naturaleza.

POR CUANTO: Es necesario consagrar, como un derecho elemental de la sociedad y los ciudadanos, el derecho a un medio ambiente sano y a disfrutar de una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza, en tanto los seres humanos constituyen el objetivo esencial del desarrollo sostenible.

POR CUANTO: La protección del medio ambiente constituye un factor relevante a los fines de la defensa nacional y una garantía para nuestra soberanía, en tanto contribuye a asegurar la disponibilidad de los recursos naturales indispensables para la satisfacción de las necesidades básicas de la población y facilitan la existencia de hábitats temporales para grandes núcleos poblacionales, lo que puede devenir factor relevante ante situaciones excepcionales.

POR CUANTO: La Ley 33 “De Protección del Medio Ambiente y el Uso Racional de los Recursos Naturales”, de 10 de enero de 1981, representa una temprana e importante expresión normativa de los principios de la política ambiental cubana que sentó las bases para el desarrollo del ordenamiento jurídico nacional en esta esfera, no obstante lo cual, las actuales condiciones de desarrollo económico y social demandan un marco legal más acorde con las nuevas realidades, en tanto la citada legislación ha sido en buena medida sobrepasada por los más recientes avances en materia ambiental, en el ámbito nacional e internacional, y requiere ser sustituida por un instrumento jurídico que refleje, de modo más adecuado, las exigencias de la protección del medio ambiente y la consecución del desarrollo sostenible.

POR CUANTO: Se requiere asimismo actualizar los principios, objetivos y conceptos básicos de la política ambiental cubana, el marco institucional y los instrumentos para su materialización, las atribuciones, funciones y deberes de los órganos y organismos estatales y en general, los derechos y obligaciones de las personas naturales y jurídicas.

POR TANTO: La Asamblea Nacional del Poder Popular, en uso de las atribuciones que le están conferidas en el Artículo 75, inciso b) de la Constitución de la República, acuerda la siguiente:

## **TITULO PRIMERO**

### **DENOMINACIÓN, PRINCIPIOS, CONCEPTOS BÁSICOS Y OBJETIVOS**

#### **Capítulo I**

##### **Denominación y Principios**

ARTICULO 1.- La presente Ley se denomina Ley del Medio Ambiente y tiene como objeto establecer los principios que rigen la política ambiental y las normas básicas para regular la gestión ambiental del Estado y las acciones de los ciudadanos y la sociedad en general, a fin de proteger el medio ambiente y contribuir a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible del país.

ARTÍCULO 2.- El medio ambiente es patrimonio e interés fundamental de la nación. El Estado ejerce su soberanía sobre el medio ambiente en todo el territorio nacional y en tal sentido tiene el derecho de aprovechar los recursos que lo componen según su política ambiental y de desarrollo.

ARTICULO 3.- Es deber del Estado, los ciudadanos y la sociedad en general proteger el medio ambiente mediante:

- a) Su conservación y uso racional;
- b) La lucha sistemática contra las causas que originan su deterioro;
- c) Las acciones de rehabilitación correspondientes;
- d) El constante incremento de los conocimientos de los ciudadanos acerca de las interrelaciones del ser humano, la naturaleza y la sociedad.
- e) La reducción y eliminación de las modalidades de producción y consumo ambientalmente insostenibles;
- f) El fomento de políticas demográficas adecuadas a las condiciones territoriales.

ARTÍCULO 4.- Las acciones ambientales para un desarrollo sostenible se basan en los requerimientos del desarrollo económico y social del país y están fundadas en los principios siguientes:

el Estado establece y facilita los medios y garantías necesarias para que sea protegido de manera adecuada y oportuna el derecho a un medio ambiente sano es un derecho fundamental de todos los ciudadanos;

b) La protección del medio ambiente es un deber ciudadano.

c) Los recursos naturales deben aprovecharse de manera racional, previniendo la generación de impactos negativos sobre el medio ambiente.

d) La prioridad de la prevención mediante la adopción de medidas sobre una base científica y con los estudios técnicos y socioeconómicos que correspondan. En caso de peligro de daño grave o irreversible al medio ambiente, la falta de una certeza científica absoluta no podrá alegarse como razón para dejar de adoptar medidas preventivas.

e) Toda persona debe tener acceso adecuado, conforme a lo legalmente establecido al respecto, a la información sobre medio ambiente que posean por los órganos y organismos estatales.

f) Las obligaciones del Estado relativas a la protección del medio ambiente constituyen una responsabilidad, dentro de la esfera de sus respectivas competencias, de todos los órganos y organismos estatales, tanto nacionales como locales.

g) Los requerimientos de la protección del medio ambiente deben ser introducidos en todos los programas, proyectos y planes de desarrollo.

h) La educación ambiental se organiza y desarrolla mediante un enfoque interdisciplinario y transdisciplinario, propiciando en los individuos y grupos sociales el desarrollo de un pensamiento analítico, que permita la formación de una visión sistémica e integral del medio ambiente, dirigiendo en particular sus acciones a niños, adolescentes y jóvenes y a la familia en general.

i) La gestión ambiental es integral y transectorial y en ella participan de modo coordinado, los órganos y organismos estatales, otras entidades e instituciones, la sociedad y los ciudadanos en general, de acuerdo con sus respectivas competencias y capacidades.

j) La realización de actividades económicas y sociales por las personas naturales o jurídicas está condicionada por el interés social de que no se ejerza en perjuicio del medio ambiente.

k) El conocimiento público de las actuaciones y decisiones ambientales y la consulta de la opinión de la ciudadanía, se asegurará de la mejor manera posible; pero en todo caso con carácter ineludible.

l) Toda persona natural o jurídica, conforme las atribuciones que la Ley le franquee, debe contar con los medios adecuados y suficientes que le permitan accionar en la vía administrativa o judicial, según proceda, para demandar el cumplimiento de lo establecido en la presente Ley y en sus disposiciones complementarias.

m) El papel de la comunidad es esencial para el logro de los fines de la presente Ley, mediante su participación efectiva en la toma de decisiones y el desarrollo de procesos de autogestión orientados a la protección del medio ambiente y la elevación de la calidad de vida de los seres humanos.

ARTICULO 5.- El Estado promoverá y será partícipe en acuerdos y acciones internacionales para la protección del medio ambiente, en particular en aquellos que incluyan la región de América Latina y el Caribe, cooperando con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer el medio ambiente mundial y garantizar la instrumentación nacional de dichas decisiones.

ARTICULO 6.- Es deber del Estado, y de las personas naturales y jurídicas en general, participar en la prevención, mitigación y atención de los desastres naturales u otros tipos de catástrofes, en la solución de los problemas producidos por estos y en la rehabilitación de las zonas afectadas.

ARTÍCULO 7.- El Estado fijará en su presupuesto las asignaciones financieras para atender los requerimientos de los programas relativos al medio ambiente que resulten pertinentes, sin perjuicio de las responsabilidades que al respecto correspondan a otros órganos, organismos y entidades.

## **Capítulo II**

### **Conceptos básicos**

ARTÍCULO 8.- A los efectos de la presente Ley se entiende por:

**Agricultura sostenible**, sistema de producción agropecuaria que permite obtener producciones estables de forma económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente.

**Áreas protegidas**, partes determinadas del territorio nacional declaradas con arreglo a la legislación vigente, de relevancia ecológica, social e histórico-cultural para la nación, y en algunos casos de relevancia internacional, especialmente consagradas, mediante un manejo eficaz, a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y los recursos naturales, históricos y culturales asociados, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

**Autoridad competente**, es la facultada para la aplicación y la exigencia del cumplimiento de lo dispuesto en la presente Ley y su legislación complementaria.

**Costo ambiental**, es el asociado al deterioro actual o prospectivo de los recursos naturales.

**Daño ambiental**, toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes, que se produce contraviniendo una norma o disposición jurídica.

**Desarrollo sostenible**, proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

**Desechos peligrosos**, aquellos provenientes de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o cualquier otra, representen un peligro para la salud humana y el medio ambiente.

**Desechos radiactivos**, aquellos que contienen o están contaminados con radionucleidos que se encuentran en concentraciones o con actividades superiores a los niveles establecidos por la autoridad competente.

**Diversidad biológica**, variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y complejos

ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Ecosistema**, sistema complejo con una determinada extensión territorial, dentro del cual existen interacciones de los seres vivos entre sí y de estos con el medio físico o químico.

**Educación ambiental**, proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y actitudes y en la formación de valores, se armonicen las relaciones entre los seres humanos y de ellos con el resto de la sociedad y la naturaleza, para propiciar la orientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible.

**Estrategia Ambiental Nacional**, expresión de la política ambiental cubana, en la cual se plasman sus proyecciones y directrices principales.

**Estudio de impacto ambiental**, descripción pormenorizada de las características de un proyecto de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, incluyendo su tecnología y que se presenta para su aprobación en el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental del proyecto y describir las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar los efectos adversos, así como el programa de monitoreo que se adoptará;

**Evaluación de impacto ambiental**, procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que traerían consigo tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas.

**Gestión ambiental**, conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental

establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana.

**Inspección ambiental estatal**, actividad de control, fiscalización y supervisión del cumplimiento de las disposiciones y normas jurídicas vigentes en materia de protección del medio ambiente, con vista a evaluar y determinar la adopción de las medidas pertinentes para garantizar dicho cumplimiento.

**Licencia ambiental**, documento oficial, que sin perjuicio de otras licencias, permisos y autorizaciones que de conformidad con la legislación vigente corresponda conceder a otros órganos y organismos estatales, es otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente para ejercer el debido control al efecto del cumplimiento de lo establecido en la legislación ambiental vigente y que contiene la autorización que permite realizar una obra o actividad.

**Medio ambiente**, sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades.

**Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo**, proyección concreta de la política ambiental de Cuba, que contiene lineamientos para la acción de los que intervienen en la protección del medio ambiente y para el logro del desarrollo sostenible. Constituye la adecuación nacional de la Agenda 21.

**Recursos marinos**, la zona costera y su zona de protección, bahías, estuarios y playas, la plataforma insular, los fondos marinos y los recursos naturales vivos y no vivos contenidos en las aguas marítimas, fondos y subsuelos marinos y las zonas emergidas.

**Recursos naturales**, todos los componentes del medio ambiente, renovables o no renovables, que satisfacen necesidades económicas, sociales, espirituales, culturales y de la defensa nacional, garantizando el equilibrio de los ecosistemas y la continuidad de la vida en la tierra.

**Recursos paisajísticos**, entornos geográficos, tanto superficiales como subterráneos o subacuáticos, de origen natural o antrópico, que ofrecen interés estético o constituyen ambientes característicos.

**Sistema Nacional de Áreas Protegidas**, conjunto de áreas protegidas que ordenadamente relacionadas entre sí, interactúan como un sistema territorial que, a partir

de la protección y manejo de sus unidades individuales, contribuyen al logro de determinados objetivos de protección del medio ambiente.

**Variable ambiental**, elemento del medio ambiente susceptible de ser medido o evaluado por diferentes métodos cualitativos o cuantitativos.

### **Capítulo III**

#### **Objetivos**

ARTÍCULO 9.- Son objetivos de la presente Ley:

- a) Crear un contexto jurídico que favorezca la proyección y desarrollo de las actividades socioeconómicas en formas compatibles con la protección del medio ambiente.
- b) Establecer los principios que orienten las acciones de las personas naturales y jurídicas en materia ambiental, incluyendo los mecanismos de coordinación entre los distintos órganos y organismos para una gestión eficiente.
- c) Promover la participación ciudadana en la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.
- d) Desarrollar la conciencia ciudadana en torno a los problemas del medio ambiente, integrando la educación, la divulgación y la información ambiental.
- e) Regular el desarrollo de actividades de evaluación, control y vigilancia sobre el medio ambiente.
- f) Propiciar el cuidado de la salud humana, la elevación de la calidad de vida y el mejoramiento del medio ambiente en general.

### **TITULO SEGUNDO**

#### **MARCO INSTITUCIONAL**

ARTÍCULO 10.- Las atribuciones que de conformidad con esta Ley y con la legislación ambiental en general correspondan al Estado en materia de la gestión ambiental, serán ejercidas por los Organismos de la Administración Central del Estado, otros órganos estatales y los Organos Locales del Poder Popular.

ARTÍCULO 11.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, es el organismo de la Administración Central del Estado encargado de proponer la política ambiental y dirigir su ejecución sobre la base de la coordinación y control de la gestión ambiental del país, propiciando su integración coherente para contribuir al desarrollo sostenible.

ARTÍCULO 12.- Corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con otros órganos y organismos competentes:

- a) Controlar y perfeccionar sistemáticamente la Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y otros programas y estrategias requeridos para el desenvolvimiento de su función rectora.
- b) Participar, evaluar y controlar la realización, desarrollo y cumplimiento de otras estrategias sectoriales para la protección del medio ambiente y en particular las relativas a recursos naturales específicos.
- c) Coordinar e integrar la introducción de los aspectos requeridos para la protección del medio ambiente en las acciones de los órganos y organismos estatales, a cuyos fines podrá solicitar y obtener la información correspondiente y formular las recomendaciones pertinentes al propio órgano u organismo o al Consejo de Ministros, según proceda.
- d) Aprobar o proponer, según sea el caso y evaluar y exigir el cumplimiento de las regulaciones establecidas para la protección del medio ambiente, demandando la realización de las acciones que a esos fines correspondan.
- e) Proponer regulaciones de carácter económico dirigidas al uso racional de los recursos naturales y evaluar sus efectos sobre el medio ambiente.
- f) Conciliar discrepancias entre los órganos, organismos y otras entidades en relación con la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, adoptando las decisiones pertinentes o elevando al Gobierno las propuestas de medidas que correspondan, en los casos en que no se logre la debida conciliación.
- g) Dirigir, evaluar y controlar la vigilancia meteorológica, del clima, de la composición química y de la contaminación general de la atmósfera; la vigilancia radiológica ambiental y el servicio sismológico, así como los estudios de peligrosidad sísmica, meteorológica y radiológica.

- h) Instrumentar la política ambiental en materia de seguridad biológica y seguridad nuclear y controlar su implementación.
- i) Proponer, controlar y evaluar, con carácter permanente o temporal, regímenes especiales de manejo y protección, respecto a determinadas áreas o recursos, cuando razones de orden ambiental lo justifiquen.
- j) Dirigir y controlar las actividades relacionadas con las áreas protegidas.
- k) Proponer, evaluar y controlar programas y proyectos en materia de información ambiental.
- l) Aplicar en la esfera de su competencia y velar por la aplicación general de la presente Ley.
- m) Otras que se le asignen por la legislación vigente.

ARTÍCULO 13.- Los Organismos de la Administración Central del Estado y en particular los que tienen a su cargo la rectoría, control estatal, uso y administración de recursos naturales, en cumplimiento de sus deberes, atribuciones y funciones específicas relativas a la protección del medio ambiente, deben:

- a) Incorporar y evaluar los requerimientos de la protección del medio ambiente en sus políticas, planes y programas de desarrollo.
- b) Ejecutar proyectos con vista a garantizar la sostenibilidad de su gestión y contribuir al desarrollo de la vida en un medio ambiente adecuado, valorando científicamente los factores ambientales.
- c) Elaborar o proponer, según corresponda, y ejecutar las estrategias ambientales sectoriales.
- d) Dictar disposiciones y velar por su cumplimiento.
- e) Cumplir y hacer cumplir, en la esfera de su competencia, las disposiciones establecidas en materia de protección del medio ambiente.
- f) Adoptar medidas de conservación y transformación planificadas en la utilización de los recursos naturales, desarrollando los sistemas de vigilancia y control requeridos.
- g) Participar en la elaboración y ejecución de estrategias nacionales, regionales e internacionales para la protección del medio ambiente.

h) Proponer y controlar sobre bases científicas el cumplimiento de las normas técnicas requeridas para la protección del medio ambiente, en particular las encaminadas a:

- Establecer los niveles adecuados de calidad ambiental.
- Determinar categorías de fuentes de emisiones de contaminantes y cuerpos receptores.
- Determinar los límites permisibles de cargas contaminantes.
- Establecer los requisitos, procedimientos y otras especificaciones que deban cumplirse en el desarrollo de actividades que originen emisiones o depósitos susceptibles de producir daños al medio ambiente.

i) Propiciar las condiciones técnicas que permitan monitorear los efluentes y emanaciones de las actividades a su cargo.

j) Desarrollar y aplicar medidas de autorregulación.

k) Promover y realizar investigaciones encaminadas a lograr una gestión ambiental adecuada.

l) Propiciar medidas para incorporar la dimensión ambiental en la planificación económica y financiera de proyectos de obras y actividades.

m) Velar, en la esfera de su competencia, por el aprovechamiento, movimiento, tratamiento y disposición final de los desechos generados en los procesos productivos.

n) Elaborar, participar y ejecutar, conforme establezca el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil los planes para la prevención y enfrentamiento de desastres naturales u otros tipos de catástrofes que dañen el medio ambiente, proponiendo las normas que correspondan.

o) Garantizar la adecuada gestión de las áreas protegidas a su cargo.

p) Realizar actividades de educación ambiental en la esfera de su competencia.

q) Coordinar y colaborar con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y otros órganos y organismos estatales, en el cumplimiento de la política ambiental nacional.

ARTICULO 14.- Lo dispuesto en el artículo anterior se aplica también, conforme corresponda, a las empresas y demás personas jurídicas, nacionales o extranjeras, las que desarrollarán medidas y programas para la protección del medio ambiente y establecerán los mecanismos que, sin perjuicio de las responsabilidades estatales correspondientes, coadyuven al control de dicha actuación.

ARTÍCULO 15.- Corresponde a los Órganos Locales del Poder Popular, en sus instancias respectivas, dirigir, coordinar y controlar en lo que a ellos compete y conforme a la legislación vigente, las acciones en materia de:

- a) Evaluación de las prioridades ambientales del territorio y los planes pertinentes para su gestión.
- b) Ordenamiento territorial.
- c) Uso del suelo, forestación, reforestación, vías de circulación, construcciones, servicios públicos y saneamiento.
- ch) Protección de las fuentes de abastecimiento de agua.
- d) Protección del medio ambiente en los asentamientos humanos, en relación con los efectos derivados de los servicios comunales, el tránsito de vehículos y el transporte local.
- e) Creación y mantenimiento de áreas verdes.
- f) Identificación de las áreas protegidas del territorio, participación en la propuesta de su aprobación y apoyo a la gestión de su administración.
- g) Prevención, control y rehabilitación con respecto a la ocurrencia de desastres naturales u otros tipos de catástrofes, incluyendo la previsión de los recursos necesarios a estos fines.
- h) Preservación del patrimonio cultural asociado al entorno natural.

ARTICULO 16.- Los Órganos Locales del Poder Popular podrán proponer a los órganos y organismos competentes el establecimiento en sus respectivos territorios, en atención a su situación particular, de normas y parámetros ambientales más rigurosos o específicos que los establecidos a nivel nacional.

ARTÍCULO 17.- Corresponde al Consejo de Ministros o a su Comité Ejecutivo:

- a) Aprobar y evaluar la Estrategia Ambiental Nacional y el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo, proponiendo las acciones que estime pertinente para el logro de sus metas y objetivos.
- b) Dirimir discrepancias entre organismos u órganos de gobierno, de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley.

- c) Declarar las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento.
- d) Realizar cuantas otras declaraciones relativas a áreas, ecosistemas o recursos específicos sean necesarias para el cumplimiento de los objetivos expresados en la presente Ley.

## **TITULO TERCERO**

### **INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA Y LA GESTION AMBIENTAL.**

ARTICULO 18.- La política ambiental cubana se ejecuta mediante una adecuada gestión que utiliza los instrumentos siguientes:

- a) La Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social.
- b) La presente Ley, su legislación complementaria y demás regulaciones legales destinadas a proteger el medio ambiente, incluidas las normas técnicas en materia de protección ambiental.
- c) El ordenamiento ambiental.
- d) La licencia ambiental.
- e) La evaluación de impacto ambiental.
- f) El sistema de información ambiental.
- g) El sistema de inspección ambiental estatal.
- h) La educación ambiental.
- i) La investigación científica y la innovación tecnológica.
- j) La regulación económica.
- k) El Fondo Nacional del Medio Ambiente.
- l) Los regímenes de responsabilidad administrativa, civil y penal.

## **Capítulo I**

### **Planificación**

ARTICULO 19.- Todos los planes, programas y proyectos de desarrollo económico y social, sean de carácter nacional, provincial o municipal, deberán elaborarse o adecuarse, según proceda, en concordancia con los principios rectores de esta Ley, a las políticas,

estrategias y programas ambientales establecidos por las autoridades competentes y a las disposiciones que emanen de estas.

ARTÍCULO 20.- Las medidas destinadas a la protección del medio ambiente forman parte integrante y prioritaria de los planes para la ejecución de proyectos de obras o actividades.

## **Capítulo II**

### **Ordenamiento Ambiental**

ARTICULO 21.- El ordenamiento ambiental tendrá como objetivo principal asegurar el desarrollo sostenible del territorio, sobre la base de considerar integralmente, los aspectos ambientales y su vínculo con los factores económicos, demográficos y sociales, a fin de alcanzar la máxima armonía posible en las interrelaciones de la sociedad con la naturaleza, incluyendo:

- a) La naturaleza y las características de los diferentes ecosistemas.
- b) Las condiciones de cada región y la delimitación de sus áreas en función de sus recursos naturales.
- c) Los desequilibrios ecológicos existentes por efecto de las actividades que se desarrollan, las características de los asentamientos humanos y los fenómenos naturales.
- d) El equilibrio indispensable entre las actividades humanas y sus condiciones ambientales.
- e) Las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento.
- f) La interdependencia del hombre con su entorno.
- g) El impacto ambiental de los nuevos asentamientos humanos, las obras de infraestructura y otras actividades conexas.
- h) Los requerimientos de la defensa nacional.

ARTÍCULO 22.- A fin de lograr el ordenamiento sostenible del territorio, el ordenamiento ambiental interactúa con el ordenamiento territorial, aportándole lineamientos, regulaciones y normas.

ARTÍCULO 23.- El Ministerio de Economía y Planificación, en estrecha coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos

pertinentes, desarrollará las acciones encaminadas a articular el ordenamiento territorial con los principios y objetivos establecidos en la presente Ley.

### **Capítulo III**

#### **Licencia Ambiental**

ARTICULO 24.- Toda actividad susceptible de producir efectos significativos sobre el medio ambiente o que requiera de un debido control a los efectos del cumplimiento de lo establecido por la legislación ambiental vigente, estará sujeta al otorgamiento de una licencia ambiental por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de conformidad con lo que al respecto estipule ese organismo, quien establecerá asimismo los tipos y modalidades de dicha licencia.

ARTICULO 25.- El otorgamiento de la licencia ambiental a que se refiere el artículo anterior está sujeto al pago de los gravámenes que al respecto se establezcan y no exime al licenciario de la obligación de proteger de manera efectiva el medio ambiente, ni de las responsabilidades administrativas, civiles y penales en que pueda incurrir.

ARTICULO 26.- Los programas, obras o actividades que no cuenten con la licencia ambiental, cuando correspondiere, o no cumplan las exigencias y controles que en ésta se fijen, podrán ser suspendidas temporal o definitivamente por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, sin perjuicio de que se hagan efectivas las responsabilidades correspondientes.

### **Capítulo IV**

#### **Evaluación de Impacto Ambiental**

ARTICULO 27.- El proceso de evaluación de impacto ambiental comprende:

- a) La solicitud de licencia ambiental.
- b) El estudio de impacto ambiental, en los casos en que proceda.
- c) La evaluación propiamente dicha, a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

d) El otorgamiento o no de la licencia ambiental.

ARTICULO 28.- Será obligatorio someter a la consideración del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, a fin de que se efectúe el proceso de evaluación de impacto ambiental correspondiente, los nuevos proyectos de obras o actividades que a continuación se relacionan:

a) Presas o embalses, canales de riego, acueductos y obras de drenaje, dragado, u otras que impliquen la desecación o alteración significativa de cursos de agua.

b) Plantas siderúrgicas integradas.

c) Instalaciones químicas o petroquímicas integradas.

d) Instalaciones destinadas al manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de desechos peligrosos.

e) Actividades mineras.

f) Centrales de generación eléctrica, líneas de transmisión de energía eléctrica o sus subestaciones.

g) Centrales de generación nucleoelectrica y otros reactores nucleares, incluidas las instalaciones de investigación para la producción y transformación de materiales fisionables y las zonas e instalaciones para la disposición final de los desechos asociados a estas actividades;

h) Construcción de líneas ferroviarias, terraplenes, pedraplenes, rutas, autopistas, gasoductos y oleoductos.

i) Aeropuertos y puertos.

j) Refinerías y depósitos de hidrocarburos y sus derivados.

k) Instalaciones para la gasificación y licuefacción de residuos de hidrocarburos.

l) Instalaciones turísticas, en particular las que se proyecten en ecosistemas costeros.

m) Instalaciones poblacionales masivas.

n) Zonas francas y parques industriales.

o) Agropecuarias, forestales, acuícola y de maricultivo, en particular las que impliquen la introducción de especies de carácter exótico, el aprovechamiento de especies naturales de difícil regeneración o el riesgo de la extinción de especies.

- p) Cambios en el uso del suelo que puedan provocar deterioros significativos en este o en otros recursos naturales o afectar el equilibrio ecológico.
- q) Colectores y emisores de efluentes sanitarios urbanos.
- r) Perforación de pozos de extracción de hidrocarburos.
- s) Hospitales y otras instalaciones de salud.
- t) Obras relativas a la biotecnología, productos y procesos biotecnológicos.
- u) Rellenos sanitarios.
- v) Cementerios y crematorios.
- w) Obras o actividades en áreas protegidas no contempladas en sus planes de manejo.
- x) Industria azucarera y de sus derivados.
- y) Industrias metalúrgicas, papeleras y de celulosa, de bebidas, lácteas y cárnicas, cementeras y automotoras.
- z) Cualesquiera otras que tengan lugar en ecosistemas frágiles, alteren significativamente los ecosistemas, su composición o equilibrio o afecten el acceso de la población a los recursos naturales y al medio ambiente en general.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los órganos y organismos correspondientes, establecerá, en los casos que se requiera, los parámetros para la determinación de las categorías de obras contempladas en el presente artículo que deberán ser sometidas al proceso de evaluación de impacto ambiental.

ARTÍCULO 29.- Podrá también exigirse el proceso de evaluación de impacto ambiental respecto a:

- a) La expansión o modificación de actividades existentes y en los casos de reanimación productiva de actividades actualmente detenidas que así lo requieran, lo cual abarca los cambios tecnológicos en los procesos existentes, en el empleo de materias primas o fuentes de energía y en general, todo lo que signifique una variación de la naturaleza que pueda ocasionar un impacto ambiental.
- b) Las obras o actividades en curso que, aún no encontrándose en el supuesto señalado en el inciso anterior, requieran ser sometidas a dicho proceso por generar un impacto negativo de significación.

ARTICULO 30.- El costo de elaboración del estudio de impacto ambiental, así como el de las medidas de monitoreo, mitigación, rehabilitación u otras requeridas para el desempeño ambientalmente adecuado de la obra o actividad, estará a cargo de las personas que detenten su titularidad.

Excepcionalmente, y previa aprobación del Ministerio de Finanzas y Precios, los costos podrán ser asumidos por el Presupuesto estatal.

ARTÍCULO 31.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los órganos y organismos competentes, podrá someter a evaluaciones de impacto ambiental los planes o políticas de desarrollo urbano o industrial, de manejo forestal, hídricas, de desarrollo turístico, minero, pesquero y de manejo del suelo. Este proceso de evaluación no requiere del otorgamiento de una licencia ambiental.

ARTÍCULO 32.- Todas las personas naturales y jurídicas que participen de cualquier modo en el proceso de evaluación de impacto ambiental responden por la veracidad de la información aportada y por las consecuencias que se deriven de su ocultamiento o falsedad.

ARTÍCULO 33.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y el Ministerio de Economía y Planificación, establecerán las coordinaciones correspondientes para la adecuada integración del proceso de evaluación de impacto ambiental con el proceso inversionista.

## **Capítulo V**

### **Sistema Nacional de Información Ambiental**

ARTÍCULO 34.- El Sistema Nacional de Información Ambiental tiene como objetivo esencial garantizar al Estado, al Gobierno y a la sociedad en general la información requerida para el conocimiento, la evaluación y la toma de decisiones relativas al medio ambiente.

ARTÍCULO 35.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en estrecha coordinación con el Ministerio de Economía y Planificación y demás órganos y organismos competentes, es el encargado de dirigir y controlar las acciones del Sistema Nacional de Información Ambiental, a cuyo fin establecerá los indicadores ambientales pertinentes.

ARTICULO 36.- Los órganos y organismos estatales están obligados a mantener y facilitar, cuando se le requiera por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, toda la información contenida en los indicadores para el funcionamiento del Sistema Nacional de Información Ambiental, a los efectos de evaluar y diagnosticar la situación ambiental existente, sin que medie pago alguno y sin perjuicio de los derechos de propiedad intelectual reconocidos.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente controlará y difundirá gratuitamente esta información a los órganos y organismos estatales que la interesen a los fines del ejercicio de sus funciones y atribuciones y en cumplimiento de las obligaciones que les vienen encomendadas.

ARTÍCULO 37.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, establecerá los mecanismos y procedimientos para el acceso público a la información contenida en el Sistema y procurará su difusión periódica mediante diferentes vías.

ARTÍCULO 38.- Lo dispuesto en el presente capítulo obra sin perjuicio de:

- a) Las disposiciones legales vigentes relativas al Secreto Estatal.
- b) Los sistemas de información a cargo de otros órganos y organismos estatales.

## **Capítulo VI**

### **Sistema de Inspección Ambiental**

ARTÍCULO 39.- La Inspección Ambiental Estatal se concibe como un sistema compuesto por:

- a) La Inspección Ambiental Estatal a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y en la que participan los órganos y organismos convocados por este.

b) Las inspecciones estatales que desarrollan otros órganos y organismos del Estado, cuya actividad repercute sobre la protección del medio ambiente.

ARTÍCULO 40.- Los órganos y organismos estatales que participan en el Sistema de Inspección Ambiental Estatal incluirán en sus sistemas de inspección los aspectos requeridos para garantizar la protección del medio ambiente en sus respectivas esferas, para lo cual actuarán en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

ARTICULO 41.- Las personas naturales o jurídicas que sean objeto de la Inspección Ambiental Estatal estarán obligadas a permitir a la autoridad competente el acceso al lugar o los lugares a ser inspeccionados así como a proporcionar toda clase de información que conduzca a la verificación del cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones ambientales vigentes, salvo aquella legalmente reconocida como confidencial, a la que sólo se accederá en los términos y condiciones establecidos en la legislación correspondiente.

ARTÍCULO 42.- La autoridad competente señalará cuando sea preciso, en base al resultado de la inspección, las medidas correctivas de adecuación a las disposiciones ambientales y el plazo fijado para cumplirlas y pondrá en conocimiento de los órganos de la Fiscalía General de la República aquellas acciones u omisiones detectadas que pudieran resultar constitutivas de delito.

ARTICULO 43.- Cuando se detecten situaciones de peligro o daño al medio ambiente, la autoridad competente podrá disponer, conforme a los niveles que para el ejercicio de estas facultades se establezcan y previo el cumplimiento de los demás requisitos legalmente establecidos, la paralización de procesos o actividades, el decomiso de productos, materiales o sustancias contaminantes y la clausura parcial o total de las instalaciones, así como promover cuantas medidas sean pertinentes para dar solución a las situaciones detectadas, incluyendo la rehabilitación de las condiciones previas al peligro o daño.

Contra la decisión de la autoridad competente caben los recursos que franquea la ley.

ARTÍCULO 44.- El Sistema de Inspección Ambiental Estatal promueve acciones de concertación, la autorregulación y los compromisos voluntarios por parte de las personas naturales o jurídicas, cuya actividad pueda repercutir de manera significativa sobre el medio ambiente.

ARTÍCULO 45.- Para los trabajos de inspección, la autoridad competente podrá apoyarse en organizaciones, asociaciones y otras instituciones reconocidas por la ley y en los ciudadanos en general que, con carácter de inspectores populares y previa determinación de su idoneidad, tendrán por misión colaborar en la vigilancia del cumplimiento de la presente Ley y demás disposiciones ambientales vigentes.

## **Capítulo VII**

### **Educación Ambiental**

ARTICULO 46.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente elaborará estrategias de educación ambiental y contribuirá a su implementación, promoviendo la ejecución de programas en todos los sectores de la economía y de los servicios, grupos sociales y la población en general.

A los efectos antes expresados, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente establecerá las coordinaciones correspondientes, con el Ministerio de Educación, el Ministerio de Educación Superior, el Ministerio de Cultura, los medios de difusión y otros órganos y organismos competentes.

ARTICULO 47.- Es responsabilidad de todos los órganos y organismos estatales, de acuerdo con las estrategias de educación ambiental y en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, promover y ejecutar actividades con sus trabajadores, grupos sociales o con la población con la que interactúan, para incrementar sus conocimientos sobre el medio ambiente y sus vínculos con el desarrollo y promover un mayor nivel de concientización en esta esfera.

ARTÍCULO 48.- Las instituciones que desarrollen programas de superación y capacitación con el personal dirigente, técnicos y trabajadores en general, incluirán en los mismos la temática ambiental y, en particular, los aspectos relacionados con los vínculos e influencia de su actividad productiva o de servicios, con la protección del medio ambiente.

ARTÍCULO 49.- El Ministerio de Educación y el Ministerio de Educación Superior, en coordinación con los demás órganos y organismos competentes, perfeccionarán continuamente la introducción de la temática ambiental en el Sistema Nacional de Educación.

ARTÍCULO 50.- El Ministerio de Educación Superior garantizará la introducción de la dimensión ambiental, a partir de los modelos del profesional y de los planes de estudios de pre y postgrado y de extensión y actividades docentes y extradocentes, dirigidas a la formación y el perfeccionamiento de los profesionales de todas las ramas.

ARTÍCULO 51.- Las instituciones recreativas, culturales y científicas, propiciarán según su competencia, el desarrollo de actividades en correspondencia con las estrategias de educación ambiental.

ARTÍCULO 52.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, propiciará y apoyará el desarrollo de tareas de educación y divulgación ambiental en las organizaciones, asociaciones y otras instituciones reconocidas por la ley, con particular atención a las organizaciones de masas, los comunicadores y las sociedades científicas.

ARTÍCULO 53.- Los medios de difusión masiva tendrán la responsabilidad de incorporar en el diseño y ejecución de su programación televisiva, radial y en la prensa plana, los temas ambientales que propicien una mayor información y conocimiento por la población, de las complejas interrelaciones y vínculos entre los procesos de desarrollo económico y social con la protección del medio ambiente, propiciando aumentar la cultura ambiental de la ciudadanía.

ARTÍCULO 54.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los Organos Locales del Poder Popular correspondientes, promoverá y apoyará las actividades educativas en la población, lo que incluye la ejecución de tareas de capacitación y autogestión ambiental comunitaria, vinculadas a las condiciones y necesidades de cada localidad.

ARTÍCULO 55.- Los órganos y organismos estatales, incorporarán a su actividad divulgativa y publicitaria, la temática de la protección, utilización y explotación racional de los recursos naturales específicos con los que están responsabilizados o vinculados en su actividad productiva o de servicios y la adecuada capacitación de los trabajadores a estos fines.

ARTÍCULO 56.- El Ministerio de Educación y el Ministerio de Educación Superior, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, podrán establecer cursos oficiales en materia ambiental, a los que resultará obligatorio someterse para el desempeño o realización de determinadas funciones o actividades.

## **Capítulo VIII**

### **Investigación Científica e Innovación Tecnológica**

ARTÍCULO 57.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los organismos y órganos competentes, desarrollará las acciones que correspondan para:

- a) Promover los estudios encaminados a ampliar los conocimientos sobre el estado de los recursos naturales y el medio ambiente en general;
- b) Fomentar y promover la investigación científica y la innovación tecnológica, que permitan el conocimiento y desarrollo de nuevos sistemas, métodos, equipos, procesos, tecnologías y dispositivos para la protección del medio ambiente, así como la adecuada evaluación de procesos de transferencia tecnológica.
- c) Promover que los proyectos de investigación científica o de innovación tecnológica que lo requieran, incluyan las consideraciones ambientales desde la etapa del diseño.

d) Desarrollar y aplicar las ciencias y las tecnologías que permitan prevenir, evaluar, controlar y revertir el deterioro ambiental, aportando alternativas de solución a los problemas vinculados a la protección del medio ambiente.

e) Promover el uso de tecnologías ambientalmente adecuadas que armonicen los métodos tradicionales con los requerimientos y exigencias del desarrollo sostenible.

f) Promover las investigaciones económicas y sociales requeridas para el logro de los fines propuestos.

ARTÍCULO 58.- Las personas naturales y jurídicas que por su actividad influyen sobre el medio ambiente tienen la obligación de incorporar los logros científicos y tecnológicos para alcanzar una mayor eficacia en las acciones encaminadas a la protección ambiental.

ARTÍCULO 59.- La formulación de políticas ambientales tomará como fundamentos, entre otros, los resultados del proceso de investigación científica e innovación tecnológica.

ARTICULO 60.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, establecerá las regulaciones que aseguren, en los casos que se estime conveniente, el derecho del Estado a participar y compatibilizar sus intereses en las investigaciones de índole ambiental que se autorice realizar a entidades extranjeras en el territorio nacional, incluyendo el mar territorial y la zona económica, así como a obtener los resultados de éstas.

## **Capítulo IX**

### **Regulación Económica**

ARTÍCULO 61.- El uso de la regulación económica como instrumento de la política y la gestión ambiental se concibe sobre la base del empleo, entre otras, de políticas tributarias, arancelarias o de precios diferenciados, para el desarrollo de actividades que incidan sobre el medio ambiente.

ARTICULO 62.- Corresponde al Ministerio de Finanzas y Precios, oído el parecer del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos

correspondientes, determinar los aranceles e impuestos que resulten convenientes para la protección del medio ambiente.

ARTICULO 63.- Sobre la base de las políticas y disposiciones que se establezcan, derivadas de los artículos anteriores, podrán adoptarse, entre otras, las medidas siguientes:

- a) Reducción o exención de aranceles a la importación de tecnologías y equipos para el control y tratamiento de efluentes contaminantes.
- b) Reducción o exención de aranceles a la importación de materias primas o partes necesarias para la fabricación nacional de equipos o instrumentos destinados a evitar, reducir o controlar la contaminación y degradación ambiental;
- c) Autorización, en casos excepcionales, de la depreciación acelerada de inversiones realizadas en el desarrollo, compra o instalación de equipos, tecnologías y procesos que favorezcan la protección del medio ambiente;
- d) Otorgamiento excepcional de beneficios fiscales o financieros a determinadas actividades que favorezcan el medio ambiente.

ARTICULO 64.- La reglamentación de lo previsto en el presente capítulo establecerá tanto los beneficios como las obligaciones y garantías que en cada caso corresponda exigir al beneficiario, así como la posibilidad de su revocación, en caso del cese o modificación de las condiciones que dieron lugar a su otorgamiento.

## **Capítulo X**

### **Fondo Nacional del Medio Ambiente**

ARTÍCULO 65.- Se crea el Fondo Nacional del Medio Ambiente, orientado a facilitar el cumplimiento de los objetivos de la presente Ley y que tendrá como finalidad esencial financiar total o parcialmente proyectos o actividades dirigidas a la protección del medio ambiente y su uso racional.

ARTICULO 66.- El Ministerio de Finanzas y Precios y el Ministerio de Economía y Planificación, en lo que a cada cual compete y oído el parecer del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos competentes, establecerán

las reglamentaciones requeridas para el funcionamiento del Fondo Nacional del Medio Ambiente.

## **Capítulo XI**

### **Sanciones Administrativas**

ARTÍCULO 67.- El régimen de sanciones administrativas en materia de protección del medio ambiente incluye a las personas naturales y jurídicas que incurran en las contravenciones establecidas en la legislación complementaria a la presente Ley.

ARTÍCULO 68.- Las contravenciones se sancionarán con multas cuyas cuantías se fijan para cada caso, sin perjuicio de las demás sanciones accesorias aplicables de conformidad con la legislación vigente.

ARTÍCULO 69.- El que conozca de la comisión de cualquiera de las contravenciones establecidas en la legislación complementaria a la presente Ley lo pondrá en conocimiento de la autoridad competente, la que estará en la obligación de informarle sobre las medidas dispuestas y su cumplimiento, cuando así lo interese dicha persona.

## **Capítulo XII**

### **Sistema de Responsabilidad Civil**

ARTÍCULO 70.- Toda persona natural o jurídica que por su acción u omisión dañe el medio ambiente está obligada a cesar en su conducta y a reparar los daños y perjuicios que ocasione.

ARTÍCULO 71.- Están facultados para reclamar la reparación del daño o la indemnización de los perjuicios:

- a) La Fiscalía General de la República;
- b) El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente;
- c) Quien haya sufrido personalmente el daño o perjuicio.

Los sujetos expresados en los incisos a) y b) del presente artículo podrán actuar en defensa del interés social en la protección del medio ambiente.

ARTICULO 72.- Para asegurar los resultados del proceso o para evitar que se siga causando un daño, se podrán solicitar y adoptar las medidas que franquea la legislación procesal vigente.

ARTÍCULO 73.- En el resarcimiento de la responsabilidad civil correspondiente se procurarán de forma preferente, las acciones encaminadas a la rehabilitación del medio ambiente.

ARTÍCULO 74- El Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio de Finanzas y Precios y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, dictará las regulaciones pertinentes para el establecimiento de un seguro obligatorio de responsabilidad civil para cubrir daños al medio ambiente causados accidentalmente.

### **Capítulo XIII**

#### **Régimen de Responsabilidad Penal**

ARTICULO 75.- Las acciones u omisiones socialmente peligrosas prohibidas por la ley bajo conminación de una sanción penal, que atenten contra la protección del medio ambiente, serán tipificadas y sancionadas a tenor de lo que dispone la legislación penal vigente.

### **TITULO CUARTO**

#### **COMERCIO Y MEDIO AMBIENTE**

ARTÍCULO 76.- Las disposiciones de libre comercio no excluyen el cumplimiento de las normas y regulaciones destinadas a la protección del medio ambiente.

ARTICULO 77.- Los instrumentos jurídicos internacionales suscritos por Cuba para la protección del medio ambiente que imponen prohibiciones o restricciones al comercio

exterior de bienes o servicios, constituyen excepciones a las normas contenidas en los acuerdos multilaterales sobre libre comercio de los cuales sea parte la República de Cuba.

ARTICULO 78.- El Ministerio de Comercio Exterior, de conjunto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos pertinentes, establecerá las medidas y desarrollará las acciones que procedan, para garantizar que las políticas comerciales y ambientales que el país adopte en la esfera del comercio y el medio ambiente, se correspondan con los principios y regulaciones plasmadas en la presente Ley y sus disposiciones complementarias.

ARTICULO 79.- En el comercio nacional de bienes y servicios, se tendrá en cuenta la aplicación de normas ambientales, como medio de asegurar su calidad y proteger a los consumidores.

## **TITULO QUINTO**

### **DISPOSICIÓN COMÚN A LOS TÍTULOS SEXTO AL DECIMOCUARTO**

ARTICULO 80.- La gestión ambiental con respecto a las esferas específicas de protección del medio ambiente y otras materias reguladas en la presente Ley se realizará de conformidad con la Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los principios y preceptos establecidos en la legislación ambiental vigente.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente controlará el cumplimiento de lo dispuesto en el párrafo anterior, a cuyos efectos adoptará las medidas que resulten pertinentes.

## **TITULO SEXTO**

### **ESFERAS ESPECÍFICAS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

#### **Capítulo I**

##### **Disposiciones Generales**

ARTÍCULO 81.- La gestión de los recursos naturales se realizará de conformidad con las disposiciones siguientes:

- a) Se asegurará la racionalidad en el uso, para lo cual se cuidará su perdurabilidad cuantitativa y cualitativa, se desarrollará el reciclado y la recuperación y se salvaguardarán los ecosistemas a los que pertenezcan.
- b) Se tendrá en cuenta la interdependencia existente entre los recursos naturales y demás elementos ambientales y entre los ecosistemas, evitando, cuando sea posible, interferencias recíprocas innecesarias o perjudiciales.
- c) Cuando un recurso sea susceptible de diversos usos, éstos se sujetarán a las prioridades y formas de coordinación y compatibilización que en primera instancia determinen los órganos y organismos competentes. En caso de discrepancias se oirá el parecer del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, conforme a las atribuciones que le están conferidas en la presente Ley.
- d) Al determinar prioridades para el uso de las diversas categorías de recursos naturales se tendrán en cuenta los requerimientos de la protección del medio ambiente, la necesidad de asegurar su sostenibilidad y los beneficios y costos ambientales, económicos y sociales.
- e) Las autoridades nacionales y locales, al planificar la gestión de los recursos naturales, propiciarán su equilibrio y la integración de los principios de la protección del medio ambiente con los requerimientos del desarrollo económico y social.

ARTÍCULO 82.- Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo anterior, en la explotación de los recursos naturales no renovables se tendrá en cuenta la previsión de inversiones destinadas a la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

ARTICULO 83.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de conjunto con los organismos competentes, dictará, en el marco de lo establecido por la presente Ley, regulaciones especiales para la protección ambiental de ecosistemas montañosos,

costeros, cárnicos y de humedales que, dada su fragilidad ecológica, requieran de una atención diferenciada.

## **Capítulo 2**

### **Protección y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica**

ARTICULO 84.- Es obligación de todos los órganos y organismos estatales y demás personas naturales y jurídicas, adoptar en las esferas de sus respectivas competencias, las acciones y medidas necesarias para asegurar la conservación de la diversidad biológica nacional y la utilización sostenible de sus componentes.

ARTICULO 85.- Las especies de carácter endémico, las que se encuentren amenazadas, en peligro o en vías de extinción, las que tengan alguna especial connotación y los ejemplares representativos de los diferentes tipos de ecosistemas, así como sus recursos genéticos serán objeto de especial protección por el Estado, lo cual incluye el establecimiento de rigurosos mecanismos de regulación, control, manejo y protección que garanticen su conservación y uso racional.

ARTICULO 86.- Corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con el Ministerio de la Agricultura y demás órganos y organismos competentes, dictar las disposiciones relativas a la importación e introducción en el medio ambiente de especies nuevas o sujetas a regulaciones especiales, para lo cual se tendrán en cuenta los principios siguientes:

- a) Las posibles reacciones de las especies en el medio en el que van a ser introducidas.
- b) Las posibles reacciones del medio receptor y de las especies nativas respecto a las que se pretende introducir.
- c) El riesgo que pueden generar genotipos potencialmente peligrosos.
- d) La posible introducción de enfermedades exóticas y epizootias que afecten plantas y animales.
- e) El riesgo para la salud humana.
- f) Otros de especial interés para la protección del medio ambiente.

ARTÍCULO 87.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con el Ministerio de la Agricultura y demás órganos y organismos competentes, establecerá regulaciones que condicionen, restrinjan o prohíban la exportación de especies de animales, vegetales o microorganismos, en los siguientes casos:

- a) Especies sujetas a regulaciones especiales en el marco de convenios internacionales suscritos por nuestro país.
- b) Especies cuya exportación pueda afectar la conservación de la diversidad biológica nacional.
- c) Especies respecto a las cuales se requiere asegurar una participación justa y equitativa del Estado cubano en los beneficios que se deriven de la utilización de sus recursos genéticos.

ARTÍCULO 88.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los órganos y organismos competentes, dirigirá las acciones destinadas a:

- a) Identificar los componentes de la diversidad biológica nacional y la prospección de su uso.
- b) Efectuar el seguimiento de los componentes de la diversidad biológica identificados, prestando especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrezcan un mayor potencial para su utilización.
- c) Identificar los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización de la diversidad biológica y proceder, mediante muestreos y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos.
- d) Organizar y mantener actualizados los datos derivados de las actividades previstas en los incisos anteriores;
- e) Adoptar medidas de conservación "**in situ**" y "**ex situ**".

- f) Establecer directrices para la selección, establecimiento y ordenación de áreas protegidas u otras áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica;
- g) Reglamentar la administración de los recursos biológicos importantes para la conservación de la diversidad biológica, ya sea dentro o fuera de las áreas protegidas, a fin de garantizar su conservación y utilización sostenible.
- h) Promover la protección especial de ecosistemas y hábitats naturales de alta diversidad genética o frágiles, que permitan el mantenimiento viable de especies en entornos naturales y los procesos evolutivos de las especies y los recursos genéticos.
- i) Aumentar, en la protección de la diversidad biológica, el papel de las zonas adyacentes a las áreas protegidas.
- j) Declarar las especies amenazadas o en peligro de extinción y promover su recuperación.
- k) Promover la evaluación económica de la diversidad biológica.
- l) Regular y controlar los riesgos derivados de la utilización y liberación de organismos vivos modificados por la biotecnología u otras sustancias o productos que puedan afectar la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica o generar riesgos a la salud humana, animal o vegetal.
- m) Proponer las disposiciones que garanticen una protección adecuada y eficaz de los derechos de propiedad intelectual en esta esfera, en concordancia con los intereses nacionales.
- n) Establecer o proponer, según corresponda, las estrategias y normativas necesarias para garantizar una participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.
- o) Controlar o impedir, según proceda, la introducción o extracción de especies que puedan amenazar o modificar ecosistemas, hábitats o especies.
- p) Establecer y reglamentar las condiciones necesarias para armonizar las utilidades actuales con la conservación de la diversidad biológica y la gestión adecuada de sus componentes.
- q) Adoptar o proponer la adopción, según corresponda, de incentivos económicos y sociales para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

## Capítulo III

### Sistema Nacional de Áreas Protegidas

ARTICULO 89.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente es el encargado de dirigir y controlar las actividades relacionadas con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, de su gestión ambiental integral a nivel nacional en coordinación con otros órganos y organismos competentes, de su dirección técnica y metodológica, del control del cumplimiento de los objetivos específicos por los cuales fueron declaradas las áreas protegidas y de la administración de aquéllas que la ley determine.

ARTÍCULO 90.- Son objetivos básicos del Sistema Nacional de Áreas Protegidas respecto a las áreas que comprende:

- a) Mantener muestras representativas de las regiones biogeográficas y las bellezas escénicas más importantes del país para asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, incluyendo en estas áreas los sitios con importancia para la migración de especies.
- b) Conservar in-situ la flora, la fauna y, en general, la diversidad biológica, protegiéndola de las acciones, omisiones o vectores que pudieran perjudicarla.
- c) Lograr que las producciones locales se ajusten a formas racionales y dinámicas de rendimientos sostenibles, con el fin de elevar el nivel socio económico de las poblaciones locales, mediante la puesta en práctica de acciones a favor del desarrollo rural integral, prestando una atención particular a la conservación y utilización racional de ecosistemas frágiles tales como montañas, humedales, manglares, formaciones cársicas, zonas áridas, semiáridas y grupos insulares.
- d) Proteger, rehabilitar y manejar el medio y los recursos costeros y marinos para su conservación y uso sostenible.
- e) Mantener y manejar los recursos bióticos, tanto terrestres como acuáticos, para la obtención a largo plazo de variados bienes y servicios para la población, considerando siempre la función vital que desempeñan en el equilibrio de los ecosistemas y teniendo en cuenta las regulaciones nacionales e internacionales referidas a estos recursos.
- f) Conservar y restaurar los suelos y controlar la erosión, la sedimentación, la salinización, la acidificación y otros procesos degradantes.

- g) Conservar y gestionar los recursos hídricos, tomando en cuenta el manejo integral de las cuencas hidrográficas.
- h) Manejar y mejorar los recursos forestales para que cumplan su papel regulador del medio ambiente y proporcionen una producción y reproducción estables de productos silvícolas.
- i) Conservar los valores históricos y culturales que se encuentran ligados a un entorno natural.
- j) Conservar y rehabilitar los paisajes, tanto naturales como culturales.
- k) Propiciar la educación ambiental, particularmente con las poblaciones locales, promoviendo formas activas de participación.
- l) Posibilitar la recreación y el desarrollo del turismo de forma compatible con la categoría de manejo del área en cuestión.
- m) Servir de laboratorio natural y de marco lógico para el desarrollo de investigaciones.

ARTICULO 91.- Las personas naturales y jurídicas que tengan bajo su administración áreas protegidas, están obligadas a cumplir y hacer cumplir las disposiciones de esta Ley y demás regulaciones ambientales vigentes y las que dicte el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, y a ejecutar las acciones aprobadas en las normas de manejo para cada área en específico.

## **Capítulo IV**

### **Aguas y Ecosistemas Acuáticos**

#### **SECCIÓN PRIMERA**

##### **Normas Generales**

ARTÍCULO 92.- La gestión del agua y de los ecosistemas acuáticos se realizará de acuerdo con las disposiciones siguientes:

- a) Es obligación de todas las personas naturales y jurídicas la protección y conservación de las aguas y de los ecosistemas acuáticos en condiciones que permitan atender de forma

óptima a la diversidad de usos requeridos para satisfacer las necesidades humanas y mantener una equilibrada interrelación con los demás recursos naturales.

b) La gestión de todos los recursos naturales contenidos en los ecosistemas acuáticos respetará su equilibrio y el de los ecosistemas con los que esté relacionado.

c) Para asegurar un adecuado desarrollo del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él, se prestará especial atención a los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y capacidad de recarga de los acuíferos.

ARTICULO 93.- Para proteger al agua de la contaminación, los autoridades competentes se regirán por los siguientes principios:

a) En la clasificación de los usos del agua será siempre prioritario asegurar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el consumo humano.

b) Todas las descargas en los cursos de agua y en las bahías, aguas costeras, lacustres, represadas, subterráneas, o de cualquier otro tipo, de sustancias susceptibles de provocar contaminación, de afectar otros usos previstos o previsibles o de alterar el equilibrio de los ecosistemas, deberán ser objeto de tratamiento adecuado.

c) Se promoverá la reutilización de las aguas residuales de conformidad con las normas establecidas a ese fin.

d) Se promoverá el establecimiento de tecnologías para el tratamiento eficiente de las aguas que reduzcan al mínimo la contaminación y favorezcan su reutilización.

## **SECCIÓN SEGUNDA**

### **Aguas Terrestres**

ARTICULO 94.- A los efectos de la presente Ley, se entiende por aguas terrestres tanto las superficiales como las subterráneas.

ARTÍCULO 95.- Las aguas residuales de la actividad económica y social, antes de ser vertidas al medio ambiente, tienen que recibir el tratamiento correspondiente para que no contaminen los embalses y cuerpos de aguas terrestres y marítimas.

ARTÍCULO 96.- Se dispone la delimitación obligatoria de zonas de protección de las fuentes de abasto de aguas terrestres, obras e instalaciones hidráulicas y cauces naturales o artificiales, con la finalidad de evitar los peligros de contaminación, azolvamiento u otras formas de degradación.

ARTÍCULO 97.- El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, en coordinación con otros órganos y organismos competentes, es el encargado del control y desarrollo de las acciones encaminadas a la gestión de las aguas terrestres, con excepción de las aguas minero-medicinales.

ARTÍCULO 98.- Todas las personas naturales o jurídicas que ejecuten acciones relativas a las aguas subterráneas, se ajustarán a las evaluaciones y dictámenes emitidos por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, con el fin de asegurar su explotación racional y evitar el agotamiento o degradación de estas aguas.

## **SECCON TERCERA**

### **Aguas Marítimas y Recursos Marinos**

ARTÍCULO 99.- La protección de las aguas marítimas comprende la de las aguas marítimas interiores, el mar territorial, la zona contigua y la zona económica, en la extensión que fija la ley y los recursos marinos existentes en ellas.

ARTÍCULO 100.- El Ministerio de la Industria Pesquera, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos competentes, regulará el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos pesqueros contenidos en el medio marino.

ARTÍCULO 101.- El Ministerio de la Industria Pesquera y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, en coordinación con los órganos y organismos que corresponda, propondrán y coordinarán las medidas adecuadas para mitigar y restaurar los efectos perjudiciales causados en la relación funcional de los ecosistemas acuáticos, terrestres y marinos.

ARTÍCULO 102.- El Ministerio de Transporte establecerá las regulaciones, para que las actividades de transportación y navegación civil en las aguas marítimas y la actividad portuaria se efectúen sin ocasionar daños a los recursos marinos y costeros y a las instalaciones portuarias.

ARTICULO 103.- Los órganos, organismos y entidades estatales y las personas naturales o jurídicas que realizan actividades dirigidas a la exploración y explotación de los fondos marinos, o su subsuelo y los recursos que en ellos se encuentran, las efectuarán sin causar daños al medio ambiente y en particular a los ecosistemas marinos.

ARTÍCULO 104.- Toda disposición de residuales en el medio marino requerirá la previa autorización del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, quien podrá disponer lo que proceda respecto a esta actividad, en coordinación con los órganos y organismos competentes.

ARTICULO 105.- El Ministerio de la Agricultura, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, regulará la gestión de los manglares u otra vegetación en los cayos, canalizos, ensenadas, caletas y zonas costeras, a orillas del mar, en la desembocadura de los ríos y otros lugares que puedan servir de refugio a recursos pesqueros y demás recursos marinos y de protección a otros recursos naturales.

## **Capítulo V**

### **Ecosistemas Terrestres**

#### **SECCIÓN PRIMERA**

##### **Suelos**

ARTÍCULO 106.- Las personas naturales o jurídicas que tienen a su cargo el uso o explotación de los suelos se ajustarán a las disposiciones siguientes:

- a) Hacer su actividad compatible con las condiciones naturales de estos y con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva y no alterar el equilibrio de los ecosistemas.
- b) Adoptar las medidas que correspondan, tendientes a evitar y corregir las acciones que favorezcan la erosión, salinización y otras formas de degradación o modificación de sus características topográficas y geomorfológicas.
- c) Colaborar con las autoridades competentes en su conservación y manejo adecuados.
- d) Realizar las prácticas de conservación y rehabilitación que se determinen de acuerdo con las características de los suelos y sus usos actuales y prospectivos.
- e) Realizar acciones de regeneración de suelos en el desarrollo de las actividades que puedan, directa o indirectamente, provocar daños ambientales.
- f) Cumplir las demás disposiciones establecidas en la legislación básica de suelos del país y otras que a su amparo dicten los organismos competentes.

ARTÍCULO 107.- Las disposiciones establecidas en el artículo anterior, serán de ineludible cumplimiento, sin perjuicio de otras que pueden establecerse con carácter particular en:

- a) Toda clase de evaluaciones de impacto ambiental.
- b) La adopción de medidas de estímulo directo o indirecto a la producción.
- c) La localización y diseño de asentamientos humanos de cualquier tipo.
- d) La determinación de los usos y destinos de las áreas protegidas.
- e) El ordenamiento territorial.
- f) La gestión en las cuencas hidrográficas.
- g) La exploración geológica y la explotación minera.
- h) Las excavaciones y todas aquellas actividades que alteren el suelo y el subsuelo.

ARTICULO 108.- A los fines de la prevención y control de la contaminación de los suelos, los órganos y organismos competentes actuarán en correspondencia con las siguientes disposiciones:

- a) El deber de todas las personas naturales y jurídicas de utilizar prácticas correctas en la generación, manejo y tratamiento de desechos domésticos, industriales y agrícolas y en el uso de cualquier tipo de sustancias químicas y hormonales que puedan contaminar los suelos o los cultivos.
- b) Prestar especial cuidado a evitar y controlar la contaminación de los suelos y a garantizar una adecuada disposición final de los residuos de origen doméstico, industrial y hospitalario.
- c) La prohibición de la disposición de desechos en terrenos baldíos urbanos y rurales y zonas aledañas a vías de comunicación terrestres, sin previa autorización de las autoridades competentes.

ARTICULO 109.- Corresponde al Ministerio de la Agricultura dirigir y controlar la aplicación de las disposiciones relativas a la administración, conservación y mejoramiento de los suelos agrícolas y forestales y controlar su cumplimiento, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Ministerio de la Industria Básica, el Ministerio del Azúcar y demás órganos y organismos competentes.

## **SECCIÓN SEGUNDA**

### **Cuencas Hidrográficas**

ARTÍCULO 110.- La gestión ambiental en las cuencas hidrográficas se realizará de conformidad con la legislación vigente y se basará en un manejo integral que asegure que las actividades económicas y sociales se efectúen a partir de una adecuada protección y uso racional de los recursos naturales y el medio ambiente.

ARTICULO 111.- Corresponde al Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, en coordinación con los órganos y organismos correspondientes, realizar las acciones que permitan integrar y armonizar con los principios y objetivos de la presente Ley, la actividad de todas las personas naturales o jurídicas que intervienen en una cuenca dada.

## **SECCIÓN TERCERA**

### **Patrimonio Forestal**

ARTICULO 112.- Integran el Patrimonio Forestal los bosques naturales y artificiales, los terrenos destinados a esa actividad, las áreas deforestadas con condiciones para la actividad forestal, así como los árboles de especies forestales que se desarrollen en forma aislada o en grupo, cualquiera que sea su ubicación o pertenencia.

ARTÍCULO 113.- Los bosques se categorizan por el Ministerio de la Agricultura, atendiendo a sus funciones, papel dentro de la sociedad y ubicación geográfica, de la forma siguiente:

- a) De producción: aquéllos cuyo destino principal es satisfacer las necesidades de la economía nacional en madera y otros productos forestales, mediante su aprovechamiento y uso racional.
- b) De protección: aquéllos cuya superficie debe ser conservada permanentemente para proteger los recursos renovables que le están asociados, pero que, sin perjuicio de ello, pueden ser objeto de actividades productivas, prevaleciendo siempre su función protectora.
- c) De conservación: los que por sus características y ubicación sirven fundamentalmente para conservar y proteger los recursos naturales y los destinados a la investigación científica, el ornato y la acción protectora del medio ambiente en general. Estos bosques deben ser conservados permanentemente y en ellos no se permiten talas de aprovechamiento, sino solamente cortes de mejora orientadas al reforzamiento de su función principal y a la obtención de productos secundarios del bosque.

ARTÍCULO 114.- Se prohíbe la reducción de las áreas forestales. Excepcionalmente el Consejo de Ministros podrá autorizar la afectación de estas áreas, por necesidades del desarrollo económico y social del país.

ARTICULO 115.- Corresponde al Ministerio de la Agricultura, en coordinación con los órganos y organismos competentes, dirigir y controlar el cumplimiento de las disposiciones relativas al Patrimonio Forestal y adoptar las medidas necesarias encaminadas a la

protección y uso racional de los recursos forestales, sin perjuicio de las atribuciones del Ministerio del Interior en lo referido a la protección de dichos recursos.

## **Capítulo VI**

### **Flora y Fauna Silvestre**

ARTICULO 116.- Sin perjuicio de las facultades que por la presente Ley le vienen dadas al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, respecto a la diversidad biológica, le corresponden al Ministerio de la Agricultura y al Ministerio de la Industria Pesquera, en relación con la protección de la flora y la fauna silvestre, terrestre y marítima, conforme a sus respectivas competencias y oído el parecer de otros órganos y organismos estatales cuando corresponda, las atribuciones siguientes:

- a) Establecer normas que regulen el manejo, aprovechamiento, traslado y comercialización de especies de la flora y fauna silvestre y de sus productos primarios.
- b) Proponer y ejercer, según corresponda, el control de las normas relativas a la protección de la flora y fauna silvestre, así como de los sistemas de promoción e incentivos a esas actividades.
- c) Determinar las especies de la flora y fauna silvestre que pueden ser objeto de caza, pesca o recolección, así como aquéllas que deben ser objeto de un manejo especial, a partir de lo cual se establecerán las vedas temporales o permanentes que procedan.
- d) Establecer regulaciones para la gestión en los ecosistemas y localidades donde transitan, se refugian o reproducen las especies migratorias marítimas o terrestres.
- e) Proteger de modo especial las especies amenazadas o en peligro de extinción, con el objeto de recuperar y estabilizar sus poblaciones.

Lo expuesto en los incisos precedentes obra sin perjuicio de las atribuciones del Ministerio del Interior en lo referido a la protección de estos recursos.

ARTÍCULO 117.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los organismos correspondientes, establecerá condiciones de carácter técnico y científico, de obligatoria observancia para el establecimiento y conducción de centros de

reproducción de especies amenazadas o en peligro de extinción de la flora y la fauna silvestre.

## **Capítulo VII**

### **Atmósfera**

ARTÍCULO 118.- Los órganos y organismos encargados de la protección de la atmósfera o cuya actividad incide en esta basarán sus actuaciones en las disposiciones siguientes:

- a) Asegurar que la contaminación de la atmósfera no sobrepase los niveles de sustancias extrañas permitidas por las normas establecidas.
- b) Reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera producidas por la operación de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, de manera que se asegure la calidad del aire de conformidad con las normas que la regulan, para la salvaguardia del medio ambiente y en especial de la salud humana y el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el país.

ARTICULO 118.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y demás órganos y organismos competentes, establecerá o propondrá, según corresponda y velará por el cumplimiento de las disposiciones relativas a:

- a) La calidad del aire.
- b) Los niveles permisibles de concentración de sustancias aisladas o en combinación y de partículas capaces de causar molestias, perjuicios o deterioro en los bienes y en la salud humana, animal y vegetal.
- c) Las prohibiciones, restricciones y requerimientos relativos a los procesos tecnológicos y la importación de tecnologías, en lo que se refiere a la emisión de gases y partículas, entre ellos, los que afectan la capa de ozono o inducen el cambio climático.
- d) Las normas técnicas para el establecimiento, operación y mantenimiento de sistemas de monitoreo de calidad del aire y de las fuentes contaminantes.
- e) El inventario y registro actualizado de las fuentes fijas de contaminación y la evaluación de sus emisiones.

- f) Las medidas preventivas y correctivas necesarias para casos de contingencias ambientales por contaminación atmosférica.
- g) El establecimiento de sistemas de promoción e incentivos económicos para estimular aquellas actividades que utilicen tecnologías y combustibles que reduzcan sensiblemente, modifiquen o anulen el aporte de contaminantes a la atmósfera.
- h) Los aspectos específicos que procedan para la aplicación del régimen de sanciones correspondiente.
- i) Cuantas otras normas se consideren convenientes para alcanzar los propósitos de la presente Ley.

## **Capítulo VIII**

### **Recursos minerales**

ARTÍCULO 120.- El aprovechamiento de los recursos minerales por cualquier persona natural o jurídica se regirá por las disposiciones siguientes:

- a) La actividad minera estará sujeta al proceso de evaluación de impacto ambiental, por lo que el concesionario solicitará la licencia ambiental para ejecutar la fase de investigación geológica y estará obligado a solicitar la licencia ambiental y a elaborar el estudio de impacto ambiental, cuando corresponda, en las fases de explotación y procesamiento.
- b) La actividad minera deberá causar la menor alteración posible, sea de manera directa o indirecta, al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las aguas terrestres y marítimas, la capa vegetal, la flora y la fauna silvestre, el paisaje y al medio ambiente en general.

ARTICULO 121.- Corresponde al Ministerio de la Industria Básica reglamentar y controlar la actividad minera y lo relacionado con las áreas mineras reservadas, sin perjuicio de las competencias que la legislación le confiere a otros órganos y organismos estatales.

ARTICULO 122.- Las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades de aprovechamiento de recursos minerales, estarán en la obligación de rehabilitar las áreas degradadas por su actividad, así como las áreas y ecosistemas vinculados a éstas que puedan resultar dañados, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Minas y en la

presente Ley, o en su defecto, a realizar otras actividades destinadas a la protección del medio ambiente, en los términos y condiciones que establezcan el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de la Industria Básica.

ARTICULO 123.- Todas las personas naturales o jurídicas que ejecuten acciones relativas a las aguas minerales, se ajustarán a la capacidad del yacimiento, su poder de recuperación natural y el estado cualitativo de las aguas, según las evaluaciones y dictámenes emitidos por el Ministerio de la Industria Básica y oído el parecer del Ministerio de Salud Pública, en lo que respecta a su estado epidemiológico, con el fin de asegurar su explotación racional y evitar su agotamiento o degradación.

ARTÍCULO 124.- El Ministerio de la Industria Básica, en coordinación con otros órganos y organismos competentes, es el encargado del control y desarrollo de las acciones encaminadas a la gestión de la aguas y fangos minero-medicinales.

## **TITULO SEPTIMO**

### **RECURSOS ENERGETICOS**

ARTÍCULO 125.- En el aprovechamiento de los recursos energéticos por cualquier persona natural o jurídica se tenderá preferentemente, siempre que ello sea viable, a la utilización de fuentes renovables de energía y de equipos, tecnologías y medidas técnicas y organizativas que estimulen la conservación y el uso eficiente de la energía.

ARTÍCULO 126.- Las personas naturales o jurídicas encargadas de los aprovechamientos energéticos y su infraestructura, así como del transporte, transformación, distribución, almacenamiento y utilización final de la energía, están obligadas a no provocar daños al suelo, agua o atmósfera y a emplear tecnologías que garanticen el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

ARTICULO 126.- El Ministerio del Azúcar, el Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de la Industria Básica, oído el parecer del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y

demás órganos y organismos competentes, establecerán estrategias para el aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía y otras alternativas tecnológicas tendentes al uso eficiente de las fuentes de energía y a la disminución de la contaminación ambiental.

ARTÍCULO 128.- El Ministerio de la Industria Básica, oído el parecer de los órganos y organismos competentes, dispondrá las regulaciones referentes a la evaluación, aprovechamiento y protección de los recursos energéticos.

## **TITULO OCTAVO**

### **DESASTRES NATURALES U OTROS TIPOS DE CATÁSTROFES**

ARTÍCULO 129.- Las actividades de prevención, preparación, respuesta y recuperación, relacionadas con los desastres naturales u otros tipos de catástrofes se regulan por la legislación relativa al sistema de medidas de la Defensa Civil.

ARTICULO 130.- El Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil es el órgano encargado de velar por el cumplimiento de las medidas de defensa civil y tiene como atribuciones y funciones las de organizar, coordinar y controlar el trabajo de los órganos y organismos estatales, las entidades económicas e instituciones sociales, en interés de evitar y minimizar las posibles pérdidas humanas, daños materiales y otros trastornos sociales, económicos y ambientales que provocan los desastres.

ARTÍCULO 131.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, participa en la organización y dirección de las acciones destinadas a minimizar las consecuencias que sobre el medio ambiente provoquen los desastres.

## TITULO NOVENO

### NORMAS RELATIVAS A LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

ARTICULO 132.- Para garantizar la adecuada alimentación de la población y la exportación de productos agrícolas, preservando y mejorando la capacidad productiva futura de estos recursos, su producción se efectuará de forma sostenible, basándose en las disposiciones siguientes:

- a) El desarrollo de sistemas integrales de gestión de los ecosistemas cultivados, lo cual incluye el manejo de los suelos, de la diversidad biológica, en particular de la diversidad productiva, las aguas, los nutrientes y su reciclaje, las plagas y enfermedades y el establecimiento de una política adecuada de variedades.
- b) E uso racional de los medios biológicos y químicos, de acuerdo con las características, condiciones y recursos locales, que reduzcan al mínimo la contaminación ambiental.
- c) L preparación de los suelos conforme a criterios ambientalmente adecuados, propiciando el empleo de técnicas que eviten o disminuyan el desarrollo de procesos degradantes.
- d) E manejo preventivo e integrado de plagas y enfermedades, con una atención especial al empleo con estos fines de los recursos de la diversidad biológica.
- e) El establecimiento de un ordenamiento territorial y una planificación adecuada, ejecutados sobre bases reales y objetivas, en los que las actividades agropecuarias locales se correspondan con las condiciones económicas y ecológicas del área.
- f) L integración de los logros científicos y técnicos con los conocimientos locales tradicionales de la población y los recursos genéticos obtenidos por esta vía, propiciando la participación directa de las comunidades locales en la concepción, desarrollo y perfeccionamiento de los sistemas de producción.
- g) EL establecimiento de mecanismos de regulación económica que estimulen la conservación de la diversidad biológica y el empleo de prácticas agrícolas favorables al medio ambiente y que tiendan a evitar el uso inadecuado de los suelos y demás recursos naturales y el empleo irracional de agroquímicos.

Estas regulaciones serán de especial aplicación en los ecosistemas frágiles donde puedan existir procesos degradantes manifiestos.

ARTICULO 133.- Dada la importancia que para la agricultura tienen los recursos genéticos en general y los fitogenéticos en particular, todas las personas naturales y jurídicas están obligadas a su conservación y utilización adecuada, conjugando las formas de conservación "**in situ**" y "**ex situ**" y evitando los procesos de erosión genética de las especies económicamente útiles.

ARTÍCULO 134.- El Ministerio de la Agricultura en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente establecerá las estrategias nacionales en materia de agricultura sostenible y ambos, en coordinación con el Ministerio del Azúcar, dirigirán, establecerán y controlarán las normas y medidas encaminadas a garantizar el cumplimiento de lo dispuesto en el presente título.

## **TITULO DECIMO**

### **USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS PAISAJÍSTICOS**

ARTÍCULO 135.- Los recursos paisajísticos serán objeto de medidas preventivas y correctivas a los fines de su protección.

ARTICULO 136. - Las medidas preventivas para la protección de los recursos paisajísticos están dirigidas a garantizar que las acciones que respecto a ellos se desarrollen estén en armonía con el conjunto que se quiere proteger. A ese fin, serán particularmente reglamentadas y controladas las siguientes actividades:

- a) El diseño y la construcción de viales.
- b) Las líneas de transmisión de electricidad y las instalaciones de producción y transporte de energía.
- c) Los aeropuertos y los puertos marítimos y fluviales.
- d) Las actividades forestales.
- e) Las obras de riego y drenaje, presas, canales, acueductos y la regularización de cursos de aguas superficiales y subterráneas.

- f) La localización y construcción de urbanizaciones, centros recreativos, deportivos y turísticos.
- g) El depósito y acarreo de materiales y materias primas, así como de detritos y toda clase de desechos.
- h) Otras obras o actividades que impliquen la destrucción, degradación o incorporación de elementos ajenos al paisaje.

ARTICULO 137.- Las medidas correctivas estarán destinadas a remediar los daños causados a los paisajes y, en la medida de lo posible, a recuperarlos o rehabilitarlos y se aplicarán de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y su legislación complementaria.

ARTICULO 138.- Corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con el Ministerio del Turismo, el Ministerio de Economía y Planificación y demás órganos y organismos competentes, establecer o proponer según corresponda, las disposiciones que se requieran para la protección y uso racional de los recursos paisajísticos.

## **TITULO DECIMOPRIMERO**

### **DESARROLLO SOSTENIBLE DEL TURISMO**

ARTICULO 139.- El desarrollo sostenible del turismo se fundamenta en que este se efectúe de modo tal que armonice el empleo eficaz de las potencialidades estéticas, recreativas, científicas, culturales y de cualquier otra índole de los recursos naturales que constituyen su base, con la protección de estos recursos y la garantía de que puedan proporcionar iguales o superiores beneficios a las generaciones futuras.

Se basa, además, en el respeto a la cultura nacional y sus expresiones territoriales y en la integración de las poblaciones locales al desarrollo de sus actividades, contribuyendo así a la elevación de la calidad de vida de los seres humanos.

ARTÍCULO 140.- El desarrollo de actividades turísticas en las áreas protegidas se regirá por lo establecido para sus distintas categorías de manejo. Si las áreas en que se practica la actividad turística no estuvieran declaradas como protegidas, la institución a cargo de estas actividades estará obligada a establecer planes para la protección de los recursos naturales del área y a velar por su cumplimiento.

ARTÍCULO 141.- El Ministerio del Turismo, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Ministerio de Economía y Planificación y demás órganos y organismos competentes, desarrollará estrategias para garantizar el desarrollo sostenible del turismo.

## **TITULO DECIMOSEGUNDO**

### **PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL ASOCIADO AL ENTORNO NATURAL**

ARTICULO 142.- El Patrimonio Cultural, conforme se define, declara y regula en la legislación correspondiente, en su asociación con el entorno natural, será objeto de medidas preventivas y correctivas, a fin de salvar o proteger los bienes culturales que estén en peligro por obras o actividades que puedan deteriorarlos o destruirlos, entre las que se destacan:

- a) Obras de expansión o renovación urbana, en las cuales no sólo deberán respetarse los monumentos registrados, sino también el entorno histórico circundante.
- b) Modificación o reparación de edificios.
- c) Construcción o reparación de carreteras.
- d) Construcción de presas y tendidos de líneas de transmisión eléctrica o comunicación.
- e) Ubicación de sistemas de conducción de líquidos y gases
- f) Ubicación y construcción de urbanizaciones, centros recreativos, deportivos y turísticos.
- g) Instalación de carteles publicitarios.

ARTICULO 143.- La Comisión Nacional de Monumentos, oído el parecer del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, podrá realizar acciones respecto a los bienes del Patrimonio Cultural a que se refiere el presente título.

ARTÍCULO 144.- La conservación "**in situ**" de los bienes culturales se considerará priorizada a los fines de mantener la continuidad y las vinculaciones históricas con el medio ambiente.

ARTICULO 145.- Los edificios y demás monumentos culturales importantes que deban ser trasladados para evitar su destrucción o deterioro, deberán quedar en lugares o conjuntos que asemejen lo más posible su ubicación primitiva y sus vinculaciones naturales, históricas y artísticas.

ARTICULO 146.- El Ministerio de Cultura, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, y oído el parecer de los demás órganos y organismos competentes, establecerá las medidas necesarias para garantizar la preservación del patrimonio cultural asociado al entorno natural.

### **TITULO XIII**

#### **OTRAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA CALIDAD DE VIDA RESPECTO A FACTORES AMBIENTALES ADVERSOS**

##### **Capítulo I**

###### **Disposiciones Generales**

ARTICULO 147.- Queda prohibido emitir, verter o descargar sustancias o disponer desechos, producir sonidos, ruidos, olores, vibraciones y otros factores físicos que afecten o puedan afectar a la salud humana o dañar la calidad de vida de la población.

Las personas naturales o jurídicas que infrinjan la prohibición establecida en el párrafo anterior, serán responsables a tenor de lo dispuesto en la legislación vigente.

## **Capítulo II**

### **Servicios Públicos Esenciales**

ARTÍCULO 148.- El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, en coordinación con los Órganos Locales del Poder Popular, dirigirá y coordinará las acciones relativas a los servicios de suministro de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

ARTICULO 149.- El Ministerio de Salud Pública desarrollará acciones para verificar que en la prestación de los servicios a que se refiere el artículo anterior, así como en los relativos a la recogida de desechos sólidos y su disposición final en vertederos, entre otros servicios públicos esenciales a la comunidad, se cumplan las disposiciones que garanticen la protección del medio ambiente y, en particular, la salud de la población y su calidad de vida.

ARTICULO 150.- Para iniciar la construcción, ampliación o modificación de asentamientos humanos, se requiere la aprobación, en los planes de ordenamiento territorial, de un plan de disposición de aguas servidas, fangos cloacales y desechos sólidos, con especificación de las redes de alcantarillado, la infraestructura necesaria y demás modalidades de disposición de tales desechos, según corresponda.

ARTÍCULO 151.- El Ministerio de Economía y Planificación, en su condición de organismo rector de los servicios comunales, ejecutará las acciones de verificación y control en esta esfera, sin perjuicio de las atribuciones y funciones correspondientes a otros órganos y organismos estatales.

## **Capítulo III**

### **Ruidos, vibraciones y otros factores físicos.**

ARTICULO 152.- El Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en lo que a cada cual compete y mediante el establecimiento de las coordinaciones pertinentes, dictarán o propondrán, según proceda, las medidas encaminadas a:

- a) El establecimiento de las normas relativas a los niveles permisibles de sonido y ruido, a fin de regular sus efectos sobre el medio ambiente.
- b) La realización de estudios e investigaciones con el objetivo de localizar el origen o procedencia, naturaleza, grado, magnitud o frecuencia de las emisiones de ruido, vibraciones mecánicas y otros factores físicos, tales como energía térmica, energía lumínica, radiaciones ionizantes y contaminación por campo electro-magnético y determinar sus efectos sobre el medio ambiente y las medidas a tomar en cuenta para su eliminación o atenuación.
- c) Las prohibiciones, restricciones y requerimientos relativos a los procesos tecnológicos y la importación de tecnología, en lo que se refiere al ruido y otros factores físicos mencionados en el inciso anterior.
- d) La definición de las fuentes artificiales de contaminación ambiental originada por ruidos fijos y móviles, señalando las responsabilidades correspondientes y las medidas a tomar para su eliminación o atenuación.

## **Capítulo IV**

### **Desechos peligrosos y radiactivos**

ARTICULO 153.- La importación de desechos peligrosos y radiactivos requiere de la previa y expresa autorización del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el que requerirá para su otorgamiento que la importación se realice en correspondencia con las recomendaciones internacionales y las regulaciones nacionales vigentes y se prevea su aplicación socialmente justificada.

ARTICULO 154.- El tráfico ilícito de desechos peligrosos será sancionado de conformidad con lo establecido en la legislación vigente.

ARTICULO 155.- Corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los órganos y organismos competentes, establecer las normas relativas a la clasificación, manejo y exportación de los desechos peligrosos.

## **Capítulo V**

### **Productos Químicos Tóxicos**

ARTICULO 156.- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los órganos y organismos competentes, establecerá las disposiciones relativas a la tipificación, producción, almacenamiento, conservación, control, manejo, exportación e importación de productos químicos tóxicos industriales y de consumo de la población, sin perjuicio de las atribuciones del Ministerio del Interior y el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil en lo relativo a determinadas categorías de productos químicos tóxicos.

ARTÍCULO 157.- El Ministerio de Salud Pública de conjunto con el Ministerio de la Agricultura y en coordinación con otros órganos y organismos competentes, establecerá las disposiciones referidas en el artículo anterior, respecto a los productos químicos tóxicos plaguicidas.

## **TITULO DECIMOCUARTO**

### **PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES LABORALES**

ARTICULO 158.- Las disposiciones de esta Ley y de sus normas complementarias, son de aplicación a todos los establecimientos y áreas donde se desarrollen actividades laborales, persigan o no fines de lucro, cualquiera que sea su naturaleza, el medio donde se realicen, el carácter de los centros y puestos de trabajo, la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten.

ARTICULO 159.- A los fines de esta Ley se entiende por establecimiento o área todo lugar donde se realicen tareas de cualquier índole, con la presencia permanente, circunstancial, transitoria o eventual de personas físicas y a los depósitos y dependencias anexas de todo tipo, en que dichas personas deban permanecer o a los que asistan o concurran por razones de trabajo.

El término empleador designa al que utiliza la actividad de una o más personas en virtud de un contrato o relación de trabajo.

ARTÍCULO 160.- Todo empleador está obligado a asegurar condiciones ambientales que no afecten o pongan en riesgo la salud o la vida de los trabajadores, así como desarrollar las actividades laborales en armonía con el medio ambiente, garantizando además los medios de protección adecuados. El empleador queda obligado a reparar los daños o perjuicios provocados por el incumplimiento de las obligaciones anteriores.

ARTICULO 161.- El empleador debe adoptar y poner en práctica medidas de prevención y control para la protección del medio ambiente y para salvaguardar la salud y la vida de los trabajadores y la población circundante, especialmente las relativas a:

- a) La construcción, adaptación, y equipamiento de los edificios y áreas de trabajo.
- b) El buen estado de conservación, uso y funcionamiento de todas las instalaciones destinadas a prevenir y corregir los riesgos del ambiente laboral.
- c) Evitar la acumulación de desechos o residuos que constituyan un riesgo para la salud, efectuando la limpieza y desinfección periódica pertinentes.
- ch) Almacenar las sustancias peligrosas con las medidas de protección establecidas.
- d) Instruir a los trabajadores y mantener en lugares visibles, avisos que indiquen las medidas de prevención que deben adoptarse respecto a los riesgos ambientales del establecimiento.

ARTICULO 162.- Es un derecho y un deber de todos los trabajadores y de sus organizaciones sindicales, realizar acciones encaminadas a exigir y controlar el cumplimiento de las regulaciones relativas a la protección del medio ambiente.

ARTICULO 163.- Corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y al Ministerio de Salud Pública, en lo que a cada cual compete, en coordinación con la Central de Trabajadores de Cuba y la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños y según proceda, coordinar, establecer y desarrollar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de lo que por el presente capítulo se dispone.

## **DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

PRIMERA: Las disposiciones dictadas con carácter complementario a la Ley No. 33, de 10 de enero de 1981, mantienen su vigencia en cuanto no se opongan a esta Ley. En el término de dos años siguientes a la promulgación de la presente, los organismos competentes, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, someterán a la consideración del Consejo de Ministros las correspondientes propuestas de modificación de dichas regulaciones, en los casos en que se requiera.

SEGUNDA: En el término de 180 días siguientes a la promulgación de la presente, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente presentará al Consejo de Ministros la propuesta correspondiente en materia de contravenciones administrativas y normas penales aplicables de conformidad con lo expresado en la presente Ley.

## **DISPOSICIONES ESPECIALES**

PRIMERA: La solución de los conflictos originados por la aplicación de lo que en la presente Ley se dispone corresponde a las Salas de lo Económico de los Tribunales Populares, conforme lo establezca el Consejo de Gobierno del Tribunal Supremo Popular, sin perjuicio de que sean resueltas en sus propias jurisdicciones las materias civiles, penales, contencioso-administrativas y administrativo-contravencionales de que aquí se trata.

SEGUNDA: Cuando las facultades que se atribuyen al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en virtud del Título Segundo, Capítulos III, IV y VI de la presente Ley, relativos a la inspección ambiental estatal, la licencia ambiental y la evaluación de impacto ambiental, se desarrollen respecto a áreas o actividades del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias o el Ministerio del Interior o vinculadas a ellos, se realizarán del modo en que entre estos organismos se coordine, sin perjuicio de atender a lo establecido en la presente Ley.

TERCERA: El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, por conducto del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, propondrá al Consejo de Estado que se considere en el sistema de condecoraciones de la República de Cuba el reconocimiento a las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que demuestren haber contribuido en forma efectiva, a la protección y mejoramiento del medio ambiente nacional e internacional.

CUARTA: El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, previa consulta con los órganos y organismos competentes, queda encargado de definir los términos técnicos contenidos en la presente Ley, a cuyo fin elaborará un glosario que deberá divulgar entre los órganos y organismos estatales, organizaciones y entidades pertinentes y a la ciudadanía en general, en el término de 180 días siguientes a la promulgación de la presente Ley.

## **DISPOSICIONES FINALES**

PRIMERA: El Consejo de Ministros dictará o propondrá se dicten por los órganos y organismos competentes, en los casos en que resulte necesario, las disposiciones complementarias que pudieran requerirse para la mejor aplicación de la presente Ley, para lo cual contará con un término máximo de tres años.

El término dispuesto en el párrafo anterior resulta también de aplicación a aquellas disposiciones a que se refiere la Ley y cuya emisión corresponde a determinados órganos y organismos estatales.

SEGUNDA: Se derogan la Ley 33 "De protección del medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales", de 10 de enero de 1981 y el Decreto-Ley 118, de "Estructura, Organización y Funcionamiento del Sistema Nacional de Protección del Medio Ambiente y su Órgano Rector", de 18 de enero de 1990.

TERCERA: La presente Ley entrará en vigor a partir de su publicación en la Gaceta Oficial de la República de Cuba.

DADA en la sala de sesiones de la Asamblea Nacional del Poder Popular, Palacio de las Convenciones, en la ciudad de La Habana, a los once días del mes de julio de mil novecientos noventa y siete.

## Los Autores

Autor principal: Romilio Lorenzo Quesada Matos.



Email: rquesadam@udg.co.cu

Graduado de Ingeniero Mecánico en el Instituto Superior de Mecanización Agrícola de Bielorrusia en 1983, en el que también alcanza el título de Master en Ciencias en el propio año. Ha desempeñado funciones técnicas y administrativas en: Fábrica de Implementos Agrícolas Amistad Cubano Búlgara de Holguín, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov de la Academia de Ciencias de Cuba, Empresa Hidroeconomía y Complejo Agroindustrial Arrocero Fernando Echenique ambos en la provincia de Granma. Desde 1992 profesor de Teoría y Cálculo de Máquinas Agrícolas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Granma, en la que ha desempeñado diferentes responsabilidades administrativo – docentes: Jefe Departamento de Mecanización Agropecuaria, Vice-Decano para la Investigación y el Postgrado y para la Universalización de la Educación Superior. Alcanzó el título de Master en Maquinaria Agrícola en la Universidad de Holguín en 1997. Trabaja para defender su tesis doctoral en la Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid. Coordinador del programa de maestría en Máquina Agrícolas de la Universidad de Granma. Tutor de más de 50 Trabajos de Cursos y de Diplomas y de tesis de maestría. Ha impartido diferentes cursos de postgrado sobre la temática ambiental y la mecanización agropecuaria. Ha participado en eventos científicos provinciales y nacionales como jurado o ponente. Por dos ocasiones jurado en el Forum Nacional de Estudiantes de las Ciencias Agropecuarias. Miembro del consejo de redacción de la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias desde 1998. Miembro del Consejo Científico de la Facultad de Ingeniería. Ha publicado varios artículos científicos en revistas nacionales y extranjeras. Realiza investigaciones relacionadas con el Impacto Ambiental de la Mecanización. Coautor de la Máquina Combinada para el laboreo mínimo y atenciones culturales en caña de azúcar y otras plantaciones en hilera patentada por la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial con el certificado N° 22936 del año 2003. Ha visitado profesionalmente universidades e instituciones de Rusia, Bielorrusia, Ucrania y España en varias oportunidades. Domina el idioma ruso a la perfección. Trabaja en la preparación de otras publicaciones científicas, relacionadas con la Teoría y el Cálculo de las Máquinas Agrícolas. Acreedor de la “Distinción XXV Aniversario de la Universidad de Granma” en el año 2001.

**Coautor: Humberto Enrique Millán Vega.**



**Email: [hmillanv@udg.co.cu](mailto:hmillanv@udg.co.cu)**

Graduado en 1987 de Licenciado en Educación, especialidad de Física y Astronomía, en el Instituto Superior Pedagógico de Manzanillo, Cuba. Alcanzó el grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Ciudad de La Habana en el año 2005, en este mismo año alcanzó el Premio Nacional a la mejor tesis doctoral defendida en el año 2005. Tiene 19 años de experiencia como profesor en la Educación Superior en la Universidad de Granma. Es miembro del Consejo Científico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Granma. Ha recibido e impartido diversos cursos y entrenamientos de postgrado en Física y Didáctica de la Educación Superior en Cuba y en España. Ha desarrollado trabajos investigativos en Física de Sistemas Naturales No Lineales, específicamente los Suelos y la Atmósfera. Ha publicado 10 artículos científicos en las revistas internacionales Geoderma, Soil Science Society of America Journal, Fractals, Atmospheric Research, Lecture Notes in Computation and Computacional Sciences e Internacional Agrophysics con participación en diversos eventos científicos nacionales e internacionales. Ha elaborado diversos materiales docentes y didácticos. Ha visitado profesionalmente Universidades e Instituciones de Ecuador y España. Trabajó durante un año como Profesor Invitado de la Universidad Estatal Amazónica en el Ecuador, donde desarrolló una investigación sobre la tendencia climática y su posible impacto sobre la Amazonía Ecuatoriana. Trabajo que le valió una mención honorífica de la Oficina Regional de la UNESCO para los países andinos.

**Coautor: Luis Raúl Parra Serrano.**



**Email: [lparras@udg.co.cu](mailto:lparras@udg.co.cu)**

Graduado en 1982 de Ingeniero Mecanizador en la Universidad Central de Las Villas. Cuba. Con 28 años de experiencias como profesor en la Educación Superior, en las Universidades de Ciego de Ávila y de Granma respectivamente. Durante nueve

años Director del Departamento de Mecanización Agropecuaria y miembro del Consejo Científico de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Granma. A partir de 1990 dirige la creación de la carrera de Ingeniería en Mecanización Agropecuaria en la Universidad de Granma y miembro de su Comisión Nacional hasta la fecha. Participó en la elaboración de los planes de estudio "C", "C Perfeccionado" y "D". También en la elaboración del programa de la disciplina Mecanización Agrícola de estos planes de estudios de la carrera de Agronomía. En Abril de 1999 dirige la creación de la Facultad de Ingeniería siendo su Decano hasta Enero/2001 y Presidente del Consejo Científico. Miembro del Comité Editorial de la revista Ciencias Técnicas Agropecuarias desde 1998; y de las Cátedras Honoríficas de la Universidad de Granma "Alvaro Reynoso" y "Félix Reyes Mora". Profesor de Tractores y Automóviles y Mecanización Agropecuaria. Ha recibido e impartido diversos cursos y entrenamientos de postgrado en Mecanización Agropecuaria y Didáctica de la Educación Superior. Ha desarrollado trabajos investigativos en estas temáticas y es coautor de la obtención de la Patente: Máquina para la preparación del suelo y cultivo en caña de azúcar. FR-1. Ciudad de La Habana, Cuba. 1992 y Certificado de Autor de Invención. Máquina Combinada para laboreo mínimo y atenciones culturales en caña de azúcar y otras plantaciones en hileras. Certificado Nro. 22936. Concedido por Resolución No. 2457/2003. Ciudad de La Habana, Cuba, 27 de octubre de 2003. Miembro del Grupo de Investigaciones de Laboreo. Tiene varias publicaciones y ha participado en diversos eventos científicos nacionales e internacionales. Ha elaborado diversos materiales docentes y didácticos. Ha recibido condecoraciones y reconocimientos científicos y pedagógicos, entre ellos la Distinción del Ministro de Educación Superior. La Habana. Cuba. 2000 y la Distinción XXV Aniversario de la Universidad de Granma. Bayamo, Cuba. 2001. Ha visitado profesionalmente universidades e instituciones de México, Panamá y España. Alcanzó el grado científico de Doctor en Ciencias en el año 2009 en la Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid. Actual Vicedecano docente de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Granma.