



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HÍDRICAS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
SANTA FE ARGENTINA

I N T E C



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Ciencias Hídricas**

**INDICE PARA LA EVALUACIÓN DE ÁREAS DE USO RECREACIONAL**  
**ASOCIADAS A ZONAS COSTERAS**

**Tesis para la obtención del grado de Magister en Gestión Ambiental**

**Tesista:** Ing. Susana Graciela Gervasio

**Director:** Dr. Rodolfo Brandi

2013

## **Índice**

### Capítulo 1

Introducción	pag.1
1.1 Ambiente y desarrollo sostenible	pag.1
1.2 Hitos e Instituciones Vinculados a la Evolución del Desarrollo Sostenible	pag.2
1.3 Degradación Ambiental do Zonas Costeras	pag.9
1.4 Control Integral de la Zona Costera	pag.17
1.5 Objetivos del trabajo	pag.17
1.5.1 Objetivo General	pag.17
1.5.2 Objetivos particulares	pag.18

### Capítulo 2

Indicadores Ambientales	pag.19
2.1 Definiciones y Evolución	pag.19
2.2 Indicadores	pag.21
2.3 Tipos de Indicadores	pag.21
2.3.1 Indicadores Biofisicos	pag.21
2.3.2 Indicadores Ambientales:	pag.22
2.3.3 Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y de Desarrollo Sostenible	pag.23
2.4 Metodología utilizada habitualmente para el desarrollo de los indicadores	pag.24
2.5 Ejemplos de Sistemas de Indicadores Ambientales	pag.26

### Capítulo 3

Desarrollo de los Indicadores y del Índice	pag.41
3.1 Introducción	pag.41

3.2 Índice de calidad ambiental para playas de uso turístico/ recreacional	pag.46
3.3 Categorización de las áreas a partir de los valores obtenidos	pag.48
3.4 Desarrollo de los indicadores	pag.50
3.4.1 Indicador de Calidad de Agua Litoral	pag.50
3.4.1.1 Establecimiento de los Objetivos del Indicador	pag.52
3.4.1.2 Evaluación de los parámetros para establecer la calidad microbiológica del agua para recreación	pag.54
3.4.1.3 Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de uso recreacional	pag.62
3.4.2 Indicador de Calidad de Arena de Playas	pag.70
3.4.2.1 Residuos Sólidos	pag.71
3.4.2.2 Coliformes termo tolerables en Arena de Playa	pag.76
3.4.2.3 Olores Desagradables en Arena de Playa	pag.76
3.4.3. Indicador de Incidencia de Radiaciones Electromagnéticas	pag.79
3.5. Indicador de Carga Turística	pag.88
3.6 Indicador de Control Institucional	pag.92
Capítulo 4	
Aplicación de la metodología de cálculo de indicadores e índices a áreas de estudio	pag,95
4.1 Aplicación al área denominada Costanera Este	pag.97
4.2 Componente Ambiental	pag.98
4.2.1 Cálculo del Indicador de Calidad de agua Litoral	pag.98
4.2.1.1 Método de Muestreo y Conservación de las muestras	pag.98
4.2.2 Cálculo del indicador de Calidad de arena de Playas	pag.103
4.2.2.1 Residuos sólidos	pag.103
4.2.2.2. Coliformes termo tolerables en Arena de Playa	pag.106

4.2.2.2.1 Método de muestreo y conservación de las muestras	pag.106
4.2.2.2.2 Resultados obtenidos	pag.106
4.2.2.3. Olores Desagradables en Arena de Playa	pag.108
4.2.2 Indicador de Radiaciones Electromagnéticas	pag.108
4.3 Componente Turístico	pag.110
4.3.1 Indicador de Carga Turística	pag.110
4.3.2 Indicador de Control Institucional	pag.113
4.3.2.1 Vendedores que cumplen con las normas	pag.113
4.3.2.2. Uso eficiente de las zonas	pag.114
4.4 Cálculo del Índice General	pag.115
4.4.1 Categorización del área evaluada	pag.116
Conclusiones	pag.118
Bibliografía	pag.120

## **Índice de Figuras**

Figura 1.1 Regiones Costeras de la República Argentina	pág.16
Figura 3.1 Gráfico para la información pública de la calidad del área costera	pág. 49
Figura 3.2 Vector definido por la combinación de los tres factores	pág.50
Figura 3.3 – Índice Solar Ultravioleta. - UV de riesgo solar promedio por mes para toda la Argentina en condiciones de día de cielo claro, capa de ozono normal y suelo sin nieve - Instituto de Física Rosario con el apoyo de la Fundación del Cáncer de Piel de la Argentina y el SMN.	pág. 84
Figura 3.4 – Curvas de relación entre el tiempo de exposición y el máximo valor esperado de la intensidad de la radiación solar ultravioleta - mínimo valor esperado para esta radiación	pág. 87
Figura 4.1 - Ubicación geográfica general de la zona de estudio	pág. 95
Figura 4.2 – Zona elegida para la aplicación del índice	pág. 98
Figura 4.3 – Imagen del área de aplicación del índice	pág. 99
Figura 4.4. – Áreas dedicadas a muestreo	pág 100
Figura 4.5 – Ejemplos de la diversidad de basura encontrada en el área de muestreo	pág. 104

## Índice de tablas

Tabla 3.1 - Coeficientes de Correlación Asociados a Recreación Humana con Contacto Directo - Relación entre Gastroenteritis y la Densidad Media del Indicador en agua de mar y agua dulce (U.S. EPA, 1986	pág. 57
Tabla 3.2 - Niveles de Confianza para la Evaluación de Resultados Aislados de Determinaciones de <i>ESCHERICHIA COLI</i> Y ENTEROCOCOS	pág. 58
Tabla 3.3 – Límites de confianza superiores correspondientes a muestras aisladas	pág. 61
Tabla 3.4 – Ocurrencia de nitratos en aguas dulces superficiales del territorio argentino	pág. 68
Tabla 3.5 - Niveles Guía de Calidad de Agua para Recreación	pág. 70
Tabla 3.6 – Litter categories for grading beach (in no particular order)	pág. 73
Tabla 3.7 – Tabla desarrollada para la categorización del área de acuerdo a la basura recolectada	pág. 75
Tabla 3.8 – Escala de Intensidad de olor	pág. 78
Tabla 3.9 – Irritación de ojos y nariz	pág. 78
Tabla 3.10 – Principales efectos de la radiación UV sobre la salud humana	pág. 81
Tabla 3.11 – Relación entre ISUV-ISUVn y el tiempo para el enrojecimiento y eventual quemadura de la piel– (Servicio Meteorológico Nacional)	pág. 85
Tabla 3.12 – Algunos Factores de Corrección para el Cálculo de la Capacidad de Carga Física.	pág. 89
Tabla 4.1 – Resultados de los muestreos de aguas realizados en la zona de playa habilitada en la Costanera Este	pág.101

Tabla 4.2 - Tabla desarrollada para la categorización del área de acuerdo a la basura recolectada	pág. 105
Tabla 4.3 Valores promedios de radiación electromagnética	pág. 109
Tabla 4.4 Personas contabilizadas en el área tomada como ejemplo	pág. 111
Tabla 4.5: Contravenciones detectadas durante los muestreos	pág. 114

**Resumen:**

Tradicionalmente las zonas costeras han tenido una importancia socioeconómica fundamental, bien sea en lo que se refiere a uso de los cursos de agua como medio de transporte y comunicación comercial, para la obtención de recursos alimenticios derivados de la pesca, o bien para como lugar de asentamiento creciente de poblaciones humanas. Asimismo, el litoral se presenta como una zona de rica biodiversidad donde radican buen número de espacios y especies de interés ecológico.

En el territorial nacional, los mares, los ríos y sus respectivas riberas pertenecen al dominio público. La competencia primaria corresponde a las provincias, delegando algunas atribuciones en la administración nacional y el manejo del territorio en las administraciones municipales.

Para la evaluación y la gestión de éstas áreas, las administraciones necesitan de instrumentos que permitan integrar la información multidisciplinaria relevante acerca del ambiente; teniendo en cuenta ese objetivo principal, el presente trabajo genera un índice para la evaluación de áreas para uso recreacional asociadas a zonas costeras; que incluye indicadores de calidad, con el objetivo de permitir una comunicación adecuada entre los profesionales que trabajan en torno a la calidad de las mismas, los tomadores de decisiones y el medio.

En una primera etapa el trabajo releva la evolución producida a través de los años hasta madurar un concepto de indicadores e índices de desarrollo sostenible.

Analiza las distintas propuestas internacionales y la matriz de indicadores de nuestro país.

A partir de esto se propone la elaboración de un índice para la gestión de áreas de recreación vinculado a zonas costeras. Se estudian los distintos indicadores que van a participar del mismo. Decidiéndose incluir el indicador de calidad de aguas litoral, el indicador de calidad de arena de playas, el indicador de calidad de radiaciones electromagnéticas, como parte del componente ambiental del índice; y como parte del que

se denominó componente turístico se desarrollo un indicador de carga turística y un indicador de control institucional.

Se evalúan los componentes de cada uno de estos indicadores y los valores que se tomarán como referencia para cada una de las variables que se estudien.

Por último se aplican los datos obtenidos de las variables estudiadas a lo largo de once meses de muestreos para el cálculo del índice, siendo el área utilizada para la aplicación una zona de recreación costera de la ciudad de Santa Fe.

Como resultado se concluye que el modelo de gestión desarrollado puede ser una herramienta valiosa para el manejo de destinos recreativos costeros, ya que permiten relevar las tendencias y llamar la atención acerca de fenómenos o cambios en las variables estudiadas que requieren futuros análisis y posibles acciones, como en el caso tomado como ejemplo de estudio que puso en evidencia la falencia existente con respecto a las normativas para el control institucional del uso y manejo de éstas zonas.

**Abstract:**

Traditionally, coastal zones have been of fundamental socioeconomic importance, either in relation to the use of water courses as pathways for transport and commerce, or as a means to obtain food resources derived from fishing, or as increasing settlements for human populations.

The coastlines are sites of rich biodiversity where a great number of spaces and species of ecological interest are located. On the national territory, rivers and their corresponding riverbanks are of public domain. Primary competence is assigned to provinces, while some delegated authority is exercised by the central administration and management of territory comes within the legislative competence of municipal administrations.

For the assessment and management of these areas, administrators require instruments able to integrate relevant multidisciplinary information on environment. Bering in mind this main objective, this work develops an index for the assessment of recreational areas associated to coastal zones, which includes quality indicators, so as to allow an adequate communication between professionals engaged in tackling the problems related to quality of these zones, decision makers and stakeholders.

In a first stage, the work reviews the historical evolution until the concepts of indicators and sustainable development indexes have reached maturity. Diverse international proposals, as well as the matrix of indicators from our country are analyzed. Based on this, the development of an index for the management on recreational coastal zones is proposed. The various indicators involved in this index are evaluated, so that on one hand, the environmental component of the index includes the littoral water quality indicator, the beach sands quality indicator and the electromagnetic radiation quality indicator. On the other hand, for the so called touristic component of the index, an indicator of tourist carrying capacity and an indicator of institutional control were developed. The components

of each of these indicators are assessed, as well as the reference values for each variable under study.

Finally the resultant data from the variables studied during a period of eleven months of sampling are applied in the calculation of the index, based on a recreational coastal zone at Santa Fe city

It is concluded that the developed operational model can be a valuable tool for the management of recreational coastal zones, because it allows the review of tendencies and call one's attention about phenomena or changes in the variables under study that should require future analysis and potential actions, such as in the case under study, which highlighted the shortcomings of existing regulations related to the institutional control of use and management of these zones

# **Capítulo 1**

## **Introducción**

### **1.1 Ambiente y desarrollo sostenible**

Es un hecho que la tierra es una totalidad compleja físico-biológica-antrópica. En el pasado siglo, en los años 60`s, la comunidad científica comienza a alertar a las administraciones sobre los grandes problemas del planeta, pobreza, deterioro ambiental. Se empiezan a evidenciar las interrelaciones físicas inevitables entre las actividades humanas y la naturaleza y el ambiente empieza a ser visto como sistema complejo, dinámico, sinérgico e incierto con una interdependencia mutua entre el ecosistema, donde el sistema socioeconómico exige una mutua adaptación entre ellos.

Es así, como se visualiza la problemática ambiental como efecto de múltiples causas, conceptos, instituciones, evoluciones históricas, sociales, económicas, bélicas, geográficas, etc., y por tanto compleja. Atendiendo a los retos de esta nueva problemática se analizan y exponen los siguientes aspectos actuales más apremiantes:

- La creciente población del planeta
- La contaminación de todo tipo que afecta al planeta y a sus pobladores
- La pobreza extrema y creciente de una gran parte de la población del mundo
- La ignorancia en la que vive inmersa gran parte de la humanidad
- El egoísmo de una gran parte de la población que detenta y atesora más recursos de los que le son sobradamente necesarios.

Estas causas se retroalimentan, están interrelacionadas y tienen un efecto multiplicador poniendo en evidencia que el planeta es finito y que por esto no puede sostener una población en crecimiento infinito y nuestro llamado desarrollo es “no sostenible”.

Una sociedad para desarrollarse de manera sostenible debe atender las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para hacerse cargo de

sus propias necesidades. Este es el concepto de desarrollo sostenible definido por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (Meadows, y col., 1994).

El compromiso hacia la sostenibilidad se basa en creer que es necesario y posible hacer compatibles las actividades socioeconómicas con los límites de la naturaleza y las bases de la vida humana.

Sin embargo, es evidente que los problemas son tanto globales como locales; que sus causas afectan a todos los ámbitos de actuación (global, nacional, local, personal) y a muy diversos campos de trabajo (biología, economía, política, urbanismo, cultura); y que requiere de la participación de todos los ciudadanos, organizaciones e instituciones. Esta multidimensionalidad se refleja en su historia en los hitos e instituciones que involucran el proceso hacia la sostenibilidad.

## **1.2 Hitos e Instituciones Vinculados a la Evolución del Desarrollo Sostenible**

Como respuesta a la protección de la biosfera han transcurrido una serie de hitos e instituciones, a continuación se sintetizan los más importantes:

- ***Club de Roma -1968***

El Club de Roma se creó en 1968, se comprende de un grupo de científicos, economistas, sociólogos, altos ejecutivos, entre otros provenientes de los cinco continentes, desde su creación ha actuado como catalizador independiente, global y no oficial de la problemática mundial y la rapidez de la evolución la sociedad mundial.

El Club de Roma publica regularmente diversos proyectos e informes de temas de tanto interés como; a) deterioro del medio ambiente físico; b) crisis de las instituciones; c) burocratización; d) enajenación de la juventud; e) violencia; f) educación inadecuada; g) brecha creciente entre países pobres e industrializados; h) crecimiento urbano incontrolado; i) inseguridad en el empleo; j) satisfacción decreciente obtenida en el trabajo; k) impugnación de los valores de la sociedad; l) indiferencia ante la ley y el orden; m) inflación y disrupción monetaria; entre otros .

- ***Institución del Día de la Tierra - 1970***

El 22 de abril de 1970 se funda la Red del Día de la Tierra (EDN), que como institución de carácter global, promueve ciudadanía medioambiental y acciones progresivas a nivel mundial durante todo el año. Esta institución es una fuerza encaminada a dirigir conciencia medioambiental en el mundo y promueve la celebración del día de la Tierra como una instancia de reflexión y acción en favor del medio ambiente. En sintonía con esto, en los Estados Unidos de América:

1. Se crea la Agencia de Protección Medio Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) con la misión de proteger el medio ambiente y la salud pública
2. Se promulga el Acta del Aire Limpio (Clean Air Act) con el objetivo de establecer estándares seguros sobre calidad del aire, emisiones y polución contaminante.

- ***Conferencia Sobre el Medio Ambiente Humano -1972***

Las Naciones Unidas (Organización de las Naciones Unidas, ONU) promueve en 1972 en Estocolmo la primera cumbre a nivel mundial y de carácter histórico, registrándose por primera vez la representación de 113 gobiernos que se reunieron para analizar las necesidades mundiales en el ámbito del desarrollo y medio ambiente.

Como documento inspirador sale a la luz el primer informe del Club de Roma “Los límites del crecimiento”.

1. Se recogen en un primer plan global de actuaciones “Plan de Acción de Estocolmo” sobre el medio ambiente, con 109 recomendaciones y más de 150 propuestas de conservación y mejora del medio ambiente natural.
2. Se adopta la declaración de principios que sentó los fundamentos para el desarrollo del derecho ambiental internacional a lo largo de los años 1970 y 1980.
3. Se instaura el “Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas” (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA), como instrumento global para la

puesta en practica de los acuerdos, se ha consolidado hasta ahora como organismo mundial ambiental.

4. Varios gobiernos crearon organismos oficiales encargados de velar por la protección del medio ambiente y creación en todo el planeta de varias instituciones no gubernamentales.

- ***Conferencia Vancouver HABITAT - 1976***

Sus acciones se rigen por mandato de la Asamblea General de la ONU para promover pueblos y ciudades, social y ambientalmente sostenibles, y asegurar el derecho a una vivienda adecuada para todos.

Se crea en 1978 el Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (United Nations Centre for Human Settlements, UNCHS - Habitat), como órgano intergubernamental de ámbito mundial que promueve el desarrollo sostenible de los derechos humanos por medio de la elaboración de políticas, la creación de capacidad, la producción de conocimientos y el fortalecimiento del apoyo entre los gobiernos y la sociedad.

Posteriormente en 1996 después de 20 años se llevó a cabo la conferencia Hábitat II en Estambul, el Secretario General de Naciones Unidas declaró en el preámbulo ...”el mundo ha cambiado dramáticamente en los últimos 20 años, pero los problemas con los que nos enfrentábamos en los años 70 no han sido resueltos. La pobreza, el hambre, la enfermedad, los desequilibrios poblacionales, la falta de equidad siguen a nuestro alrededor. Los asentamientos humanos, especialmente en las ciudades, son factores claves en las complejas ecuaciones cuyas premisas son el crecimiento y el desarrollo, los problemas ambientales, los derechos humanos y la erradicación de la pobreza”...

Esta Conferencia elaboró un Plan de Acción Mundial “El Programa de Hábitat” en el que se recogen las directrices para la creación de asentamientos humanos sostenibles durante el siglo XXI, teniendo en cuenta su relación con el medio ambiente, los derechos humanos, el desarrollo social, los derechos de la mujer, la población y otros temas.

- ***Comisión sobre el Medio Ambiente y Desarrollo- 1983***

La ONU establece en 1983 la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente, sus mandatos y objetivos son; a) examinar los temas críticos de desarrollo y medio ambiente (población, alimentación, especies y ecosistemas, energía, industria) y formular propuestas realistas al respecto; b) promover nuevas fórmulas de cooperación internacional capaces de influir en la gestión de la política sobre temas de desarrollo y medio ambiente; promover los niveles de comprensión y compromiso de individuos, organizaciones, empresas, institutos y gobiernos. La Comisión se reúne todos los años en Nueva York, y sus trabajos se organizan en ciclos bienales que constan de un período de sesiones de examen y otro de formulación de políticas, han transcurrido varios periodos de sesiones donde se han desarrollado diferentes documentos, informes y programas, donde se destacan:

1. Informe Brundtland “Nuestro Futuro Común” primer informe realizado en 1987, es aquí donde se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable), definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones para satisfacer las suyas.

2. Programas de trabajo, que se basan en ciclos bienales en los que alternan los años dedicados al examen y la formulación de políticas, abarca el período comprendido entre 2004 y 2017 y se organiza en torno a varios grupos temáticos de cuestiones; a) 2004-2005: agua, saneamiento y asentamientos humanos; b) 2006- 2007: energía para el desarrollo sostenible, desarrollo industrial, contaminación atmosférica/atmósfera y cambio climático; c) 2008-2009: agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía, desertificación y África; d) 2010-2011: transporte, productos químicos, gestión de desechos, minería y marco decenal de programas de producción y consumo sostenibles; e) 2012-2013: bosques, biodiversidad, biotecnología, turismo y montañas; f) 2014-2015: océanos y mares, recursos marinos, pequeños Estados insulares en desarrollo y gestión de desastres y vulnerabilidad; y g)

2016-2017: evaluación general de la aplicación del Programa 21, el Plan para la ulterior ejecución del Programa 21 y el Plan de Aplicación de las Decisiones de Johannesburgo.

- ***Comisión Intergubernamental sobre el Cambio Climático -1987***

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ha sido establecido por la Organización Meteorológica Mundial (Organización Meteorológica Mundial, OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA) para evaluar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para la comprensión del cambio climático, sus impactos potenciales y las opciones de adaptación y mitigación. Ha desarrollado cuatro informes de evaluación Informe de Evaluación "Cambio Climático " (1990, 1995, 2001 y 2007); dos Informes Especiales sobre el cambio climático, e Informes metodológicos.

- ***Cumbre de la Tierra -1992***

La ONU desde 1989 inicia la planificación de la conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río de Janeiro, junio 1992. Es aquí donde se trazan los principios para alcanzar un desarrollo sostenible. En la Cumbre de Río fueron aprobados por 178 gobiernos los documentos que se detallan:

1. Programa 21. Plan de acción que tiene como finalidad metas ambientales y de desarrollo para el siglo XXI con normas tendientes al logro de un desarrollo sostenible desde el punto de vista social, económico y ecológico.
2. Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo. En cuyos 27 principios se definen los derechos y responsabilidad de las naciones en la búsqueda del progreso y del bienestar de la humanidad.
3. Declaración de principios sobre los bosques. Tendiente a gestionar su conservación y su desarrollo sostenible en bien de la economía y la preservación de todas las formas de vida.

4. Convención marco sobre el cambio climático. Con el propósito de estabilizar los gases efecto invernadero presentes en la atmósfera en cuantías que no trastoquen peligrosamente el sistema climático mundial.

5. Convenio sobre la diversidad biológica y la desertificación. Exhorta a los países a encontrar cauces y medios para preservar la variedad de especies vivientes y velar por el equitativo beneficio de la biodiversidad biológica.

- ***Proyecto GEO - 1995***

El PNUMA inicia en 1995 el proyecto sobre medio ambiente mundial Global Environmental Outlooks (GEO), este proceso participativo a nivel mundial de evaluación ambiental abarca varios sectores, trabaja en colaboración con la red coordinada de centros e institutos multidisciplinarios de ámbito regional. Los productos GEO incluyen informes, y evaluaciones integradas ambientales, hasta la fecha se han desarrollado cuatro (4); a) GEO-1 1997; b) GEO-2 2000, c) GEO-3 2002 y d) GEO-4 2007.

- ***Cumbre para la Tierra + 5 -1997***

La Cumbre para la Tierra convino en que la Asamblea General de las Naciones Unidas, en un período extraordinario de sesiones que se celebraría en 1997, llevaría a cabo un examen de los adelantos alcanzados al cabo de cinco años. En ese período extraordinario de sesiones se evaluó en qué medida han respondido los países, las organizaciones internacionales y la sociedad civil al reto de la Cumbre para la Tierra. En la Cumbre para la Tierra + 5, Jefes de Estado y autoridades gubernamentales, en consultas de base amplia en todos los planos, desde el local hasta el internacional, llevaron a cabo una evaluación amplia y honesta de la posición alcanzada en relación con los objetivos establecidos en la Cumbre para la Tierra. El objetivo consistió en determinar y reconocer los adelantos alcanzados en la aplicación de los acuerdos concertados en la Cumbre para la Tierra y en promover acuerdos similares en todo el mundo. También se trató de identificar errores y omisiones y de proponer medidas correctivas. Mediante el examen se promovió la

asociación mundial necesaria para alcanzar el desarrollo sostenible y se trató de renovar el compromiso de los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales, los representantes de grupos principales y la ciudadanía en general en relación con los retos del siglo que se acercaba. Un propósito importante del período de sesiones consistió en determinar las prioridades y los objetivos y esbozar un plan de trabajo para la siguiente etapa de aplicación de los instrumentos de la Cumbre para la Tierra, en el siglo XXI.

- ***Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible -2002***

Realizada en Johannesburgo es un seguimiento al Programa 21+10 y por lo tanto, llevó como principal objetivo la adopción de compromisos concretos con relación al Programa 21 y el logro del desarrollo sostenible. La Cumbre de Johannesburgo reafirmó el desarrollo sostenible como el elemento central de la Agenda Internacional y dio un nuevo ímpetu a la acción global para la lucha contra la pobreza y la protección del medio ambiente. Sus resultados:

1. Plan de Acción contra la pobreza.
2. Revalidación de los objetivos de la Programa 21 y la participación como herramienta necesaria para el cambio.
3. Objetivos del Milenio. Se firma la declaración del Milenio, se recogen ocho objetivos referentes a la erradicación de la pobreza, la educación primaria universal, la igualdad entre los géneros, la mortalidad infantil y materna, el avance del hiv/sida y la sostenibilidad del medio ambiente.

- ***De Estocolmo a Río de Janeiro a Johannesburgo***

Hace 40 años, en Estocolmo, los miembros de la conferencia se pusieron de acuerdo sobre la necesidad apremiante de abordar el problema del deterioro ambiental. Hace 20 años, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro convino en que la protección del medio ambiente, el desarrollo social y

el desarrollo económico eran fundamentales para lograr el desarrollo sostenible basado en los principios de Río. Para alcanzar este objetivo, aprobaron un programa de alcance mundial titulado “Programa 21” y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, a los cuales reafirmaron en Río su adhesión. La Conferencia de Río constituyó un hito importante que permitió establecer un nuevo plan de acción para el desarrollo sostenible.

En el intervalo entre la Conferencia de Río y la de Johannesburgo, las naciones del mundo se reunieron en varias conferencias bajo los auspicios de las Naciones Unidas, entre ellas la Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo y la Conferencia Ministerial de Doha. Estas conferencias definieron para el mundo una amplia visión del futuro de la humanidad.

En la Cumbre de Johannesburgo se congregaron pueblos diversos para expresar sus opiniones en una búsqueda constructiva del camino común hacia un mundo en que se respete y se ponga en práctica el concepto del desarrollo sostenible. La Cumbre de Johannesburgo confirmó asimismo el importante progreso realizado hacia la consecución de un consenso mundial y de una alianza entre todos los pueblos del planeta.

En el contexto de estas ideas surge el objetivo del presente trabajo que trata de valorar el impacto que se produce en el uso de zonas que vinculan la recreación y las costas.

### **1.3 Degradación Ambiental de Zonas Costeras**

Tradicionalmente las zonas costeras han tenido una importancia socioeconómica fundamental, bien sea en lo que se refiere al uso de las vías navegables como medio de transporte y comunicación comercial, para la obtención de recursos alimenticios derivados de la pesca y de la acuicultura, o bien como lugar de asentamiento creciente de las poblaciones humanas. Asimismo el litoral se presenta como una zona de rica biodiversidad donde radican buen número de espacios y especies de gran interés ecológico.

Es de resaltar que el litoral juega un papel esencial para la vida humana, constituye el soporte de actividades económicas y sociales originales, creadoras de empleo para las poblaciones residentes, asume una función indispensable de recreo físico y psíquico para las poblaciones, ocupa un lugar esencial para las satisfacciones estéticas y culturales, así como los deseos de la persona humana.

Durante los últimos decenios, las áreas costeras han ofrecido grandes potencialidades para la creación de empleo, el crecimiento económico y la calidad de vida; dada su naturaleza de ecosistemas relativamente frágiles, sin embargo han sufrido un acelerado proceso de degradación de sus hábitats y de sus recursos. La fuerte presión de las actividades humanas sobre el litoral se debe entre otras cosas a una urbanización desordenada y mal planificada, a la implantación de infraestructuras derivadas del desarrollo poco respetuosas con el entorno y en general a una mala gestión y descoordinación de las actividades concurrentes. Por desconocimiento de los procesos naturales de la dinámica costera, dificultado por la complejidad de las interacciones entre los sistemas acuáticos y terrestres, la actividad humana ha generado graves situaciones de insostenibilidad con repercusiones negativas no sólo de carácter ambiental sino también de naturaleza social y económica.

La degradación ambiental de las zonas costeras constituye un problema generalizado en todo el mundo. Tal fenómeno ya se ha puesto de manifiesto en importantes documentos internacionales como el *Programa 21* aprobado en la Cumbre de Rio de 1992 sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, que señala que...”más de la mitad de la población del mundo vive a menos de sesenta kilómetros de la costa, y esta proporción podría elevarse a las tres cuartas partes para el año 2020”...Pese a los esfuerzos que se están haciendo en los planos nacionales, subregionales, regionales y mundiales, la forma actual de enfocar la ordenación de los recursos no siempre ha permitido un desarrollo sostenible, y los recursos costeros y el medio ambiente se están degradando y erosionando rápidamente en todo el mundo.

En general las naciones han tomado algunas medidas en cuanto al manejo de estas áreas, a partir de la firma del Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982), que entró en vigor en 1994, el cual ofrece una estructura completa para la gobernación del océano y zonas costeras, pero si efectuamos una mirada dedicada al tema veremos que se ha puesto énfasis en las zonas costeras marítimas y su degradación dejando en general de lado los litorales fluviales, a los que se le ha brindado menor importancia.

Desde una perspectiva general, merecen destacarse varias declaraciones y documentos emanados de organismos internacionales dirigidos a ofrecer diferentes alternativas para la gestión integrada de las zonas costeras. Por orden cronológico podemos señalar algunas:

Recomendación del Consejo de la Organización para la cooperación y el desarrollo Económico (OCDE) sobre principios para la ordenación costera, C(76)61.

Resolución de los Ministros de Planificación sobre las áreas de costa, dictada por el Consejo de Europa en 1983.

Recomendación del Consejo de la OCDE de 1992, sobre gestión integrada de las zonas costeras.

Programa 21 de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, ya citado anteriormente.

En la actualidad se ha extendido la consigna de desarrollar en las zonas costeras lo que se denomina “gestión integrada del litoral”, entendiendo por esto al conjunto de principio básicos orientados a que el uso del entorno costero sea sensible a las cuestiones ambientales, y que se defiendan la planificación estratégica de las zonas costeras (Martín M.R. - 1999).

### **Algunos antecedentes en Latinoamérica de Gestión para gestión de zonas costeras.**

- **Uruguay** – Programa EcoPlata - *Apoyo a la gestión integrada de la zona costera uruguaya.*

Programa EcoPlata surge en 1991, con el objetivo de establecer vínculos entre las comunidades científicas de Uruguay y Canadá. En su fase inicial el Programa estuvo orientado al fortalecimiento de las capacidades de investigación en las ciencias del mar, constituyendo una oportunidad para que las instituciones participantes aunaran esfuerzos en torno a objetivos de trabajo comunes.

El producto de esta fase fue la elaboración del Proyecto Ecoplata II (1994-1996) el que se pensó como una etapa dentro de una iniciativa de más largo plazo con el objetivo de fortalecer y desarrollar la capacidad de las comunidades científica y pesquera a fin de prevenir una eventual degradación de los recursos naturales y comprender el efecto de los factores ambientales y las actividades humanas sobre una importante área de desove y cría en una sección de la zona costera uruguaya del Río de la Plata.

En 1997 fue aprobado el proyecto Ecoplata III (1997-2002), con la finalidad de contribuir a la gestión integrada de los recursos de la zona costera uruguaya del Río de la Plata a través de un proceso interactivo e interdisciplinario que contribuía a la formulación de políticas y estrategias de gestión integrada, a ser desarrolladas coordinadamente por las distintas instituciones gubernamentales en el ámbito de sus respectivas competencias, con la participación de los actores sociales involucrados. De esta forma se ampliaba el espectro de investigación incorporando las ciencias sociales y abordando las partes terrestres de la costa del Río de la Plata. Poco tiempo después se reconoce la necesidad de llevar adelante proyectos piloto de gestión integrada de las zonas costeras (GIZC) a nivel local con el fin de acumular conocimiento en este nuevo enfoque de gestión. Es así como en 1999 se inicia el trabajo en el Área Piloto Arroyo Carrasco–Arroyo Pando y el Área Piloto Playa Pascual-Punta Espinillo.

Entre el 2006 – 2010 EcoPlata determinó institucionalizar y fortalecer el proceso de la GIZC a fin de consolidar una protección eficaz de las áreas sensibles y asegurar la sustentabilidad en los distintos usos sociales y productivos de la costa.  
<http://www.ecoplata.org>.

- **Colombia**

En el año 2000 el Ministerio del Ambiente – Dirección Nacional de Ecosistemas - presenta el documento “Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y la zonas costeras e insulares de Colombia”, en este documento se realiza un diagnóstico de los usos múltiples de los espacios oceánicos y las zonas costeras, el Marco institucional y legal en el que se encuadran, las estrategias, programas, metas y acciones que se utilizarán para el ordenamiento ambiental territorial, la sostenibilidad ambiental sectorial, la sostenibilidad de la base natural, y la evaluación de la calidad ambiental del medio marino.

Por último detalla la base científica de conocimiento e información orientada al manejo integrado de zonas costeras, y los distintos niveles de gobernabilidad de los sistemas a niveles nacionales, regionales y locales.

- **México**

La Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas (PANDSOC), puesta en marcha a partir del año 2006, formalizó una visión integral del sector medio ambiente para el desarrollo de acciones de gobierno que incorporasen a la sociedad civil y condujeran el desarrollo de las costas y océanos del país bajo procesos económicos limpios, en beneficio de las poblaciones humanas que habitan estas regiones.

Esta política tuvo su génesis en dos procesos paralelos. Por un lado, la atención a las recomendaciones derivadas de la evaluación del desempeño ambiental en materia de la gestión integral de las zonas costeras en 2004, hechas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Por otro, la consideración a la

recomendación que hizo a la SEMARNAT el Consejo Consultivo Nacional para el Desarrollo Sustentable (CCDS), en su calidad de representante de la sociedad civil, de formular un "Plan Nacional de Manejo Costero", marco de política que permitiera el manejo integrado de la zona costera.

La puesta en marcha de esta política nacional que involucró diversos proyectos y programas enfocó sus tareas en el ordenamiento y gestión de las costas marítimas no teniendo en cuenta en sus desarrollos la posibilidad de gestionar las costas fluviales.

- **Brasil**

Se comenzó a implementar una Política Ambiental en Brasil en 1981, declarándose la zona costera como patrimonio nacional en la constitución de 1988. A partir de este momento se creó el Plan Nacional de Gerenciamiento Costero y grupos para la implementación de políticas de planeamiento territorial.

Los dispositivos legales con que se cuenta para la integración de los recursos hídricos son:

- Ley n°. 9.433/97, que en el artículo 3° detalla las directrices generales para la implementación de estas políticas, y prevé:

“ III – una integración de la gestión de los recursos hídricos con la gestión ambiental”;

“ V – un integración de la gestión de recursos hídricos con el uso del suelo”;

“VI – una integración de la gestión de las cuencas con los sistemas de estuarios y zonas costeras.”

En 2006 se aprobó el Plan Nacional de Recursos Hídricos, que consta de cuatro componentes principales, subdivididos en trece programas, ciento seis diagnósticos y veintinueve planes. A pesar de esto el Programa IX, de Gestión de Recursos Hídricos Integrados al Gerenciamiento Costero, incluidos los Humedales, aún no ha sido desarrollado lo cual es un indicativo de lo nuevo del mismo y las dificultades con las que se enfrentan para desarrollarlo.

- **Argentina**

A falta de una definición jurídica de la zona costera argentina, y teniendo en cuenta diversas propuestas focalizadas en la gestión (Álvarez y Álvarez; 1984, Barragán y col., 2003; Dadón y Matteucci, 2006), pueden incluirse en la misma a todos los municipios ubicados en la costa atlántica o de los grandes ríos de la cuenca del Plata. En esa estrecha franja se encuentra el 36% de la población, todas las capitales de las provincias ribereñas y la mayor parte de la infraestructura, la industria, el comercio, los centros financieros y los organismos administrativos del país.

La zona costera argentina abarca once provincias y la ciudad autónoma de Buenos Aires. Puede dividirse en cuatro regiones bien diferenciadas:

Región Costera Fluvial

Región Costera Pampeana

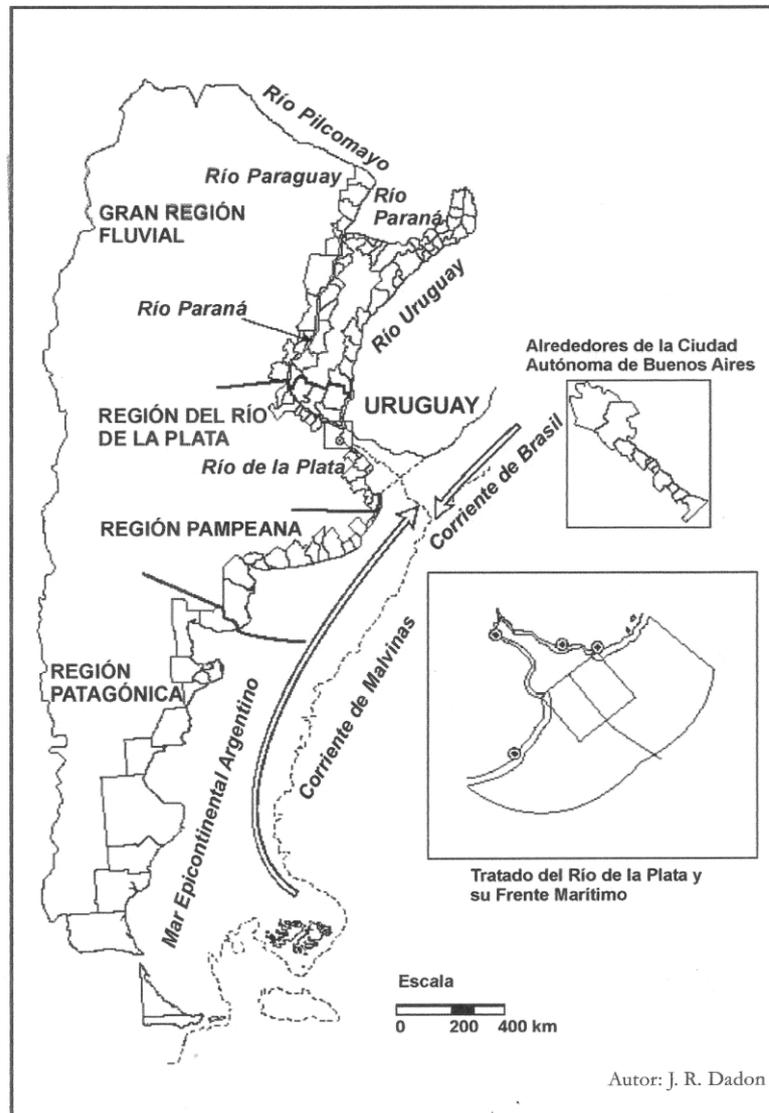
Región del Río de la Plata

Región Costera Patagónica

La zona de interés de este trabajo de tesis es la que se denomina Región Costera Fluvial. Los recursos más importantes en esta zona son los humedales que, entre otros procesos actúan en la recarga y descarga de acuíferos, en el control de inundaciones, la regulación del clima, la reserva potencial de nutrientes, y son además corredores hacia el sur para especies del Amazonas y de la Mata Atlántica brasileña. En esta región se albergan unas dos mil especies de plantas, más de cuatrocientas familias de aves, unas cien especies de mamíferos y entre trescientas ochenta y quinientas cincuenta especies de peces (Barragán y col., 2003). El aprovechamiento pesquero en alguna de las provincias de la región tiende a ser de subsistencia. La provincia de Santa Fe, desde 2003 año en que se sancionó la ley provincial 12212 de manejo sustentable de los Recursos Pesqueros trata de que se realice una explotación adecuada. En toda la región se desarrolla la pesca deportiva.

En los últimos años ha cobrado relevancia el turismo nacional e internacional con diversos destinos y actividades.

Con respecto a las normativas no existe una específica a nivel nacional para el manejo costero ni tampoco una definición jurídica de la zona costera, aunque la franja costera ha sido explícitamente asignada al dominio público.



**Figura 1.1 Regiones Costeras de la República Argentina**

Entre las normas nacionales, el Código Civil de la República Argentina define como públicos “los mares territoriales, los mares interiores las bahías, ensenadas, puertos, ancladeros, los ríos, sus cauces, las playas de mar y las riberas internas de los ríos, entendiéndose por tales la extensión de tierra que las aguas bañan o desocupan durante las altas mareas normales o las crecidas medias ordinarias”. Estableciendo la posibilidad de

apropiación privada de algunos recursos como “los peces, plantas y hierbas que vegetan en las costas del mar”.

La mayoría de las leyes y decretos nacionales y provinciales específicamente vinculados al manejo de la zona costera se refieren a la prevención de la contaminación, la preservación y manejo de los recursos naturales, en especial la pesca, la protección de la biodiversidad y ambientes nativos, y en menor grado al ordenamiento territorial.

La provincia de Santa Fe, desde 2003, cuenta dentro de la Dirección Provincial de Administración de los Recursos Hídricos con un área de Gestión integrada e integral de los Recursos Hídricos, pero no se encuentran documentos o acciones concretas que indiquen la dinámica de trabajo del área.

#### **1.4 Control Integral de la Zona Costera**

El control integral de las costas se realiza para coordinar diversas áreas como pesquería, recreación, turismo, entre otras; para esto se deben considerar todos los factores sociales, económicos, estéticos, recreativos y ecológicos.

Un manejo integral de las zonas costeras requiere una integración progresiva, con objetivos inmediatos para el control diario, coordinado y consistente con metas a largo plazo de las políticas locales, provinciales y nacionales e internacionales (OCDE, 1993).

El control debe ser realizado en forma coordinada para armonizar los resultados obtenidos y de esta forma compatibilizarlos. En este marco de acción se plantean los objetivos del presente trabajo.

#### **1.5 Objetivos del trabajo:**

##### **1.5.1 Objetivo General**

El objetivo del trabajo es elaborar un índice para la evaluación de zonas recreación costeras utilizando un modelo que incluya diferentes indicadores de estado sencillos, de fácil interpretación y que en su conjunto puedan ser difundidos por diversos medios informativos y utilizados diariamente por la población.

Este índice contribuirá por otra parte, con las instituciones que deben decidir sobre la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos; para determinar, y llevar a cabo una adecuada política ambiental sostenida para las zonas bajo estudio.

### **1.5.2 Objetivos particulares**

1 - Estudiar los distintos indicadores de calidad ambiental, evaluar y definir aquellos que, sean factibles de utilizar de acuerdo a las características de aplicación para las áreas en estudio.

2 – Relacionar los distintos indicadores en un índice.

3 – Establecer los objetivos de calidad ambiental que deberían alcanzarse.

4 – Efectuar la aplicación de los datos recabados en una zona determinada, a los indicadores seleccionados, evaluar el funcionamiento del índice general y redactar las recomendaciones que permitan el uso efectivo del mismo.

## **Capítulo 2**

### **Indicadores Ambientales**

#### **2.1 Definiciones y Evolución**

Desde la Declaración de Estocolmo en 1972, posteriormente ratificada en la Declaración de Río de Janeiro en 1992, la preocupación por llevar a cabo acciones para proteger el medio ambiente y emprender un desarrollo sostenible ha estado creciendo día a día. A partir de esto, surgió la necesidad de valoración y medición del daño que se estaba realizando al medio ambiente, o de impactos ambientales, así como del estado de los recursos y condiciones ambientales.

La medición y valoración de impactos, encaminada hacia una apropiada gestión ambiental, ha permitido la observación de niveles registrados de contaminación, por ejemplo, de parámetros fisicoquímicos, el análisis de la causa de los mismos, y cómo afectan las condiciones socioeconómicas de las poblaciones involucradas. El problema para definir en qué punto o medida se puede decir si es un impacto ambiental o si no causa un daño importante para una comunidad, se ha tratado a través de la determinación de niveles permisibles, regulaciones y leyes por parte de entidades encargadas del monitoreo y control ambiental.

Otros tipos de valoración se han presentado desde el punto de vista económico, en los cuales hay varios métodos que tratan de convertir diferentes aspectos del medio ambiente a unidades que permitan obtener indicadores comparativos. Esta posición se fundamenta en que el medio ambiente tiene valor porque cumple una serie de funciones y servicios que afectan positivamente el bienestar de las personas que componen la sociedad. De esta forma se pueden tomar medidas para establecer límites en la explotación de recursos (igualdad de oferta y demanda, teniendo en cuenta los costos de extracción, niveles apropiados de conservación), aplicación de impuestos o pagos por cierto tipo de impactos

ambientales, como vertimientos líquidos y emisiones atmosféricas, costos de descontaminación, entre otros.

Con el fin de integrar todos los componentes y procurar un manejo o gestión apropiada para éstos, también se han desarrollado evaluaciones más generales, que permiten, a través de la priorización de algunos componentes, el direccionamiento de políticas y acciones concretas.

Dentro del enfoque industrial se tienen las evaluaciones de las diferentes normas de calidad ambiental, los balances de materia y energía, entre otros. Con relación a proyectos de desarrollo o en lo relacionado con el ordenamiento territorial se realizan análisis matriciales por dimensiones, y/o se hace uso de sistemas de información geográfica (SIG) que permiten la superposición de mapas temáticos, que pueden representar cada una de las dimensiones ambientales, por medio de criterios técnicos para definir áreas apropiadas para los diferentes tipos de actividades humanas o áreas de manejo especial.

Una propuesta alterna para estas estimaciones es por medio de la dinámica de sistemas, que permite el acople de sistemas de ecuaciones de estado con otras relaciones que definen el cambio de las tasas de variación como una función de otras variables conocidas. Esto se lleva a cabo con el fin de encontrar impactos producidos por el desarrollo de una acción o actividad necesaria para la construcción u operación del proyecto, ya que es frecuente encontrar que, por ejemplo, impactos físicos desencadenen impactos bióticos y estos sean el disparador de otros de tipo económico o político, por lo que el análisis puede incluir varias generaciones de impactos.

Esto se realiza a través de modelos de simulación, que usualmente son expresados como algoritmos numéricos, una vez concebidos, desarrollados y calibrados. Así se puede someter el sistema a diversas condiciones ambientales, configuraciones del proyecto o varios modos o reglas de operación y/o la estimación del comportamiento del sistema ante situaciones extremas.

## **2.2 Indicadores**

Para tener términos más concretos de la valoración y evaluación ambiental aparecen los indicadores ambientales. Estos son mediciones científicas de la trayectoria de las condiciones ambientales a través del tiempo; ayudan a medir el estado del aire, agua y suelo, la presión sobre ellos y los efectos resultantes sobre la salud ecológica y humana; muestran el progreso en la limpieza del aire, purificación del agua y protección del suelo (EPA, 2002)

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OECD define un indicador ambiental como un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado dado por una definición clara de su función (OECD 1993). Así como los indicadores económicos o sociales, los indicadores ambientales están basados en series de datos específicos o series estadísticas que miden algunos componentes, procesos o tendencias de interés, que son básicamente el deterioro ambiental o la insostenibilidad; pero lo difícil es definir qué es desarrollo sostenible, o cuál es el ideal de medio ambiente o balance ecológico.

El Ministerio del Ambiente España, define un indicador ambiental como una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones.

## **2.3 Tipos de Indicadores.**

En el ámbito ambiental existen diferentes tipos de indicadores según la orientación y el alcance del estudio en el cual estén enmarcados. De esta manera, se pueden definir los siguientes tipos de indicadores:

### **2.3.1 Indicadores Biofísicos:**

Están orientados hacia el estudio de las condiciones naturales (atmosféricas, geosféricas, etc.), los recursos naturales, los ecosistemas y las funciones ecosistémicas de un territorio, que en su conjunto se asocian a su oferta natural o “patrimonio natural”.

### **2.3.2 Indicadores Ambientales:**

Su objeto de estudio trasciende el de los indicadores biofísicos, en tanto que considera aspectos o problemas resultantes de la interacción entre el sistema sociocultural y el patrimonio natural. Este tipo de indicadores cubre temáticas propias de los hábitos y modos antrópicos de producción y consumo, tales como demanda y uso de recursos naturales, generación y aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos (locales y globales), contaminación acústica, las tecnologías y los tipos de energía utilizados en la producción de bienes y servicios (industriales y agropecuarios) y sus problemas concomitantes (cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono, entre otros). De igual forma se consideran como indicadores ambientales los asociados con la gestión ambiental orientada hacia el uso racional de los recursos y del medio ambiente: conservación in-situ y ex-situ, educación e investigación ambiental, entre otros.

Estos indicadores ambientales han adquirido relevancia en los últimos años dada su capacidad de generar una imagen sintética de las condiciones ambientales del territorio. Su auge se ha desarrollado de forma paralela a los avances, acuerdos y retos ambientales a nivel global. Lo anterior también ha conducido a la necesidad creciente de contar con información que facilite la formación de una opinión a la hora de tomar decisiones públicas o privadas, a través de la formulación de políticas ambientales para la asignación de recursos a esta área. Los indicadores ambientales aparecen cargados de una urgencia política y de unos desarrollos informáticos que los hacen más factibles de construir que otro tipo de indicadores que han tenido mayores dificultades en su conceptualización y construcción.

Entre los problemas para formular y consolidar unos indicadores ambientales concretos que permitan la comparación a nivel global, se encuentra el que continuamente sigan en desarrollo y discusión. Además, como las condiciones ambientales, sociales y políticas de cada país, región y localidad son diferentes, hay indicadores nuevos que pueden ser más importantes para un sitio específico, y a nivel general no tienen tanta importancia. Así mismo aún está en proceso la recolección, sistematización y centralización de la información requerida en muchos países.

No obstante, debe existir un amplio acuerdo en que éstas son las dimensiones que se deben incluir en la definición y medición del desarrollo sostenible, no existe aún un camino suficientemente compartido para identificar y modelar las múltiples y complejas interrelaciones entre ellas y generar a partir de ellas una expresión sintética y agregada que exprese el avance obtenido en la construcción del desarrollo sostenible.

### **2.3.3 Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y de Desarrollo Sostenible**

En los últimos treinta años, se ha avanzado considerablemente en la agenda ambiental y el desarrollo sostenible en el mundo. El desarrollo importante de los indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible se inicia a finales de la década de los 80 en Canadá y algunos países de Europa; pero el impulso más abarcador correspondió a la Cumbre de la Tierra ya que para poder controlar el avance del Programa 21, se creó la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), con el mandato de monitorear el progreso hacia un desarrollo sostenible.

Los de primera generación (1980 – al presente) reciben el nombre de indicadores ambientales o de sostenibilidad ambiental, tienen un enfoque parcial, por ejemplo desde un sector productivo (salud, agricultura, forestal), o bien desde la singularidad o un número reducido de dimensiones (ambiental referido a variables de contaminación, o de recursos naturales). Como ejemplos tenemos los indicadores ambientales de calidad de aire de una ciudad, indicadores de deforestación o de cambio de usos del suelo, etc.

Posteriormente se desarrollan los indicadores de desarrollo sostenible, que tienen un valor agregado tendiente a establecer y monitorear la sostenibilidad de la relación hombre-naturaleza. Para ello, pueden utilizar variados parámetros de comparación y contraste para monitorear y evaluar la evolución de sus valores en el tiempo (lecturas reales o por modelación), como los siguientes: capacidad de carga de los ecosistemas, resiliencia o capacidad de dilución de una corriente o los estándares o valores fijados nacional o internacionalmente, como referentes válidos de un “uso sostenible” o de una gestión adecuada de los recursos naturales y del medio ambiente en general.

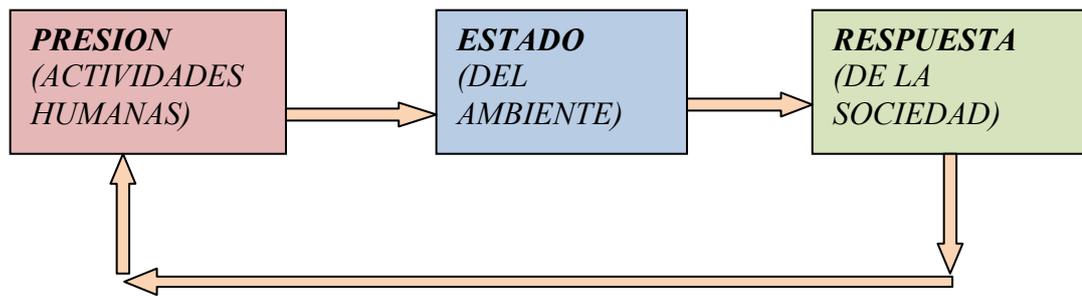
Los indicadores de segunda generación (1990 –presente), corresponden a la evolución realizada desde el enfoque multidimensional del desarrollo sostenible. Avanzan en el diseño e implementación de sistemas de Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS) compuestos por indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional. Sin embargo hasta la fecha no se ha logrado integrar las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible, se han presentado indicadores provenientes de las cuatro dimensiones sin que realmente se vinculen en forma esencial entre ellos.

#### **2.4 Metodología usada habitualmente para el desarrollo de los indicadores**

##### **El modelo Presión – Estado - Respuesta:**

Sin duda, el marco de análisis dominante debido a su simplicidad, facilidad de uso y aplicación a diferentes niveles es el modelo conocido como de Presión – Estado – Respuesta.

Este modelo fue desarrollado por Friend y Rapport (1979) y ampliamente utilizado a nivel mundial, por su integración al conjunto de países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), se constituyó en un modelo de desarrollo de indicadores ambientales de este organismo internacional.



Se basa en el concepto de la causalidad: las actividades humanas “Ejercen presiones sobre el medio y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales. La sociedad responde a esos cambios a través de políticas ambientales, sectoriales y económicas. Esto último crea un bucle hacia las actividades humanas de presión. En términos generales estos pasos forman parte de un ciclo de políticas ambientales que incluyen la percepción del problema, la formulación de políticas, y el seguimiento y evaluación de las mismas”. OCDE (1993).

El sistema desarrolla indicadores para abordar temas o áreas políticas o socialmente relevantes a través de la búsqueda de respuestas a un simple conjunto de preguntas:

- ¿Qué está pasando con el estado del ambiente o de los recursos naturales?
- ¿Por qué está pasando?
- ¿Qué estamos haciendo acerca de esto?

Los indicadores de cambios o tendencias en el estado físico o biológico del mundo natural (indicadores de estado) responden a la primera pregunta, los indicadores de tensión o presión de las actividades humanas que causan cambios en el ambiente (indicadores de presión) responden a la segunda pregunta, y las medidas y políticas adoptadas en respuesta a los problemas ambientales (indicadores de respuesta), responden a la tercera pregunta.

Más específicamente, los indicadores de estado/efecto miden la calidad del ambiente y particularmente las declinaciones atribuibles a las actividades humanas. Describen la calidad del ambiente, incorporando la de los recursos naturales (flora, fauna, suelo, aire y agua) y se refieren al estado en el cual han quedado los elementos del sistema una vez

afectados, la situación de la población, recursos naturales y funciones biológicas después de recibir presiones de ciertos agentes.

Los indicadores de presión, muestran las causas de los problemas ambientales; disminución de los recursos naturales debido a su excesiva extracción o sobre explotación, emisiones de contaminantes o desechos en el ambiente; e intervenciones como desarrollos de infraestructuras o conversión de ecosistemas naturales a otros usos. Incluyen presiones directas e indirectas, señalando los agentes (ambientales y/o antropogénicos) que afectan el bienestar humano (teniendo en cuenta las funciones biológicas). En otras palabras, estos indicadores miden el estrés ambiental.

Los indicadores de respuesta/gestión señalan los esfuerzos realizados en términos de políticas ambientales y de recursos naturales, indicando acciones humanas tendientes a solucionar o prevenir impactos (no deseables) sobre algunos de los elementos vulnerables del sistema, es decir, describen los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente.

Con este marco de referencia cada vez más aceptado y ampliamente adoptado, los países han ido desarrollando indicadores de acuerdo con las condiciones específicas y necesidades nacionales, regionales y locales.

## **2.5 Ejemplos de Sistemas de Indicadores Ambientales**

### **EXPERIENCIAS INTERNACIONALES**

#### **Naciones Unidas:**

Como resultado de la Conferencia de Río (1992) se han adoptado diversas iniciativas para promover el desarrollo sostenible. En el capítulo 40 (información para la adopción de decisiones) del Programa 21 se señala la necesidad de que los países, las organizaciones internacionales y las organizaciones no gubernamentales elaboren indicadores del desarrollo sostenible, que son instrumentos importantes para indicar la dirección más adecuada para alcanzar los objetivos del Programa 21.

**Comisión Económica para América Latina, CEPAL (Organización del Sistema de Naciones Unidas):**

Esta Comisión destaca varios aspectos:

*Abordar un enfoque más integral para la formulación e implementación de sistemas de indicadores ambientales.* CEPAL profundiza en un enfoque sistémico, es decir aquel que considera la interrelación de variables económicas, sociales y ambientales para aproximarse a los indicadores de sostenibilidad.

*Construir los indicadores ambientales progresivamente y por etapas.* No recomienda construir “mega indicadores”, es decir aquellos muy agregados que se alimentan con muchas variables y que por tanto requieren de mayor información de base. Los mega indicadores son viables en países donde la información esté completamente estructurada y sistematizada; el cual no es el caso de latinoamérica.

*Avanzar con indicadores de primera generación y luego con los de sostenibilidad.* No es posible contar con indicadores más “complejos y robustos” en términos de su validez científica y contenido en el marco de los principios del desarrollo sostenible, sin tener los indicadores básicos. Esta visión puede parecer reduccionista, pero es esencial contar previamente con los datos y los sistemas de medición antes de pensar en indicadores.

*Propugnar por la estandarización de sistemas de medición de la información de base y de las variables de los indicadores, con el fin de lograr estandarización de métodos y posteriormente, comparación entre indicadores locales, nacionales y regionales.* El problema de la heterogeneidad de los sistemas de medición no sólo se presenta entre países, sino entre ciudades e instituciones de un mismo país.

*Recomendar el marco ordenador “PER”,* aunque sugiere adaptaciones locales fundamentadas en las políticas de cada país.

*Destacar la importancia de las cualidades y requisitos de los indicadores ambientales.* Entre ellos es fundamental la capacidad comunicativa. Un indicador que la gente no pueda

entender, es un indicador inútil en términos de la percepción social de los problemas ambientales.

### **Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE:**

Adoptó como marco de trabajo el modelo PER, en 1993. Esta metodología fue difundida y aplicada en sus países miembros. La mayor virtud del trabajo en la OECD, es la comparación que realiza con los indicadores de todos los países en los que se dispone información. Este “benchmark” permite un análisis orientado a la generación de recomendaciones a los gobiernos, sobre procesos y áreas críticas. Además, permite evaluar el desempeño de los países en la obtención de metas y acuerdos internacionales, como la reducción de gases “efecto invernadero”.

De la OECD, se destacan dos publicaciones (Better Understanding our cities. The Role of Urban Indicators, 1997 y Towards sustainable development. Environmental Indicators, 1998 – OECD) que fueron útiles al proyecto en tanto proveen información conceptual sobre la construcción y soporte técnico de los indicadores.

Como parte de su compromiso de transparencia en la comunicación con el público, los países pertenecientes a la OECD, cada vez más utilizan un número reducido de indicadores llamados “key indicators”, seleccionados dentro de un gran conjunto para realizar reportes acerca de cuestiones ambientales los que son revisados, actualizados y publicados periódicamente.

### **Indicadores Ambientales de la Agencia Ambiental Europea (EEA, 2003)**

Éstos están divididos por temas:

#### *Agricultura:*

Manejo de convenios agro-ambientales, intensidad agrícola, agricultura ecoeficiente, gastos en la política común de agricultura, nutrientes suplementarios, agricultura orgánica.

#### *Aire:*

Área de ecosistemas afectados por contaminación del aire, emisiones de ozono, emisiones de partículas, emisiones de sustancias acidificadas, exceso del valor permitido de ozono para la salud humana en la Unión Europea en las áreas urbanas, exposición a partículas por encima de los valores permitidos.

*Cambio climático:*

Las emisiones de nitrógeno y las amenazas a la biodiversidad; las emisiones de carbono y el cambio climático; temperatura promedio global y Europea, emisiones de metano.

*Costas y Océanos:*

Concentraciones de clorofila en las aguas costeras Europeas, sustancias peligrosas en los mejillones en el Atlántico Noreste, entrada de sustancias peligrosas en el Atlántico Noreste.

*Energía:*

Combinación de calor y potencia en la generación de electricidad

*Pesca:*

Stock de peces fuera de los límites biológicamente seguros, tendencias de las flotas de pesca, stock de bacalao en el Mar del Norte, tendencias en acuicultura.

*Vivienda:*

Consumo de energía, categorías de gastos de vivienda, número y tamaño de viviendas, ingreso de productos amigos del medio ambiente.

*Naturaleza:*

Cambios en el área y uso de pastizales, presión sobre pastizales, protección de pastizales, especies en pastizales secos.

*Suelo:*

Porcentaje de contribución a la contaminación del suelo por fuentes específicas, gastos en descontaminación de suelos, progreso en el manejo de áreas contaminadas.

*Turismo:*

Gastos en vivienda para el turismo y la recreación, turismo con etiqueta ecológica, intensidad del turismo, viajes turísticos por medios de transporte.

*Transporte:*

Acceso a servicio básico, acceso al servicio de transporte, derrames accidentales e ilegales de petróleo por barcos en el mar, promedio de la edad de la flota de vehículos, capacidad de las redes de infraestructura, emisiones por pasajero por kilómetro y por tonelada por kilómetro, etc.

*Residuos:*

Generación y tratamiento de lodos de aguas residuales, rellenos de residuos biodegradables municipales, generación total de residuos.

*Agua:*

Concentraciones de amonio en los ríos, demanda química de oxígeno en los ríos, concentraciones de nitrógeno en los ríos, concentraciones de fosfatos en los ríos, tratamiento de aguas residuales urbanas.

**Experiencia de diversos países:**

***Caso de Estados Unidos:***

La Agencia de Protección Ambiental – EPA, ha proyectado una Iniciativa de Indicadores ambientales, que permite conocer el estado y tendencias en las condiciones del ambiente y sus impactos sobre la salud y los recursos naturales de la nación. A través de estos indicadores se ha elaborado un Reporte del Estado del Ambiente, el que cubre el área de salud humana, condiciones ecológicas, limpieza del aire, pureza del agua y tierras mejor protegidas.

***Caso de México:***

En el marco de la aplicación de los indicadores propuestos por la CDS, elaboró 113 de los 134 propuestos por las Naciones Unidas. Obviamente, se utilizó el modelo PER, sin embargo no existe a nivel institucional una cultura de la medición, por lo que muchos de

los indicadores formulados no se han actualizado, y peor aún, puede que no se logren implementar sistemas automatizados para la recolección y análisis de la información. En México, en esta primera fase tuvieron una mayor importancia los indicadores económicos, sociales e institucionales, que generalmente correspondían a indicadores de respuesta.

***Caso de Brasil:***

Brasil, es uno de los países de Latinoamérica que más ha avanzado en la formulación de indicadores ambientales. No obstante, no tiene un sistema formal de indicadores y la generación de los mismos es parte de las funciones y tareas permanentes de las entidades de Gobierno e instituciones ambientales. Los indicadores ambientales más desarrollados corresponden a Río de Janeiro y Sao Paulo. En estas ciudades se ha realizado un esfuerzo muy importante por correlacionar los indicadores ambientales básicos con los indicadores y variables sobre patologías de “enfermedades ambientales: IRA-EDA”. Esto ha producido indicadores complejos (de 3ª generación) con posibilidad de mantenerse. Estos indicadores han sido producto de largas investigaciones. En Brasil aún no es muy difundido el método PER.

***Caso de Chile:***

Chile es uno de los países piloto para la aplicación de los indicadores propuestos por la Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Por tanto, usa el modelo PER y la clasificación sugerida en ese documento, no obstante, el modelo ha tenido adaptaciones locales importantes, que tienen que ver con las normas, el marco de políticas y sobre todo el enfoque de trabajo. El enfoque en proceso de implementación es sistémico (privilegia la relación entre variables sociales, ambientales, económicas e institucionales). Se han formulado indicadores regionales para 10 regiones desde 1997 y actualmente, ya se cuenta con un conjunto de indicadores ambientales del nivel nacional.

***Caso de Canadá:***

Los objetivos y metas del sistema de indicadores ambientales de Canadá responden en buena medida a la necesidad de contar con indicadores que, de forma sucinta, comprensible y científicamente válida, aporten información sobre el estado de un sistema complejo e interactivo, como lo es el medio ambiente. Esta información debe estar disponible para una amplia gama de individuos, no necesariamente del ámbito científico, de manera que éstos puedan actuar coherentemente en su conservación. Los indicadores tienen como función superar la barrera informativa que crea la masa de información estadístico ambiental, que impide tener una visión sintética del estado del medio a los planificadores y al público en general. De ahí su radical diferencia con la información ambiental tradicional de carácter estrictamente científico.

Los objetivos del sistema son coherentes, toda vez que se definen a partir de necesidades sociales de información, en este caso respecto a la sostenibilidad. El objeto del sistema no es el ecosistema, sino la percepción que tiene la sociedad de los riesgos a que está sometida. Desde esa perspectiva, tiene una óptica totalmente distinta a la de la información estrictamente científica. El punto de partida del sistema Canadiense son las consideraciones ambientales relacionadas con el desarrollo sostenible, que se materializarían en los siguientes campos (Environment Canadá 1994): La integridad de los ecosistemas, La salud humana y el bienestar, La sostenibilidad de los recursos naturales. El modelo canadiense se encuadra dentro del marco analítico causal-temático, pues a partir de una estructuración por temas, considera necesario desarrollar indicadores tanto de presión y estado del medio, como de respuesta social al problema analizado.

*Iniciativa de Indicadores Ambientales y de Desarrollo Sostenible de Canadá (NRTEE 2003)*

1. Indicadores del Capital Nacional Natural y Humano
2. Indicador de tendencia de la Calidad del Aire: mide la exposición de los canadienses a un tipo específico peligroso de aire contaminado-nivel tóxico de ozono.

3. Indicador de Calidad de Cuerpos de Agua: proporciona una medida nacional del estado global de la calidad de agua comparada con los usos principales que se dan en Canadá.
4. Indicador de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: tendencia del total de emisiones anuales de gases de efecto invernadero, incluyendo dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrato, hidrofluorocarbonados, perfluorocarbonados y hexafluoridos.
5. Indicador de Cobertura Boscosa
6. Indicador de Extensión de humedales
7. Indicador de Capital Humano: seguimiento a los porcentajes de la población que trabaja con calificaciones educativas después del nivel de secundaria.

***Caso de Francia:***

En 1995 el Centro Nacional de la Función Pública Territorial –CNFPT creó el programa R.E.S.P.E.C.T (Référentiel d’Evaluation et de Suivi Environnementales des Collectives Territoriales), para la evaluación de la gestión ambiental de regiones y entidades territoriales. El programa tiene un alto énfasis en los indicadores de gestión. Sin embargo también aborda con profundidad los indicadores de calidad ambiental. El programa ha sido muy útil en la definición y reorientación de políticas y en la priorización de la inversión ambiental. Cuenta con una herramienta de obligatoria utilización en las entidades territoriales: un programa de cómputo, un conjunto de hojas metodológicas y un sistema de clasificación de indicadores. Estos instrumentos deben usarse obligatoriamente en los municipios y regiones, así mismo el reporte al CNFPT es obligatorio. De esta manera, las bases de datos del sistema siempre están actualizadas y siempre existen responsables en las entidades que garanticen dicha actualización. El ingreso de la información a las bases de datos es una rutina y no es discrecional de las entidades del sistema incorporar los datos. En general, la experiencia de Francia con el sistema es muy exitosa debido a la estandarización y normalización del sistema.

***Caso de España:***

En España ha predominado una aproximación práctica, ya que se ha intentado rentabilizar al máximo el nivel de conocimiento teórico y metodológico existente en materia de indicadores ambientales, así como el uso de la información disponible para su aplicación a los problemas ambientales propios de España. Esta estrategia se ha apoyado en: i) la experiencia internacional como elemento válido de la propiedad de ciertos indicadores y de lo que un sistema de indicadores significa, ii) una definición de los campos más importantes de la política ambiental en España, iii) el cuerpo de estadísticas existentes, y iv) un proceso de debate con el fin de validar las propuestas iniciales.

Desde este punto de vista, la actual propuesta de sistema de indicadores ambientales españoles constituye un primer paso, y no puede ser en ningún caso definitivo. Se ha adoptado un procedimiento pragmático, que permite iniciar un proceso de diseño de un sistema de indicadores flexible que refleje adecuadamente las preocupaciones (cambiantes) de la sociedad española por la sostenibilidad del desarrollo.

El sistema tiene una estructura organizada por nueve áreas de política: atmósfera, residuos, medio urbano, biodiversidad, suelo, agua, bosques, costas, medio marino; temas que reflejan las “preocupaciones sociales respecto a la sostenibilidad”: Destrucción de la capa de ozono, calentamiento global, eliminación de residuos, cantidad de agua, calidad del agua, deterioro urbanístico, etc. y 79 indicadores correspondientes a las áreas y temas.

### ***Caso de Inglaterra:***

Inglaterra comenzó a desarrollar su sistema en 1994 con el proyecto de investigación sobre indicadores de sostenibilidad. Este proyecto se ejecutó en desarrollo de la iniciativa local para el cumplimiento de las metas de la Agenda Local 21. El proyecto propuso un menú de 40 indicadores con énfasis en los de calidad ambiental. El sistema inglés da especial énfasis a los indicadores ambientales que tienen que ver con el urbanismo, el espacio público y el transporte.

Este sistema no es necesariamente un sistema institucionalizado, más bien, se puede considerar que las entidades ambientales y las instancias de la administración tienen libertad para plantear sus propios indicadores. No obstante, la propuesta nacional sí constituye una guía y un conjunto de lineamientos para la construcción de los indicadores ambientales.

### ***Indicadores en Argentina:***

El proceso para la elaboración del Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible, se inicia en julio de 2004, con un Taller Interinstitucional de lanzamiento del proceso, con la asistencia de Secretarios de Estado y la participación de personal técnico de distintos organismos del Estado nacional, representantes de algunas provincias y de organismos internacionales. El objetivo fue presentar una propuesta de trabajo y conocer las tareas que desarrollan otros organismos del Estado nacional en relación con el objeto de la convocatoria.

El perfil de la metodología presentada y aplicada durante el proceso de construcción de indicadores para Argentina, se define en torno a algunas premisas de trabajo básicas que apuntan a la construcción de capacidades institucionales y al aprovechamiento de esfuerzos ya realizados. Estas son, entre otras: concebir la metodología no como un procedimiento rígido sino como un mecanismo facilitador de los distintos sectores involucrados en la problemática del desarrollo sostenible, recuperando las experiencias a diversa escala efectuadas en el país.

El sistema de indicadores implementados hasta la fecha es el descripto a continuación:

### *Indicadores de Desarrollo Sostenible*

#### Subsistema Social

Porcentaje de población que vive por debajo de la línea de pobreza

Porcentaje de población que vive por debajo de la línea de indigencia

Porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas

Tasa de mortalidad infantil y de menores de 5 años

Tasa de mortalidad materna

Esperanza de vida al nacer

Porcentaje de población afiliada a sistemas de salud

Tasa de egreso de la Educación General Básica

Tasa de Abandono de Nivel Primario

Porcentaje de la población de 20 años y más con secundario completo

Porcentaje de la población entre 18 y 24 años que no trabaja ni estudia

Porcentaje de la población entre 18 y 24 años que no trabaja ni estudia, desagregado por sexo

Coefficiente de Gini de distribución de ingresos

Tasa de crecimiento demográfico

Tasa de dependencia demográfica

#### Subsistema Ambiental

Superficie de bosque nativo

Reservas declaradas comprobadas más 50% de las reservas probables de hidrocarburos (petróleo y gas).

Disponibilidad hídrica superficial por cuenca

Porcentaje de la superficie cubierta de bosques

Porcentaje de hectáreas erosionadas, por tipo de erosión

Evolución de biomasa y biomasa reproductiva. Especies analizadas: Merluza común (efectivo norte y sur), Merluza de cola y Anchoita Bonaerense y Patagónica

Participación de fuentes renovables en la Oferta Total de Energía Primaria.

Horizonte de reservas de hidrocarburos (petróleo y gas).

#### Subsistema Económico

Producto Interno Bruto por persona.

Tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto

Participación de los tres sectores en Producto Interno Bruto

Participación de las inversiones en el Producto Interno Bruto

Resultado fiscal como porcentaje del Producto Interno Bruto

Tasa de empleo

Índice de precios al consumidor

#### Subsistema Institucional

Acceso a la información pública

Evolución de las Organizaciones de la Sociedad Civil

Actuaciones ante la Defensoría del Pueblo de la Nación cada 100.000 habitantes

Participación electoral

Cantidad de diarios y periódicos vendidos cada 100.000 habitantes

Infraestructura e industrias culturales

#### Interrelación Nacional-Global

Consumo de clorofluorocarbonados

Emisiones totales gases efecto invernadero

Apertura comercial

Variación de exportaciones e importaciones industriales según potencial contaminante.

#### De lo Económico a lo Ambiental

Generación de residuos sólidos urbanos

Consumo aparente de fertilizantes

Volumen comercializado de plaguicidas

Cambios de uso de la tierra implantada

Variación porcentual en el uso de la tierra agrícola en los principales cultivos

Participación porcentual de la tierra destinada al uso agrícola

Variación del volumen físico de la producción industrial según potencial contaminante

Porcentaje de empresas que incorporaron medidas de gestión ambiental

De lo Ambiental a lo Económico

Participación de fuentes renovables de energía en la generación eléctrica total

Producción de madera industrial

Producción de leña

De lo Ambiental a lo Social

Porcentaje de la población en hogares con acceso a agua segura de red pública

Porcentaje de la población en hogares con acceso a desagües cloacales

Tasa de notificación cada 100.000 habitantes: Diarrea menores de 5 años, Cólera, Fiebre tifoidea/paratifoidea

Tasa de notificación cada 100.000 habitantes: Neumonía y enfermedades tipo Influenza.

De lo Social a lo Económico

Porcentaje de hogares residentes en viviendas deficitarias en condición de tenencia irregular.

De lo Económico a lo Social

Tasa de desocupación

Tasa de abandono escolar según porcentaje de alumnos vulnerables por escuela

Porcentaje de alumnos de sexto año por Nivel de Desempeño en Lengua y Matemática según Vulnerabilidad Escolar-

De lo Institucional a lo Económico

Empresas con certificaciones ISO 14.001

Recursos humanos dedicados a la investigación y desarrollo

De lo Económico a lo Institucional

Gastos en investigación y desarrollo en relación al Producto Interno Bruto.

De lo Institucional a lo Social

Gasto público social

Evolución de la población penitenciaria

De lo Social a lo Institucional

Hechos delictivos cada 100.000 habitantes

De lo Institucional a lo Ambiental

Gasto público en ambiente y saneamiento

Áreas terrestres protegidas como porcentaje del total

Relación entre captura máxima permisible y desembarques.

Intensidades o Eficiencias

Intensidad energética

Emisiones gases efecto invernadero en relación al Producto Interno Bruto

Emisiones de dióxido de carbono por Mwh generado

Disponibilidad hídrica superficial por persona y por cuenca.

Consumo final de energía per capita

**Otros Ejemplos de indicadores de calidad ambiental:**

**Indicadores de evaluación ambiental.**

Reflejan el estado del medio ambiente en relación con una preocupación ambiental, la presión que éste soporta y la respuesta social. Estos indicadores suelen organizarse en un marco temático, entendido como preocupación ambiental (cambio climático, eutrofización, pérdida de biodiversidad, etc.), o por grandes sistemas ecológicos (agua, atmósfera, suelo, etc.). Ej: Variación de la temperatura media global, Concentración atmosférica de gases de efecto invernadero, Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

**Indicadores de integración sectorial.**

Informan sobre la interrelación entre los efectos ambientales sectoriales (agricultura, turismo, transporte, etc.) y las condiciones ambientales. Ej: (Sector: Transporte) Precio del transporte por modo; Emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVs, CO; Consumo final de energía por modo; Longitud de la red de carreteras; Valor añadido bruto del sector.

**Indicadores de integración económica.**

Informan sobre el coste ambiental asociado a la actividad económica. Ej: PIB verde, Gasto total consolidado en actividades características medioambientales.

## **Capítulo 3**

### **Desarrollo los Indicadores y del Índice**

#### **3.1 Introducción**

Ambiente y servicio se conjugan en el producto turístico de sol y playa y, atento la incidencia del turismo en el desarrollo local, en la vigencia del destino turístico se juega el destino de la comunidad allí localizada. En forma no menos trascendente, su conjunción incide en la satisfacción del visitante allí convocado. Al margen de las condiciones del municipio que lo acoge, la calidad del ambiente y del servicio en la playa y en el balneario provee el atributo que define la vivencia cotidiana del usuario turístico y recreativo y genera la experiencia cuya difusión es la mejor promoción.

Sin perjuicio de las acciones más radicales y mediatas que han de dar sustento perdurable a la articulación urbano-natural del litoral, es importante integrar a los diferentes involucrados e interesados en el tema y emprender las acciones que resulten prioritarias, oportunas y accesibles, que impliquen su testimonio en la demanda de las soluciones más estructurales y perdurables.

En tal propósito, sin excluir acciones más intensas y obras más trascendentes, se considera que la formulación de índices ha de contribuir a garantizar la calidad ambiental y la calidad del servicio, solucionando problemas y atenuando impactos, a escala de los actores y agentes a partir de la gradual y persuasiva implementación de los indicadores ya concebidos y de aquellos que en el futuro las prácticas críticas exijan adoptar y las buenas prácticas sugieran proponer

#### **Antecedentes**

Para evaluar la calidad ambiental se han utilizado ciertos factores o parámetros ambientales, que presentan un determinado comportamiento en función de sus propiedades intrínsecas o de las presiones ejercidas por la actividad humana. De acuerdo a lo

desarrollado anteriormente se define un “índice ambiental” como una agregación de estadísticas y/o indicadores, los cuales resumen una gran cantidad de información relacionada usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen. El propósito del índice es simplificar la información y hacer más fácil la labor de decisión. A nivel internacional, existen diferentes índices de calidad ambiental. En 1970 la Fundación de Sanidad Nacional de Estados Unidos desarrolló un índice para evaluar la calidad del agua de los ríos (WQI), que considera nueve variables y califica la calidad en cinco categorías: “muy mala”, “mala”, “media”, “buena” y “excelente”.

En España el índice más empleado es el Índice de Calidad General ICG, desarrollado por el antiguo Ministerio de Obras Públicas (MOPU) en 1983. Este índice es un valor adimensional obtenido a partir de 23 parámetros de calidad de las aguas, procesados mediante ecuaciones lineales (Agencia Catalana del Agua, 2003). En México el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua elaboró un índice que incluye seis variables ambientales (León, 2003) y permite obtener valores de calidad del agua según sus diferentes usos.

En Cuba, Suárez y col. (2003) propusieron un índice numérico para evaluar la contaminación (ICIEP) el cual permite clasificar las áreas de interés pesquero de la plataforma cubana. Sin embargo, cuando se trata de evaluar la calidad ambiental en lugares accesibles al baño y a la recreación de la población, la aplicación de este índice no es factible, ya que no tiene en cuenta indicadores microbiológicos que cuantifican la presencia de bacterias patógenas para la salud humana.

En nuestro país se han encontrado trabajos como los de J.I.Perez Guzzi y col. (2006). Estos autores realizaron una evaluación de la calidad sanitaria de las zonas balnearias de la ciudad de Mar del Plata tomando en consideración sólo valores de calidad microbiológica de las mismas y dejando de lado otros aspectos del sistema ambiental. Peluso y col. (2010), por otra parte realizaron un estudio del impacto en la salud, a través de un análisis de

riesgo, de las aguas de baño en el Arroyo Azul (Partido de Azul Provincia de Buenos Aires), En este trabajo se tuvo en cuenta el impacto que producían los metales pesados, y productos de uso agrícola que pueden ingresar a través de dos vías de exposición, dérmica e ingesta accidental, ya que la zona del arroyo es un área en la cual se desarrolla una intensa actividad agrícola ganadera.

Estos ejemplos nos muestran la gran variedad de enfoques posibles con respecto a los indicadores y parámetros a incluir en un índice, de acuerdo a la aplicación que queramos hacer del mismo.

Los pasos detallados a continuación; que son generalmente los que se asocian al desarrollo de un indicador para su posterior agregación en un índice, son los que se efectuaron en el presente trabajo:

- 1- Selección de los indicadores/ parámetros que formarán parte del mismo.
- 2- Transformación de los indicadores / parámetros de diferentes unidades y dimensión en una escala común.
- 3- Asignación de peso a todos los indicadores / parámetros que conforman el indicador.
- 4- Cálculo de índice / indicador final.

Un índice, es difícil de manejar si cada posible constituyente del sistema en estudio es incluido en el mismo; siempre es necesario encontrar un conjunto de indicadores, con los parámetros involucrados en cada uno de ellos, que juntos reflejen la calidad global para un determinado uso.

Los índices e indicadores deben estar confeccionados a partir de unos pocos parámetros que muestren el comportamiento general de la manera más clara posible. De acuerdo a las referencias consultadas, los diferentes participantes en la confección de los mismos pueden tener distintas percepciones de la importancia de un parámetro para un determinado uso

final, además, los criterios de aceptabilidad pueden variar de un sitio a otro (Ott W.R. 1978).

Por lo tanto, la selección de los indicadores que constituirán un índice así como los parámetros a utilizar para su cálculo está cargada de incertidumbre y la subjetividad es crucial para su utilidad.

Los diferentes indicadores pueden estar expresados en diferentes unidades, además de encontrarse en diferentes rangos, y sus variaciones pueden impactar en el resultado final de distinta manera, por lo cual durante la formulación del presente índice, todos los indicadores fueron normalizados transformándolos a una simple escala, la cual oscila entre 0 y 1.

Una vez que se ha acotado la lista de los indicadores que van a componer el índice, queda aún pendiente la tarea de determinar la forma de agregación entre los mismos.

Algunos índices asignan igual peso a todos los indicadores, pero la gran mayoría asigna distinto peso a los diferentes indicadores. La asignación de estos pesos, igual que la selección de los indicadores a incluir es materia de opinión y en consecuencia subjetiva.

### **Forma de agregación de los indicadores**

Existen diversos métodos para realizar la agregación de los índices, los tres más básicos son:

*Aditiva:* Los indicadores / parámetros, se combinan a través de una suma (por ejemplo una media aritmética). Este ha sido el método de agregación históricamente más frecuentemente utilizado para la generación de indicadores, Horton (1965), Brown et. al. (1970), Prati et. al. (1971), Dinius (1972), Ott (1978), entre otros se han basado en esta forma de desarrollo.

Algunas formas de expresiones de esta forma de cálculo son:

#### Suma lineal de indicadores o parámetros:

Se realiza la sumatoria lineal de los parámetros y/o indicadores no pesados.

$$I = \sum_{i=1}^n I_i$$

La simpleza de la suma es contrapesada por la desventaja de que el resultado puede proyectar una calidad pobre cuando los parámetros y/o indicadores que los constituyen están por debajo de valores aceptables.

Suma de indicadores o parámetros pesados:

La expresión matemática general es:

$$I = \sum_{i=1}^n W_i I_i$$

Donde  $I_i$  es el subíndice para el indicador / parámetro  $i$ ésimo, y  $W_i$  el peso correspondiente.

La sumatoria de los pesos:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Esta forma de cálculo es más precisa que la anterior y fue la seleccionada para la elaboración del índice general y de algunos de los indicadores desarrollados en el presente trabajo.

Raíz de una suma de potencias:

Es una función no lineal que responde a la siguiente ecuación:

$$I = [\sum_{i=1}^n I_i^p]^{1/p}$$

En general  $p$  es un número real positivo mayor de 1. Esta expresión es un buen medio para la agregación de los parámetros / indicadores, sin embargo, es una función algo difícil de manejar.

Multiplicativa: En la forma multiplicativa de agregación, la combinación se produce a través de un producto (por ejemplo una media geométrica), los indicadores de Landwehr et. al. (1974), Dinius (1987), etc. Se han basado en esta forma.

La función de agregación multiplicativa más común es la que expresa los productos pesados que tiene la siguiente forma general:

$$I = \prod_{i=1}^n I_i^{w_i}$$

Donde

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Es ésta función, como en todas las formas multiplicativas, el resultado es cero si cualquiera de los subíndices es cero.

Lógica: En una agregación lógica, la combinación se produce a través de operaciones lógicas (por ejemplo mínimos y máximos).

Índice / indicador diseñado a través de un operador de máximo:

La forma general de expresión es la siguiente:

$$I = \text{máx.} \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$$

Esta forma de cálculo es adecuada para aplicaciones en las cuales el índice/indicador debe ser reportado si al menos uno de los límites recomendados es alcanzado y/o sobrepasado.

Índice / indicador diseñado a través de un operador de mínimo:

La forma general de la expresión es la siguiente:

$$I = \text{min.} \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$$

No se han encontrado índices ambientales que utilicen este tipo de expresión para su cálculo.

### **3.2 Índice de calidad ambiental para áreas de uso turístico/ recreacional**

#### **Propuesta de índice del presente trabajo**

Habiendo tomado en consideración las distintas expresiones matemáticas posibles de ser utilizadas para el desarrollo de índices ambientales, se decidió utilizar una expresión aditiva de suma de parámetros o indicadores pesados.

Esta expresión, a pesar de introducir en el desarrollo cierto grado de subjetividad en la evaluación, permite la asignación racional de pesos de acuerdo al uso de las áreas y a la importancia que se le asigna a los diferentes indicadores y parámetros en relación al riesgo que implique un aumento o disminución de los resultados obtenidos.

Se propone un índice general que pondera la influencia del ambiente sobre lo humano y de lo humano en el ambiente; el cual será calculado a través de cinco indicadores de calidad. Tres indicadores de calidad ambiental; agrupados en el que llamaremos componente ambiental, que evalúa los efectos posibles que el ambiente puede producir sobre las personas, y dos referidos al uso que hacen del ambiente las personas y la modificaciones que el él pueden producir; agrupados en el que llamaremos componente turístico.

$$\mathbf{ÍNDICE GENERAL = 0,8 MA + 0,2 TU}$$

Donde:  $MA$ : *componente ambiental*

$TU$ : *componente turístico*

Cada componente se acompaña de un factor de peso que señala la relevancia que se le ha asignado al mismo dentro del índice.

En el *componente ambiental* participan los indicadores de calidad de agua ( $IAL$ ), de arena de playas ( $IAP$ ), radiaciones electromagnéticas ( $IRE$ )

$$MA = 0,5 IAL + 0,3 IAP + 0,2 IRE$$

En el *componente turístico* participan el indicador de carga turística ( $CT$ ) y el indicador de control institucional ( $CI$ ).

$$TU = 0,6 CT + 0,4 CI$$

Los parámetros que participan de los indicadores fueron seleccionados a partir de la legislación nacional, internacional, y de la bibliografía tomada como referencia, tratando de que la evaluación fuera lo más amplia y sencilla posible:

- **En el cálculo del indicador de calidad de agua:**

Cf = Coliformes termotolerantes

Od = Oxígeno disuelto

Ni3 = Nitratos

Ni2 = Nitritos

Po = Fosfatos

HCT = Hidrocarburos totales

Fe = Fenoles totales

pH = Concentración iones hidrógeno

Tu = Turbidez

De = Detergentes

- **En el cálculo de calidad de arena de playa**

Cf = Coliformes termotolerantes

Rs = Residuos sólidos

Ods = Olores desagradables

- **En el indicador de incidencia de radiaciones electromagnéticas**

ISUV- ISUVn = máximo valor esperado de la intensidad de la radiación solar ultravioleta -  
mínimo valor esperado para esta radiación

- **En el indicador de carga turística**

CT = Carga en el área de medición

- **En el indicador de control institucional**

Vn = Vendedores que cumplen con las normas: Es el valor normalizado del parámetro referido a los vendedores en las playas.

Uz = Uso eficiente de las zonas: Es el valor obtenido de la medición del parámetro uso eficiente de las zonas de la playa después de ser normalizado.

### **3.3 Categorización de las áreas a partir de los valores obtenidos**

La asignación de valores a categorías de calidad de áreas recreativas representa un proceso subjetivo.

Esta categorización debe estar basada en la mejor información disponible, en la opinión de personas entendidas en las diferentes cuestiones y en las expectativas generales con respecto a la “calidad” de un área. La categorización que se presenta en éste trabajo debe

ser tomada de manera preliminar y siempre debe considerarse que puede ser modificada en la medida que los indicadores y el índice evolucione.

En la medida que se vaya adquiriendo experiencia en la colección de los datos que conforman los distintos indicadores será posible determinar cuáles son las variables que con mayor asiduidad son responsables de valor final del índice.

Una vez que los valores de los indicadores hayan sido obtenidos, las áreas serán ranqueadas de acuerdo con las siguientes categorías:

*Excelente:* cuando el valor final del índice se encuentre entre 0.95 y 1. Nos indicará que estamos en presencia de una zona prácticamente prístina con respecto a la calidad ambiental y excepcionalmente controlada.

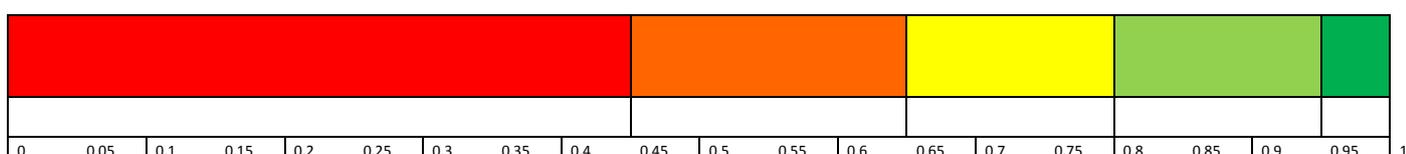
*Buena:* cuando el valor hallado se encuentre entre 0,8 y 0,95. Nos indicará una zona controlada con valores en los indicadores dentro de rangos de referencia en general.

*Regular:* para valores entre 0,65 y 0,80. Nos señalará una zona en la cual son necesarias intervenciones para mejorar su calificación ya que al menos algunos de los indicadores se está alejando en reiteradas ocasiones de los valores guía de referencia.

*Marginal:* para valores hallados entre 0,45 y 0,65. Mostrará un área en la que deben tomarse medidas importantes con respecto a su recomendación para el uso como recreativas.

*Pobre:* valores hasta 0,45. En área no debe ser recomendada para recreación y deben ameritarse las medidas necesarias para su pronta recuperación.

Estos valores, para su más sencillo entendimiento se informarán dentro un rango de colores que indiquen de forma sencilla y gráfica la calidad de la zona al posible usuario.



**Figura 3.1 Gráfico para la información pública de la calidad del área costera**

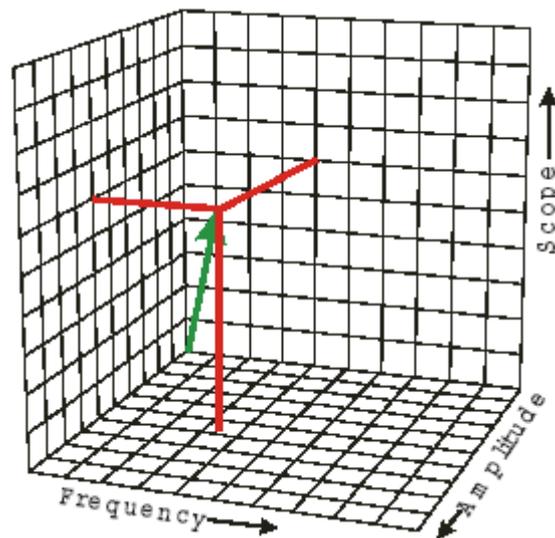
### 3.4 Desarrollo de los indicadores:

#### 3.4.1 Indicador de Calidad de Agua Litoral

Es el conjunto de parámetros que busca conocer la calidad ambiental y sanitaria del agua que está sobre la playa sumergida.

Se adopta el modelo conceptual del indicador de calidad de agua desarrollado en British Columbia – Canadá (Rocchini, R. and L.G. Swain, 1995). Se definen tres factores para evaluar el indicador. Los valores de las tres medidas de variación de los objetivos seleccionados para definir la calidad del agua son combinados para crear un vector que se mueve en un espacio imaginario en el cual pueden o no excederse los objetivos.

La longitud del vector es escalada a un rango entre 0 y 100. Los valores de 0 o cercanos a 0 indican una pobre calidad de agua y los valores cercanos a 100 una excelente calidad.



**Figura 3.2 Vector definido por la combinación de los tres factores**

*Factor 1: Alcance (Scope)*

Representa en qué medida los valores obtenidos no “alcanzan” los objetivos propuestos en el período de tiempo de interés.

$$F1 = \frac{\text{número de variables que no cumplen con el objetivo}}{\text{número total de variables analizadas}} \times 100$$

*Factor 2: Frecuencia*

Representa la fracción individual de cada ensayo que no alcanza con el objetivo establecido.

$$F2 = \frac{\text{número de ensayos individuales que no alcanzan el objetivo}}{\text{número total en ensayos individuales realizados}} \times 100$$

*Factor 3: Amplitud*

Este factor pondera en cuanto se han alejado los resultados obtenidos en los ensayos del objetivo propuesto en cada caso.

Primero se calcula la fracción en la cual cada uno de los valores obtenidos que se encuentra fuera del valor de referencia, se aleja de éste en exceso o defecto.

- Cuando el resultado del ensayo “no debe exceder el objetivo” la expresión utilizada para el cálculo es:

$$E_i = \left[ \frac{\text{Valor obtenido en el ensayo que falló}}{\text{Valor Objetivo}} \right] - 1$$

- Cuando el resultado del ensayo “debe ser mayor” que el objetivo, la expresión utilizada para el cálculo es:

$$E_i = \left[ \frac{\text{Valor Objetivo}}{\text{Valor obtenido en el ensayo que falló}} \right] - 1$$

Posteriormente se calcula la cantidad global de ensayos que no han alcanzado los objetivos realizando la sumatoria de  $E_i$  y dividiendo por el número total de ensayos realizados (los que hayan alcanzado o no los objetivos).

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\text{número total de ensayos}}$$

Por último, F3 se calcula como a través de una función asintótica que escala la suma normalizada de  $E$  por objetivos ( $nse$ ) para alcanzar un rango entre 0 y 100.

$$F3 = \left[ \frac{nse}{0.01nse + 0.01} \right]$$

Una vez que los factores se han obtenido, el índice puede ser calculado sumando los tres factores como si fueran vectores. La suma de los cuadrados de cada factor es igual al cuadrado del índice.

El indicador de calidad de agua es calculado como:

$$IAL = 100 - \left[ \frac{\sqrt{(F1^2 + F2^2 + F3^2)}}{1.732} \right]$$

El denominador 1.732 proviene del hecho de que, cada uno de los tres factores puede tener un valor máximo de 100. Esto significa que el vector longitud puede alcanzar un valor máximo de:

$$\sqrt{(100^2 + 100^2 + 100^2)} = \sqrt{30000} = 173,2$$

La división por 1,732 le da al vector una longitud que estará siempre por debajo de 100.

Por último se refiere el dato a la unidad para sumarlo con los demás indicadores.

### 3.4.1.1 Establecimiento de los Objetivos del Indicador

Los contaminantes provenientes de fuentes naturales y antropogénicas pueden ingresar a las aguas superficiales o depositarse en las playas. Estas fuentes pueden ser puntuales como una descarga industrial o un manantial natural, o difusas como la escorrentía del terreno. En la mayoría de casos, según las condiciones, los contaminantes se diluirán o

atenuarán significativamente. A excepción de las toxinas producidas por cianobacterias, animales u otras circunstancias excepcionales, los riesgos potenciales de contaminación química de aguas recreativas serán menores que los riesgos potenciales de contaminantes microbiológicos. Por lo tanto, es poco probable que los usuarios de ambientes acuáticos tengan contacto con concentraciones de contaminantes tan altas como para tener efectos adversos luego de una exposición única. La concentración de contaminantes en el agua y los patrones de exposición de los usuarios de aguas recreativas impiden que incluso una exposición repetida tenga efectos adversos.

Para los usuarios de aguas y playas, los peligros de contaminación dependerán de las condiciones específicas del agua y playas consideradas. Cuando un ambiente recibe descargas considerables de aguas residuales, se debe tomar en cuenta su constitución química y microbiológica así como el efecto de dilución y dispersión de la descarga sobre las áreas recreativas.

En general, si bien la contaminación causada por contaminantes naturales a concentraciones significativas es menos probable, los ambientes reducidos con agua proveniente de estratos ricos en minerales pueden contener altas concentraciones de algunas sustancias. Sin embargo, estas aguas tienen mayor probabilidad de contener metales tales como hierro, el cual puede degradar la apariencia estética del agua.

En todos los casos, se debe evaluar la contaminación química y física sobre una base local.

### **Evaluación de la exposición**

La exposición es uno de los aspectos clave para determinar el riesgo de los efectos tóxicos de contaminantes en aguas recreativas, el tipo de actividad desarrollada, deportes acuáticos con contacto directo o indirecto, cumplirá una función importante.

Las vías de exposición serán el contacto directo (incluida piel, ojos y membranas mucosas), inhalación e ingestión. La frecuencia, grado y probabilidad de exposición es una parte crucial de la evaluación del riesgo de un contaminante específico.

La inhalación puede ser importante cuando existe una cantidad significativa de rocío, por ejemplo durante la práctica de esquí acuático. La habilidad del usuario de aguas recreativas también será importante para incrementar o disminuir el grado de exposición involuntaria, especialmente de ingestión.

Los niños pequeños pueden ingerir agua en mayor cantidad que los adultos mientras nadan, juegan o se bañan; pero es difícil obtener datos reales sobre las cantidades de agua ingeridas durante los deportes acuáticos.

Muchas sustancias de interés son de baja solubilidad en el agua y tienden a migrar hacia los sedimentos donde se acumulan. Cuando los sedimentos permanecen en estado de reposo, hay relativamente poca posibilidad de contacto; sin embargo, cuando los sedimentos se alteran y se resuspenden o entran en contacto cercano con los usuarios, pueden contribuir a la exposición. Esto puede incrementar la exposición de la piel, pero poco se sabe sobre el movimiento cuantitativo de las sustancias químicas absorbidas en el sedimento y su posible incorporación a través de la piel. En general, es probable que esto sólo contribuya a una exposición general mínima.

Los objetivos para la cualificación de la calidad tienen en cuenta:

- La evaluación de la calidad microbiológica del agua para recreación.
- La evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de uso recreacional.

#### **3.4.1.2 Evaluación de los parámetros para establecer la calidad microbiológica del agua para recreación:**

Se toma como referencia la guía para la clasificación de la calidad microbiológica de aguas para usos recreacional – Argentina (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación- 2003).

La Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, a través del Programa de Calidad de Aguas, ha estableciendo valores guías para distintos parámetros de interés incluyendo en cada caso niveles de acuerdo al uso que se hará del agua.

Con respecto a la calidad microbiológica del agua para uso recreacional tenemos las siguientes consideraciones:

La sobrevivencia de las bacterias coliformes en agua de mar y en agua dulce fue estudiada por Chamberlin y Mitchell (1978) quienes hallaron que el tiempo en que el 90% de las bacterias mueren (T90) era igual a 2,2 h para agua de mar, mientras que para agua dulce Dufour, (1984) reportó que era igual a 57,6 h. Otros investigadores comprobaron que, en condiciones de laboratorio, los enterococos presentaban un T90 igual a 47 h en agua de mar y a 71 h en agua dulce, mientras que la *Escherichia coli* presentaba un T90 igual a 18 h en agua de mar y a 110 h en agua dulce (Dufour, 1984).

Las observaciones mencionadas explican, en parte, la diferencia apreciada en las tasas de enfermedades gastrointestinales en bañistas de agua dulce y agua marina, poniendo de manifiesto la necesidad de contar con pautas diferenciadas de calidad microbiológica para recreación humana en ambientes de agua dulce y de agua de mar.

Debido a que no se ha encontrado en nuestro país información epidemiológica que permita establecer correlaciones entre densidades de microorganismos patógenos y/o microorganismos indicadores y efectos sobre la salud de los individuos que utilizan el agua con fines recreativos, las elaboraciones conducentes a la elección de estos parámetros microbiológicos de calidad y al establecimiento de niveles guía para ellos se basan en información proveniente del exterior.

*Derivación del nivel guía para Escherichia coli / enterococos para recreación humana con contacto directo en agua dulce: Fundamentación de la elección de estos parámetros microbiológicos de calidad de agua dulce en relación con recreación humana con contacto directo*

Los organismos coliformes totales incluyen cuatro géneros de la familia *Enterobacteriaceae*: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* y *Enterobacter*. De estos organismos, sólo *Escherichia coli* se encuentra exclusivamente en heces (Cabelli, 1983)

constituyendo casi el 97% de las especies coliformes en las heces humanas; *Klebsiella* aporta un 1,5%, mientras que *Enterobacter* y *Citrobacter* aportan el 1,7% (Dufour 1977). El género *Klebsiella* no es un buen indicador de contaminación fecal pues podría estar presente en niveles elevados en residuos industriales, por ejemplo, de plantas de producción de pulpa de papel y plantas procesadoras de alimentos.

Estudios epidemiológicos realizados por la Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U. (U.S. EPA, 1986) con relación a la casuística de gastroenteritis en individuos expuestos recreativamente con contacto directo aportaron información sobre cuáles indicadores de calidad de agua correlacionaban mejor con el efecto sobre la salud citado. En la Tabla 3.1 se presentan los coeficientes de correlación resultantes de vincular los datos de densidad de diversos parámetros microbiológicos y las tasas de gastroenteritis.

Como puede observarse, en agua dulce, *E. coli* resultó el mejor indicador disponible de contaminación fecal por animales de sangre caliente, incluyendo al hombre. Sin embargo, las correlaciones entre enfermedades gastrointestinales y densidad del indicador para *E. coli* y para enterococos no demostraron ser significativamente diferentes.

#### *Análisis de criterios de aceptabilidad de densidades de E. coli y enterococos.*

A partir de estudios epidemiológicos realizados en distintas playas de los lagos Erie y Keystone y asumiendo una tasa de gastroenteritis aceptable asociada al baño igual a 8/1000 individuos, la U.S. EPA estimó en 126 colonias/100 ml el valor de la densidad media geométrica de *E. coli* en agua dulce correspondiente a tal condición sanitaria (U.S. EPA, 1986). Este valor está asociado a determinaciones analíticas basadas en el método de filtración por membrana desarrollado por Dufour y col. (1981), este método fue posteriormente tomado por el Standard Method for the Examination of Water and Wastewater como método de referencia.

**Tabla 3.1 - Coeficientes de Correlación Asociados a Recreación Humana con Contacto Directo - Relación entre Gastroenteritis y la Densidad Media del Indicador en agua de mar y agua dulce (U.S. EPA, 1986)**

Tipo de agua	Indicador	Coeficientes de correlación	
		Datos por el verano	Datos por grupo de pruebas (1)
Mar (2)	enterococos	0,75	0,96
	<i>E. coli</i>	0,52	0,56
	<i>Klebsiella</i>	0,32	0,61
	<i>Enterobacter/Citrobacter</i>	0,26	0,64
	Bacterias coliformes totales	0,19	0,65
	<i>C. perfringens</i>	0,19	0,01
	<i>P.aeruginosa</i>	0,19	0,59
	Bacterias coliformes fecales	(-0,01)	0,51
	<i>A. hydrophila</i>	(-0,09)	0,60
	<i>V. parahemolyticus</i>	(-0,20)	0,42
	<i>Staphylococcus</i>	(-0,23)	0,60
Dulce (3)	enterococos	0,74	
	<i>E. coli</i>	0,80	
	Bacterias coliformes fecales	(-0,08)	

Notas:

(1): Grupos de pruebas (días) con similar densidad media del indicador durante un mismo verano.

(2): Datos de pruebas realizadas en las playas de la ciudad de New York. (Cabelli, V.J. 1976. Indicators of Recreational Water Quality. In: Bacterial Indicators Health Hazards Associated with Water. Eds. A. W: Hoadley and B. J. Durtka. ASTM, Philadelphia , PA.)

(3): Datos de Cabelli, V.J. 1982. Microbial Indicator Systems for Assesing Water Quality. Antonie van Leeuwenhoek. 48:613.

Sobre la base de los estudios antedichos, para la misma tasa de gastroenteritis citada como aceptable, la USEPA estimó en 33 colonias/100 ml el valor de la densidad media geométrica de enterococos en agua dulce correspondiente a esa condición sanitaria. Tal valor está asociado a determinaciones analíticas basadas en el método de filtración por membrana desarrollado por Levin y col. (1981).

En adición a los valores correspondientes a las densidades medias geométricas máximas para *E. coli* y enterococos, corresponde efectuar algunas consideraciones relacionadas con la variabilidad de los resultados de determinaciones en muestras aisladas de un área recreativa.

En este sentido, deben ser señaladas, por una parte, la imprecisión de las técnicas de recuento bacteriano y, por otra, las variaciones temporales y espaciales de las densidades bacterianas promovidas por condiciones ambientales como lluvia, viento y temperatura. Esto hace que para decidir la inhabilitación de un área recreativa sobre la base de resultados analíticos pertenecientes a muestras aisladas se requiere evaluar mediante la construcción de un intervalo de confianza la superación de las mencionadas densidades medias geométricas máximas por parte de los resultados antedichos. Tales intervalos de confianza se deben construir teniendo en cuenta la frecuencia de uso de las áreas recreativas, aumentando el nivel de confianza de manera inversamente proporcional a la intensidad de uso. La U.S. EPA sugiere a tal efecto la aplicación de los niveles de confianza expuestos en la Tabla 3.2 (U.S. EPA, 1986)

**Tabla 3.2 - Niveles de Confianza para la Evaluación de Resultados Aislados de Determinaciones de *ESCHERICHIA COLI* Y ENTEROCOCOS**

<b>Tipo de Uso</b>	<b>Nivel de Confianza</b>
Áreas altamente frecuentadas con contacto directo	75 %
Áreas moderadamente frecuentadas con contacto directo	82 %
Áreas escasamente frecuentadas con contacto directo	90%
Áreas de uso infrecuente con contacto directo	95%

Para la construcción del intervalo de confianza se necesita conocer la desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades bacterianas registradas históricamente en cada área recreativa (SD).

Las determinaciones en los sitios estudiados por la U.S. EPA (1986) indicaron una desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades de *E. coli* (SEc) próxima a 0,4. Este valor resultó ser el mismo para la desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades de enterococos (Se).

*Especificación del nivel guía de calidad de agua ambiente para recreación humana con contacto directo en agua dulce correspondiente a E. coli/ enterococos*

Asumiendo los criterios expuestos precedentemente, se especifica para *Escherichia coli*/ enterococos el nivel guía para recreación humana (NGR) con contacto directo detallado a continuación. NGR (*E.coli*/enterococos): para un número de muestras estadísticamente suficientes (no menos de cinco muestras igualmente espaciadas durante un período de treinta días) la media geométrica de la densidad bacteriana no deberá exceder uno u otro de los siguientes valores límites alternativos:

*Escherichia coli*: 126 colonias/100 ml

Enterococos: 33 colonias/100 ml

Dado que este nivel guía se basa en criterios resultantes de estudios efectuados en áreas recreativas de E.E.U.U., por no disponerse de evaluaciones en condiciones locales, se les asigna un carácter provisorio.

Ninguna muestra individual deberá exceder el límite de confianza superior (LCS) calculado utilizando las siguientes confiabilidades:

75% (Uso altamente frecuente)

82% (Uso moderadamente frecuente)

90% (Uso escasamente frecuente)

95% (Uso infrecuente)

según la expresión:

$$\text{LCS} = \text{antilog} (\log_{10} \text{MGI} + z \cdot \text{SD})$$

donde:

$z$ : factor determinado a partir del área bajo la curva de probabilidad de Distribución

Normal para el nivel de confianza asumido ( $z = 0,674$ , para 75% de confiabilidad;  $z = 0,915$ , para 82% de confiabilidad;  $z = 1,282$ , para 90% de confiabilidad;  $z = 1,645$ , para 95% de confiabilidad)

MGI: media geométrica de la densidad del indicador especificada como valor límite (126 colonias/100 ml para *Escherichia coli* o 33 colonias /100 ml para enterococos).

SD: desviación estándar de los logaritmos decimales de las densidades del indicador registradas históricamente en cada área recreativa (sea para *Escherichia coli*, o se, para enterococos). En caso de datos insuficientes para establecer la desviación estándar se utilizará provisoriamente el valor 0,4 para ambos indicadores. Para tal situación, resultan los LCS correspondientes a muestras aisladas que se exhiben en la Tabla 3.3, los cuales deben ser interpretados estrictamente como de uso provisorio hasta que se disponga de datos locales consistentes para el cálculo de la desviación estándar.

*Limitaciones de los niveles guía establecidos para agua dulce y agua de mar:*

Los criterios que sirven como base para los niveles guía establecidos asumen la existencia de fuentes de contaminación fecal. Cuando el número de individuos que contribuyen a la fuente de contaminación fecal disminuye, la relación microorganismo indicador /microorganismo patógeno puede variar. Por otro lado, en condiciones de epidemia se produce una alteración inversa de la relación microorganismo indicador /microorganismo patógeno. En ambas situaciones, la media geométrica de la densidad del indicador establecida como valor límite podría no corresponder a una tasa de riesgo para la salud

**Tabla 3.3 – LIMITES DE CONFIANZA SUPERIORES PROVISORIOS  
CORRESPONDIENTES A MUESTRAS AISLADAS**

Indicador	Tasa de Gastroenteritis aceptable cada 1000 individuos	Media geométrica de la densidad del indicador (MGI) [colonias /100 ml]	Límite de confianza superior provisorio para una muestra aislada [colonias/100 ml]			
			LCS (75%) Uso altamente frecuente	LCS (82%) Uso moderadamente frecuente	LCS (90%) Uso escasamente frecuente	LCS (95%) Uso infrecuente
<i>Enterococos</i>	8	33	61	77	107	150
<i>Escherichia coli</i>	8	125	235	293	410	573

aceptable. Luego, se deberían examinar rutinariamente en el agua densidades de microorganismos patógenos para verificar la relación de éstas con las del indicador.

Los virus entéricos constituyen un factor de riesgo asociado al uso del agua con fines recreacionales. En general, se encontró que la mayoría de los indicadores bacterianos no correlacionan bien con la presencia de estos virus. De tal manera, si bien la ocurrencia elevada de bacterias coliformes puede indicar la presencia de virus entéricos, la situación inversa no puede asegurarse (Berg and Metcalf, 1978).

### **3.4.1.3 Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de uso recreacional.**

#### ***Concentración de iones de hidrógeno (pH)***

Las aguas excesivamente alcalinas y ácidas pueden causar irritaciones; sin embargo, el pH sólo tiene un impacto directo sobre los usos recreativos del agua cuando el mismo se halla en valores muy bajos o muy altos. En estas circunstancias, el pH puede tener efectos sobre el sabor y la piel.

Si bien la irritación primaria de la piel parece estar relacionada con un pH bajo que cause directamente irritación o dermatitis, estas condiciones se pueden agravar, especialmente en sujetos sensibles.

Los ojos también pueden resultar afectados; el pH alto o bajo puede favorecer y agravar la irritación que producen algunas sustancias químicas.

Resulta difícil especificar los límites, pero en aguas amortiguadas de manera deficiente, con una alcalinidad menor de 40 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, el pH será mucho más susceptible a fluctuaciones mayores. A pesar de que, en aguas bien amortiguadas, el pH tiene menos probabilidades de alcanzar valores extremos, el efecto del pH alto o bajo para las reacciones de la piel e irritación de los ojos será mucho mayor.

Para este parámetro la Directiva del Consejo de la CEE, en la normativa 76/160/CEE establece un rango de 6 – 9 pH salvo en aquellas circunstancias en las cuales se produzcan excepciones por razones meteorológicas o geográficas.

Basado en consideraciones similares a las anteriormente descritas, Canadá establece en las Guidelines for Canadian Recreational Water Quality (1992) un rango entre 6.5 – 8.5 pH, considerando que, si las aguas tienen bajas capacidades de buffer, los valores pueden extenderse entre 5.0 - 9.0 pH, considerando este rango como aceptable.

En el caso del presente trabajo, y considerando que las guías argentinas no establecen valores de referencia, tomaremos como tal el rango establecido por la directiva CEE.

### ***Oxígeno disuelto***

Si bien el oxígeno disuelto no tendrá un efecto directo sobre los usuarios, puede influir en la actividad microbiológica y el estado de oxidación química de varios metales tales como hierro. El oxígeno disuelto será importante para evitar la formación de cantidades indeseables de sulfuro de hidrógeno.

A veces, el agua se supersatura con oxígeno debido a que se mueve rápidamente, lo cual no es una situación que se pueda producir en los ríos de nuestra región ya que son cursos de llanura con no muy alta velocidad de circulación; de producirse esta circunstancia, este hecho puede ser dañino para los peces y otros organismos acuáticos.

Una concentración de oxígeno disuelto en un rango de 80-120% de saturación se considera excelente para tener aguas bien oxigenadas, los valores menores al 60% o superiores a 125% se consideran no satisfactorios.

Para la valoración de las playas del presente trabajo se tomará como objetivo el rango que establece la CEE de 80-120% de saturación.

### ***Turbidez***

La turbidez es un parámetro asociado a la seguridad y la estética que depende básicamente de la calidad intrínseca del agua. Sin embargo la posibilidad de ver a las personas que puedan estar un peligro tanto para los guardavidas como para las demás personas que se encuentran cercanas al agua es de mucha importancia.

Un componente de la turbidez son los microorganismos que pueden acumularse en cantidades elevadas en las aguas especialmente cuando permanecen quietas. Los crecimientos de cianobacterias azules en los lagos es un claro ejemplo de este hecho.

La turbidez natural de algunas aguas utilizadas para baño y natación es a menudo tan alta que la visibilidad a través de la misma es peligrosamente limitada. En éstas áreas deben tratar de eliminarse todos los peligros sub-superficiales y debe indicarse adecuadamente la profundidad del sitio con elementos fácilmente visibles.

Para este parámetro se tomará como objetivo el valor que establecen las guías canadienses (Guidelines for Canadian Recreational Water Quality), de 50NTU.

### ***Color***

Un objetivo como el color del agua de uso recreacional es totalmente dependiente de las preferencias de los usuarios y es casi imposible ponerle un valor absoluto.

Una premisa a tener en cuenta sería que el color no debe ser tan intenso que impida la visibilidad en las áreas utilizadas para el nado.

Existen dos medidas del color en el agua, el verdadero y el aparente. El color verdadero en las aguas naturales es aquel que se obtiene sobre el agua filtrada.

Los minerales naturales le dan el color verdadero al agua (por ejemplo el carbonato de calcio en las zonas de fondos arcillosos le brinda un color grisáceo, el óxido férrico rojizo, etc.), las sustancias orgánicas como el tanino, la lignina, los ácidos húmicos provenientes de la vegetación que naturalmente cae al agua también forman parte del color verdadero.

El color aparente generalmente es el resultado de la presencia de partículas coloreadas que producen la reflexión de la luz. La presencia de cianobacterias le imparte al agua un color particular.

Dentro de las guías de nuestro país no se contempla el color para aguas de uso recreacional; por lo que se utilizará, el establecido para este tipo de aguas por Canadá

(Environment Canada – 1992) de 100 unidades (Pt-Co), que no está basado en ningún tipo de evidencia específica.

### **Contaminantes químicos**

La calidad química de las aguas de baño no parece representar un riesgo serio para la salud de los usuarios de áreas recreativas y en la mayoría de casos la concentración de contaminantes químicos se encuentra por debajo de lo establecido por las guías para agua potable. No existen reglas específicas de fácil aplicación para calcular los valores guía para contaminantes químicos en aguas recreativas. Sin embargo, las guías para la calidad del agua potable OMS (1993) pueden servir de punto de partida para definir valores de evaluación de riesgos en circunstancias específicas, siempre que se tenga cuidado en su aplicación. En la mayoría de casos, estos valores guía están relacionados con la exposición a lo largo del periodo de vida. No obstante, las guías para agua potable deben estar relacionadas con la exposición recreativa. Mance y col. (1984) han sugerido que los estándares de calidad ambiental para sustancias químicas en aguas de baño se deben basar en la suposición que el agua de baño sólo contribuye de manera mínima a la ingestión. Ellos asumieron una contribución equivalente al 10% del consumo de agua potable. Debido a que la mayoría de autoridades asume un consumo de 2 L de agua potable por día, una ingestión de 200 mL por día durante el contacto recreativo con el agua se considera razonablemente aceptable.

Por lo tanto, para propósitos de estas guías, se asume que los usuarios ingerirán 100 mL por cada sesión recreativa con dos sesiones diarias. Cabe resaltar que si bien este enfoque es difícil de comprobar con datos cuantitativos, brinda un método práctico y útil para determinar los riesgos potenciales de varios contaminantes comunes encontrados en aguas recreativas.

Existe gran cantidad de información sobre erupciones en la piel y sus efectos en personas que tienen contacto con agua contaminada con sustancias químicas. Sin embargo, existe

poca evidencia científica que respalde esto, a excepción de los casos de contaminación extrema.

### **Contaminantes inorgánicos**

Según lo anterior, a partir de las guías de la OMS para agua potable se puede estimar una guía para contaminantes inorgánicos en aguas recreativas. Cabe señalar que la constitución química de los metales puede afectar significativamente la solubilidad y absorción, lo cual se debe considerar en la evaluación de los riesgos potenciales de metales.

Los parámetros inorgánicos que se tomaron para la elaboración de este modelo de evaluación de la calidad de las áreas de recreación (relacionadas a zonas de baño) son los siguientes:

#### ***Nitratos, nitritos y fosfatos:***

Para estos parámetros si se siguiera la recomendación de Mance y col. (1984) y se obtendría como guía para la calidad de las aguas de recreación partiendo de los valores establecidos para calidad de agua potable los siguientes: <500mg/l para los nitratos; <30mg/l para los nitritos y <50mg/l para los fosfatos.

Estos valores guías no tendrían en cuenta el conocimiento de que si se encuentra un curso de agua superficial con esos valores el mismo estaría totalmente eutroficado.

Las concentraciones de nitratos en aguas superficiales dulces no contaminadas, expresadas en términos de nitrógeno (N-NO<sub>3</sub>-), se sitúan en el rango 0,1mg/l - 1mg/l, mientras que las de nitritos, expresadas como nitrógeno (N-NO<sub>2</sub>-), se ubican dentro del rango 25 - 50µg/l.

Concentraciones de N-NO<sub>3</sub>- mayores que 1mg/l son indicadoras de aportes originados por actividades antropogénicas. De la misma forma, concentraciones de nitritos superiores a las antes mencionadas serían indicadoras de condiciones anóxicas o de aportes contaminantes introducidos por líquidos residuales con presencia de nitrógeno amoniacal, como es el caso de los líquidos cloacales.

En tabla 3.4 se exponen datos de ocurrencia de nitratos en el ambiente hídrico argentino correspondientes, a agua superficial, expresados en términos de  $\text{N-NO}_3^-$  (Agua Superficial, 1999 – Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación).

En tabla 3.5 se presentan datos de ocurrencia de nitritos en el ambiente hídrico argentino correspondientes, a agua superficial, expresados como  $\text{N-NO}_2^-$  (Agua Superficial, 1999b). Siguiendo las recomendaciones establecidas en las guías de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación y considerando los datos estadísticos acerca de los valores de ocurrencia de estos dos parámetros en nuestros ríos, establecemos como valor objetivo para nitratos  $10\text{mg/l}$  expresado en términos de  $\text{N-NO}_3^-$ , y para nitritos de  $1\text{mg/l}$  expresado en términos de  $\text{N-NO}_2^-$ .

Con respecto a los fosfatos no se disponen de valores estadísticos de la ocurrencia de fosfatos en ríos argentinos. Contamos con los valores de referencia de la ley provincial 11220 que nos da para agua de bebida  $5.0\text{mg/l}$  expresado en términos de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , y los objetivos del CCME (Canadá) para evaluar la calidad de los lagos, el cual no es nuestro caso,  $0.015\text{mg/l}$  expresado como fósforo total.

Adoptaremos como objetivo para este parámetro, haciendo un análisis de los valores obtenidos en las muestras procesadas para el desarrollo del presente trabajo,  $5.0\text{mg/l}$  expresado como  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

<b>Tabla 3.4 - OCURRENCIA DE NITRATOS EN AGUAS DULCES SUPERFICIALES DEL TERRITORIO ARGENTINO</b>						
<b>N° DE DATOS</b>	<b>RANGO</b> [mg N-NO3 -/l]	<b>MEDIANA</b> [mg N-NO3-/l]	<b>PERCENTILO</b> 10 – 90 [mg N-NO3-/l]	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>REFERENCIA</b>	
289	< 0,05 – 10,08	0,4	0,17 – 1,10	Datos correspondientes a muestras de ríos Paraná, Uruguay, Paraguay y de la Plata, Período 1987-96	Agua Superficial, 1999	
<b>Tabla 3.5 - OCURRENCIA DE NITRITOS EN AGUAS SUPERFICIALES DEL TERRITORIO ARGENTINO</b>						
<b>N° DE DATOS</b>	<b>RANGO</b> [mg N-NO2-/l]	<b>MEDIANA</b> [mg N-NO2-/l]	<b>PERCENTILO</b> 10 – 90 [mg N-NO2-/l]	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>REFERENCIA</b>	
291	< 0,005 – 9,58	0,005	<0,005– 0,07	Datos correspondientes a Paraná, Uruguay, Paraguay y de la Plata, Período 1988-95	Agua Superficial, 1999	
<p><b>Referencia:</b> Agua Superficial. 1999. Procesamiento de datos presentados en: Instituto Nacional del Agua y del Ambiente. 1999. Reporte detallado de datos de calidad de agua recolectados durante el período Abril 1987-Marzo 1998 por la Contraparte Técnica Argentina. Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata. Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Plata, de datos suministrados por el Ente Tripartito de Obras y Servicios Sanitarios correspondientes al período 1993-95 y de datos presentados en Calidad de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata (San Fernando-Magdalena), 1ª Edición, 1997.</p>						

## **Contaminantes orgánicos**

En las aguas superficiales pueden estar presentes muchos contaminantes orgánicos debido a la actividad industrial y agrícola. Muchas de estas sustancias estarán asociadas principalmente con los sedimentos y el material particulado. Esto ocurre especialmente con las sustancias que tienen un alto grado de lipofilidad tales como los bifenilos clorados.

Lamentablemente, existen muy pocos datos sobre la posible absorción de estas sustancias del sedimento a través de la piel. Si bien en la mayoría de actividades recreativas el grado de contacto es mínimo, se debe prestar atención a la posible alteración del sedimento e ingestión por grupos tales como infantes y niños pequeños.

La piel absorbe del agua algunas moléculas pequeñas de sustancias cloradas tales como cloroformo o tri y tetracloroetano e hidrocarburos tales como tolueno. Un estudio realizado por la EPA (USEPA, 1992) determinó que la adsorción por piel y la inhalación pueden ser tan importantes como la ingestión. En vista de los márgenes significativos de seguridad incorporados en las guías para agua potable y su definición para la exposición a largo plazo, esto parece estar cubierto adecuadamente en las guías para aguas de baño.

Si bien se ha discutido sobre la relación entre aceites y efectos estéticos tales como capas en la superficie, algunas sustancias derivadas del aceite tales como xileno y etilbenceno, que son sustancias volátiles, también pueden originar olores o sabores a pesar de su baja toxicidad. Asimismo, los detergentes pueden causar problemas estéticos ya que producen espumas que se pueden confundir con aquellas producidas por los subproductos del crecimiento de cianobacterias. Cuando los detergentes están asociados con aguas residuales no tratadas, existe el riesgo que las espumas transporten microorganismos patógenos.

Como ocurre con los contaminantes inorgánicos, las guías para la calidad del agua potable pueden servir de base para evaluar el riesgo potencial de sustancias químicas orgánicas

específicas o de ser necesario, definir guías apropiadas. Sin embargo, en el caso de varios contaminantes comunes, la consideración más importante será el olor cuya guía también se encuentra en las guías para la calidad del agua potable.

***Hidrocarburos totales y fenoles totales.***

Se disponen, en la actualidad en la Argentina de dos sitios en los cuales se encuentran referencias de valores guías para las aguas de uso recreacional, aunque sólo en uno de ellos hay guías para contaminante orgánicos.

En el Decreto 831/93 (Anexo II, Tabla 7), reglamentario de la Ley Nacional de Residuos Peligrosos N° 24051/91, se hace referencia a los siguientes constituyentes químicos:

**Tabla 3.5 - Niveles Guía de Calidad de Agua para Recreación**

<b>Constituyente peligroso</b>	<b>Nivel Guía (µg/l)</b>	<b>Referencia</b>
Fenoles totales	5	Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein – Westfalen. Alemania, 1984
Hidrocarburos totales	300	Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein – Westfalen. Alemania, 1984

Estos valores serán los que usarán con objetivo en el desarrollo del trabajo.

***Detergentes:***

La presencia de sustancias tensioactivas que reaccionan en presencia de azul de metileno indican generalmente la existencia de desagües de aguas servidas, por lo tanto es importante utilizar este parámetro en la evaluación de las aguas de recreación y nado.

No se disponen de valores guías en nuestro país para esta aplicación; si para el agua de bebida para la cual se aplica un valor de 0.2mg/l. La legislación de la CEE (76/160/CEE), tiene como valor guía 0.3mg/l y como imperativo la ausencia de espuma persistente. En este trabajo se tomará como objetivo el valor guía de 0.3mg/l.

### 3.4.2 Indicador de Calidad de Arena de Playas

Es el conjunto de parámetros que busca conocer la calidad ambiental y sanitaria de la playa seca por medio de indicadores medidos en la arena.

El indicador está compuesto por tres parámetros: coliformes termotolerantes, residuos sólidos y olores desagradables. Los valores obtenidos de la medición de cada parámetro se normalizan y se ponderan para obtener un valor final entre cero y uno, donde cero es la peor calidad y uno la mejor. Representa la calidad ambiental y sanitaria de la playa en la zona en que se desarrollan actividades diferentes al baño.

El indicador se expresa como:

$$IAP = 0,45 Rs + 0,35 Ods + 0,2 Cf$$

Donde:

**Rs** = [Residuos sólidos]

**Ods** = [Olores desagradables]

**Cf** = [coliformes termotolerantes]

En los tres casos, se refiere al valor normalizado obtenido para el parámetro correspondiente.

El indicador se mide a partir de la medición de los parámetros que lo conforman.

Por medio del indicador se puede conocer el estado de la calidad ambiental y sanitaria de la arena de la playa, con lo cual se puede saber si es peligroso o no para la salud humana el contacto con la arena.

El indicador no permite conocer las causas que llevaron al valor obtenido, tampoco predice situaciones futuras o comportamientos de los parámetros en el tiempo. Por ser normalizados los parámetros que componen el indicador nunca será superior a uno.

### 3.4.2.1 Residuos Sólidos

La inspección de las playas es el método más ampliamente utilizado para monitorear el tipo y cantidad de basura en un área específica en un momento determinado, y/o cómo el tipo y cantidad de basura puede cambiar con el tiempo.

La inspección de playas, con personal entrenado y a bajo costo, permite obtener una gran muestra de datos precisos; aunque algunos autores reportan que la inspección no produce diferencias estadísticas entre los resultados obtenidos por inspectores inexpertos con respecto a inspectores expertos.

Hay numerosos métodos para evaluar una playa dependiendo del tipo de basura que será muestreada. El UK's National Aquatic Litter Group (EA/NALG 2000) desarrolló un protocolo para evaluar y valorar la calidad estética de las playas de Escocia.

Este protocolo es utilizado para categorizar la calidad estética de las playas dadas a través de los residuos encontrados en ellas, basados en el tamaño y peligrosidad más que en la identidad del material.

Estos elementos son categorizados como:

*Desperdicios relacionados con efluentes cloacales:* que incluye los productos de higiene femenina, condones, papel higiénico, etc.

*Basura potencialmente peligrosa:* que incluye desechos médicos, paños descartables o algodones sucios, contenedores de sustancias peligrosas.

*Basura peligrosa:* vidrios y botellas rotas, elementos cortantes y punzantes.

*Basura de gran tamaño:* Cualquier basura del más de 50 cm de tamaño es incluida en esta categoría, como por ejemplo restos de muebles, de electrodomésticos, etc.

*Basura general:* Toda la demás basura que no está específicamente incluida en otras categorías y que tiene tamaño menor a 50cm, como envases de refrescos, cajas de cigarrillos, envases de comestibles, etc.

*Aceites y sustancias oleosas.*

*Heces:* esta categoría incluye heces de origen no humano. Se cuentan las heces de animales domesticados (perros).

*Acumulación:* Basura que ha formado una agregación discreta y es claramente visible. Las acumulaciones son consideradas cuando forman un conjunto discreto o cuando forman una franja continua a lo largo de la playa.

La tabla de clasificación, tal como se encuentra en el trabajo de referencia, es la que se transcribe a continuación:

**Tabla 3.6 Litter categories for grading beach (in no particular order)**

	Category	Type	A	B	C	D
1	Sewage Related Debris	General e.g. condom	0	1-5	6-14	>15
		Q tips – desposables diapers	0-9	10-49	50-99	>100
2	Large Litter	e.g. grocery cart, chair	0	1-5	6-14	>15
3	General Litter	e.g. cola can, water bottle	0-49	50-499	500-999	>1000
4	Harmful Litter	Broken Glass	0	1-5	6-24	>25
		Other e.g. syringe	0	1-4	5-9	>10
5	Piles of material	e.g. debris, seaweed	0	1-4	5-9	>10
6	Oil		None	Trace	Noticeable	Objectionable
7	Feces		0	1-5	6-24	>25

Reference: EA/NALG, (2000), "Assessment of Aesthetic Quality of Coastal and Bathing Beaches", Monitoring Protocol and Classification Scheme, UK Environmental Agency.

De acuerdo a este trabajo las playas se califican de acuerdo a un valor descendente de la A la D, tomando como final el dato correspondiente a la peor de las calificaciones encontradas para la misma.

En el presente trabajo, para integrar la cantidad de residuos encontrados a la evaluación de las diferentes áreas, se utilizará como referencia el sistema anteriormente descrito transformando las calificaciones de letras (A, B, C, D), en números (1, 2, 3, 4) para poder utilizarlo en la operatoria del indicador.

De acuerdo a la peligrosidad de los diferentes desechos, variará como puede verse, el resultado que lleva a categorizar el ambiente de una u otra manera.

Para este procedimiento la tabla del EA/NALG, (2000) fue transformada como se detalla en la tabla 3.8

A mayor cantidad de residuos en la playa menor será la calidad sanitaria del lugar, lo que repercute en el atractivo del área y el número de visitantes a esperar.

**Tabla 3.7 – Tabla desarrollada para la categorización del área de acuerdo a la basura recolectada**

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b><i>Categoría</i></b>	<b><i>entre 1-2</i></b>	<b><i>entre 2,01-3</i></b>	<b><i>entre 3,01-4</i></b>	<b><i>entre 4,01-5</i></b>
<b><i>Tipo de basura que se incluye</i></b>	0	1-5 ( $\delta$ 0,25)	6-14( $\delta$ 0,143)	>15
	0-9 ( $\delta$ 0,125)	10-49 ( $\delta$ 0,0263)	50-99 ( $\delta$ 0,02083)	>100
General (condones, tapones, toallas higiénicas, pañales descartable				
Q-tips				
Basura de gran tamaño	0	1-5 ( $\delta$ 0,25)	6-14 ( $\delta$ 0,143)	>15
Basura de sillas, trozos de cocinas, muebles, etc.				
Basura general	0-49 ( $\delta$ 0,02083)	50-499 ( $\delta$ 0,000069)	500-999 ( $\delta$ 0,002008)	>1000
Basura peligrosa	0	1-5 ( $\delta$ 0,25)	6-24 ( $\delta$ 0,0588)	>25
Vidrios rotos				
Jeringas, agujas, etc.	0	1-4 ( $\delta$ 0,50)	5-9 ( $\delta$ 0,333)	>10
Heeces animales	0	1-5 ( $\delta$ 0,25)	6-24 ( $\delta$ 0,0588)	>25

### **3.4.2.2 Coliformes termo tolerables en Arena de Playa**

Puede describirse como la cantidad estimada de microorganismos coliformes termo tolerantes en la arena de playa, y se expresa como el número más probable de coliformes termo tolerantes por cien gramos de arena.

En la arena se pueden presentar deposiciones accidentales o voluntarias de las personas y/o animales que visitan la playa, contaminándola con microorganismos de origen fecal. Estudios epidemiológicos realizados por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA- 1986) con relación a la casuística de gastroenteritis en individuos expuestos recreativamente con contacto directo aportaron información sobre cuáles indicadores de calidad correlacionaban mejor con el efecto sobre la salud citado. Siendo el *E.coli* el que presenta el más alto coeficiente de correlación.

La *E.coli* (coliforme termotolerante), está universalmente presente en los animales de sangre caliente en densidades de  $10^8$  a  $10^9$  UFC por gramo y comprende casi el 95% de los coliformes de las heces. Basado en esto se puede concluir que la *E. coli* estará siempre presente en cualquier caso de contaminación fecal.

En condiciones normales la arena presenta ausencia total de microorganismos patógenos de origen fecal. Para el presente parámetro se permite de acuerdo con la referencia anterior, un máximo de 200 microorganismos por 100 gr de muestra.

El valor normalizado se calculará como:

$$Cf = 1 - (\text{valor hallado} / \text{valor de referencia})$$

### **3.4.2.3 Olores Desagradables en Arena de Playa**

Los olores desagradables son percepciones olfativas que son incómodas para la mayoría de las personas, siendo la mayoría como mínimo el 50% de la población afectada. Entre los olores desagradables más comunes en una playa están los vapores generados por la orina y las excretas humanas y de animales de sangre caliente, principalmente perros y gatos. Otro grupo de olores desagradables es aquel compuesto por vapores de combustibles y

productos químicos que estén almacenados en cercanías a la playa en estudio. Los humos producidos por quemas a cielo abierto, industrias cercanas o vehículos que transiten por las vías adyacentes a la playa es el último grupo importante de fuentes de olores que puede en una concentración suficiente incomodar.

Los olores tienen varias propiedades comunes, entre las cuales está la intensidad, expresada como alguna indicación de la fuerza del mismo; la capacidad de penetración, conocida como la capacidad de un penetrar un gran volumen de aire de dilución y seguir siendo detectable; y la aceptabilidad, referida al agrado o desagrado de la sensación que produce.

No existe aún un equipo que permita medir de manera confiable los olores, pues estos tienen gran cantidad de características particulares, lo que dificulta su normalización.

Otro inconveniente en la medición se refiere a la subjetividad inherente a cada persona con relación al olor, por ejemplo, para algunas personas el olor a combustibles es incomodo y para otras es agradable.

Por último en la medición se presenta el efecto de fatiga, que corresponde a que las personas se acostumbran a un olor determinado después de estar cierto tiempo en contacto con él. En los estudios en que es obligatoria una evaluación de olores se contrata un grupo de expertos, quienes después de realizar una percepción olfatoria, califican en una escala ordinal preestablecida los olores presentes y su intensidad.

En el presente parámetro, para facilitar su calificación, se manejará una escala nominal tomada de la resolución nro. 0201/04 de la provincia de Santa Fe, en la cual se determina si hay presencia de olores y su intensidad y grado de irritación que producen. La toma de datos se hace por medio de encuesta a los visitantes de la playa.

**Tabla 3.8 – Escala de Intensidad de olor**

<b>Grado</b>	<b>Intensidad</b>
0	Sin Olor
1	Muy Leve
2	Débil
3	Fácilmente Notable
4	Fuerte
5	Muy Fuerte

Límite: Grado 2 - Los niveles de intensidad consignados, son orientativos para una estimación previa.

**Tabla 3.9 – Irritación de ojos y nariz**

<b>Grado</b>	<b>Irritación</b>
0	No Irritante
1	Débil
2	Moderada
3	Fuerte
4	Intolerable

Límite: Grado 1 Los niveles de intensidad consignados, son orientativos para una estimación previa

Para la medición se definen varias áreas en la playa, que dependen de la velocidad y dirección del viento. En cada área se encuesta a un número determinado de personas, a las cuales se les pregunta si detectan olores y si la respuesta es positiva, que sensación producen. Los resultados obtenidos son los ingresados al cálculo del indicador. Para normalizar el resultado en el caso que no se detecten olores se utilizará el valor 0,01, en lugar de cero para permitir su integración matemática al cálculo.

Los olores provienen de una fuente que los genera, por lo que se puede inferir que una playa con un determinado olor está contaminada con una fuente que lo produce. Además de la molestia que genera la presencia de olores desagradables, se debe tener en cuenta el riesgo sanitario para los visitantes de la playa por la fuente del olor. Con base en lo anterior se deduce la calidad ambiental de la playa se ve reducida con la presencia de olores desagradables en ella.

El parámetro solo indica la presencia de olores, no se puede usar para determinar el origen de la contaminación, ni el lugar exacto de la fuente que genera el olor. Tampoco indica que la fuente que origina el olor este dentro de la playa, pues las zonas vecinas pueden afectar con los olores que allí se produzcan la zona, lo cual depende de la dirección del viento.

### **3.4.3. Indicador de Incidencia de Radiaciones Electromagnéticas**

El brillo solar es una radiación electromagnética de diferentes longitudes de onda: eléctricas, radiales, infrarrojas, luz visible, radiación ultravioleta, rayos roentgen, gama y cósmicos. Parte de esta radiación (6%) es radiación ultravioleta (radiación UV). En lo que concierne a los efectos sobre la salud, esta radiación se divide en tres bandas conocidas como: UVA, UVB y UVC cuyas longitudes de onda se miden en nanómetros (nm). La parte UV del espectro solar es invisible para los seres humanos.

Los rayos UVA (315-400 nm) representan la mayor parte de radiación UV que llega a la tierra. Producen un bronceado ligero y temporal que no protege la piel. Pueden ocasionar daños más profundos en la piel y están relacionados con el envejecimiento prematuro de la piel.

Los rayos UVB (280-315 nm) representan una proporción menor de radiación ultravioleta que llega a la tierra. Los UVB pueden causar enrojecimiento, quemaduras, ampollas e incluso quemaduras de sol de segundo grado. Las longitudes de onda UVB son más efectivas para producir quemaduras de sol a corto plazo así como envejecimiento prematuro de la piel a largo plazo, y las ondas alrededor de los 300 nm son particularmente

activas. Las ondas menores de 315 nm no pasan a través de los vidrios de las ventanas, siempre que el vidrio tenga un espesor mayor a 3 mm. (Frain-Bell, 1977) Los rayos UVC (200-280 nm) son casi todos absorbidos por la capa de ozono en la atmósfera y por lo tanto, no llegan a la superficie terrestre. Estos rayos penetran ligeramente en la piel, pero dañan la vista (OMS, 1994 (a)). La medida máxima de fotoqueratitis ha sido alrededor de 270 nm.

La cantidad y tipo de radiación solar, especialmente radiación UV que puede llegar a una parte específica de la tierra en un momento dado está determinada por varios factores que incluyen: latitud, estaciones del año, hora del día, altitud, condiciones atmosféricas locales (*smog*, nubosidad, neblina, humo, polvo, humedad, partículas de aerosol), variaciones en el espesor de la capa de ozono y altura del sol sobre el horizonte. Si bien las nubes que contienen humo y otras formas de contaminación evitan que gran parte de los UV lleguen a la piel, no ocurre lo mismo con las nubes de lluvia comunes ya que los UV se transmiten hasta cierto punto a través del agua. Asimismo, las nubes tienden a tamizar los rayos infrarrojos que producen calor, lo cual genera una cantidad mínima de radiación UV-B y se prolongan, por lo tanto, los tiempos de exposición como consecuencia de la disminución de la temperatura (Frain-Bell, 1977). La exposición directa a rayos UV tiene efectos dañinos y benéficos sobre los seres humanos, algunos de los más importantes se detallan en la Tabla 3.11.

**Tabla 3.10 – Principales efectos de la radiación UV sobre la salud humana**

<b>Naturaleza de los efectos</b>	<b>Dirección del efecto</b>	<b>Evidencia</b>
<b><i>Efectos en la inmunidad e infección</i></b>		
Supresión de la inmunidad mediada por células	Dañino	Suficiente
Mayor susceptibilidad a infecciones	Dañino	Inadecuada
Debilitamiento de la inmunización profiláctica	Dañino	Inadecuada
Activación de infección por virus latente	Dañino	Inadecuada
<b><i>Efectos en el ojo</i></b>		
Fotoqueratitis y fotoconjuntivitis aguda	Dañino	Suficiente
Queratopía climática por gotas	Dañino	Limitada
Pterigio	Dañino	Limitada
Cáncer a la conjuntiva	Dañino	Inadecuada
Opacidad de las lentes	Dañino	Limitada
Melanoma de la úvea	Dañino	Limitada
Retinopatía solar aguda	Dañino	Suficiente
Degeneración macular	Dañino	Inadecuada
<b><i>Efectos en la piel</i></b>		
Melanoma maligno	Dañino	Suficiente
Cáncer a la piel no melanótico	Dañino	Suficiente
Quemaduras de sol	Dañino	Suficiente
Daño solar crónico	Dañino	Suficiente
Fotodermatosis	Dañino	Suficiente
<b><i>Otros efectos directos</i></b>		
Producción de vitamina D	Benéfico	Suficiente
Otros tipos de cáncer	Benéfico	Inadecuada
Bienestar general	Benéfico	Inadecuada
<b><i>Efectos indirectos</i></b>		
Efectos sobre el clima, provisión de alimentos, vectores de enfermedades, contaminación del aire, etc.	Posiblemente dañino	Inadecuada

Limitada = evidencia sugestiva pero no conclusiva; clasificación asignada algo incierta

Inadecuada = no existe evidencia

Fuente: OMS, 1996 basado en Holman CD, Armstrong BK, 1984.

## **Medidas de protección contra la radiación ultravioleta**

Para evitar cualquier efecto negativo sobre la salud se deben adoptar comportamientos y medidas especiales de protección frente a la radiación UV. Se debe evitar por completo la exposición solar durante el mediodía y usar vestimentas protectoras, sombreros y lentes.

Durante dos horas en cualquier momento del mediodía, la superficie terrestre recibe 60% de radiación solar. El uso de sombreros con un borde de 10 cm reduce 70% de la radiación solar en cabeza y cuello. Además, los protectores solares modernos son muy efectivos si se usan correctamente. Es posible que en el caso de personas de piel clara, estos cambios de comportamiento reduzcan los riesgos de cáncer a la piel debido al incremento de la exposición a rayos UV (OMS, 1990). Esta situación se puede controlar principalmente a través de educación continua y experiencia personal. Los avisos en las playas son muy importantes.

Es más que nada una decisión personal y la disonancia cognitiva de cada persona juega un papel importante en la adopción de medidas adecuadas.

### *Protectores Solares*

Los protectores solares resguardan de la producción de eritemas principalmente en la región espectral correspondiente a los rayos UVB. Asimismo, muchos dispersan la radiación UVA y UVB porque contienen pantallas físicas (pigmentos de partículas micronizadas).

La eficacia de la protección solar se expresa como “*Sun Protection Factor (SPF)*”:  $SPF = \text{MED con protector solar} / \text{MED sin protector solar}$  (MED es la cantidad de radiación solar UV-B capaz de producir un enrojecimiento – eritema- de la piel normal (ni muy clara ni muy oscura). Un MED varía en la población europea entre 200 y 500 J/m<sup>2</sup>

Comúnmente, el SPF es una medida de protección UV contra el eritema, si este factor es mayor a 8, incluye además protección contra los UVA.

La presencia de nubes reduce en mayor proporción los niveles de radiación infrarroja que la radiación UV, la que generalmente se reduce sólo entre 20% y 40% (Truhan, 1991). Los niveles de radiación UV incluso en un día nublado de verano pueden ser sustanciales, especialmente alrededor del mediodía (Marks, 1990) Por ello, se deben tomar las mismas precauciones que en un día soleado.

Las gotas de agua actúan como ‘dispersadores’ de modo que el componente difundido de radiación solar sea mayor. Erróneamente, la gente relaciona el calor sólo con un ‘sol fuerte’. Debido a que la luz UV no produce una sensación de calor, todo lo que refresque la piel bajo el sol es interpretado inadecuadamente como una exposición reducida a rayos UV, por ejemplo, el viento durante la navegación.

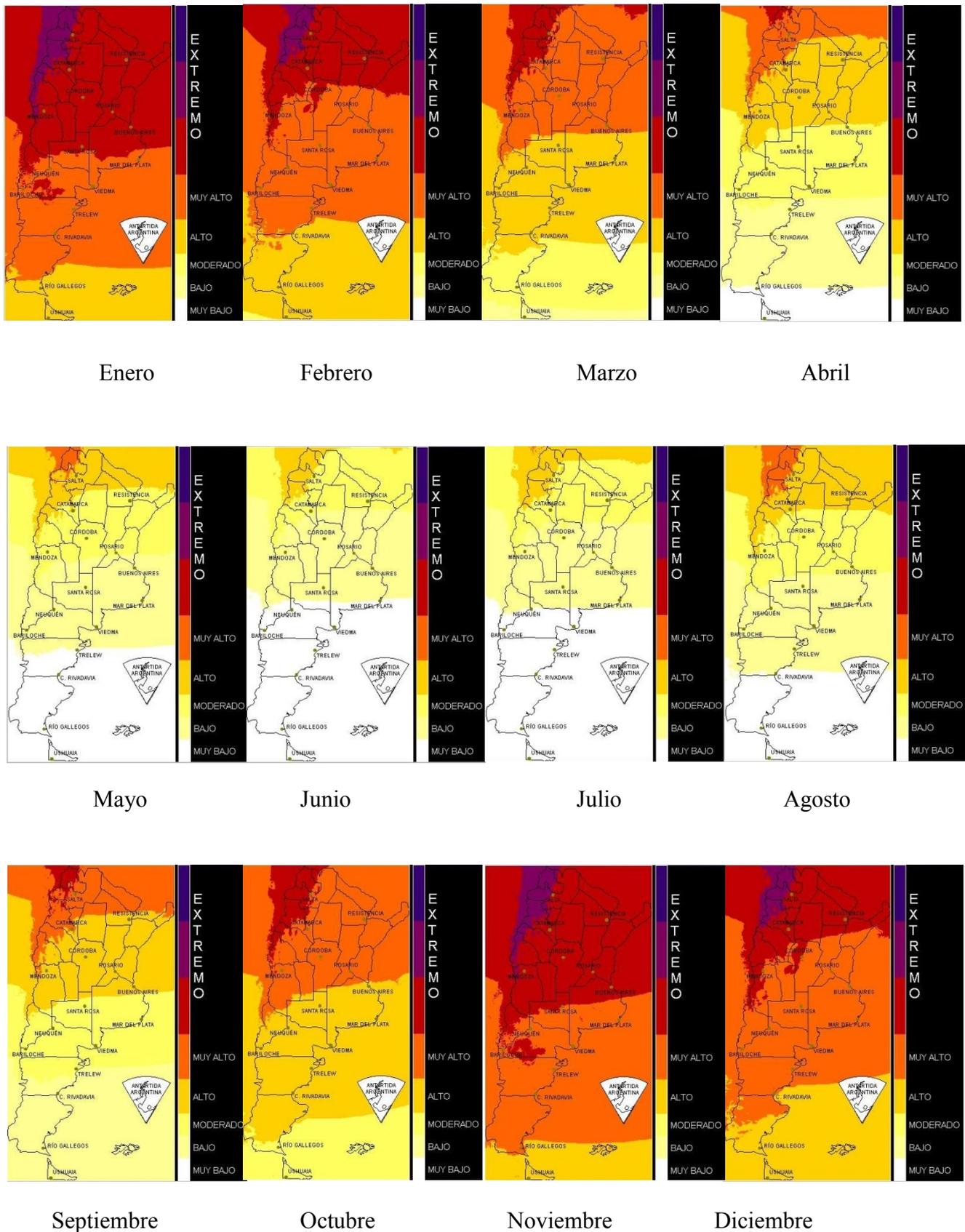
### *Índice UV*

El índice global de UV solar es una recomendación conjunta de la Organización Mundial de la Salud, la Organización Meteorológica Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la International Commission on Non-ionising Radiation Protection (ICNIRP). Es el resultado del consenso internacional de un panel de expertos en salud y científicos reunidos a solicitud de la OMS en su programa INTERSUN.

El índice UV puede ser considerado como una herramienta, además de noticias y reportes sobre el clima, para que la gente tome conciencia del problema de la sobre-exposición al sol así como para fomentar la implementación de la fotoprotección.

El índice UV global se basa en una unidad expresada en el número obtenido mediante la multiplicación de la fuerza de la eficiencia sobre el eritema solar (calculada en una hora) en Watt/m<sup>2</sup> por 40. Este valor se obtiene mediante la combinación del espectro solar y el espectro de acción del eritema de la piel humana (CIE) normalizado a 297 nm. Este índice estima el máximo daño del UV sobre la piel, medido durante un periodo de 10-30 minutos al mediodía. El índice UV se extiende de en un amplio rango sobre la superficie terrestre según la hora, mes y ubicación geográfica.

**Fig. 3.3 – Índice Solar Ultravioleta.** - UV de riesgo solar promedio por mes para toda la Argentina en condiciones de día de cielo claro, capa de ozono normal y suelo sin nieve - Instituto de Física Rosario con el apoyo de la Fundación del Cáncer de Piel de la Argentina y el SMN.



El índice UV se puede predecir ya que los valores de un cielo claro se pueden modificar por una cubierta de nubes.

ISUV corresponde al máximo valor esperado de la intensidad de la radiación solar ultravioleta (alrededor del mediodía solar) en condiciones de cielo despejado. Esta varía día a día muy lentamente ya que depende de la radiación solar (radiación UV-A y UV-B) que diariamente llega a la superficie de la tierra y de la evolución de la capa de ozono. ISUVn corresponde al mínimo valor esperado para esta radiación, bajo la sombra de las nubes pronosticadas, es por esto que puede variar bruscamente de un día a otro ya que depende de la ISUV y de la nubosidad que se espera se registre durante el mediodía solar de ese día.

Este índice da indicación del riesgo de sobre-exposición al Sol con valores y calificaciones, relacionados con el tiempo mínimo para el enrojecimiento y eventual quemadura de la piel. Para el uso de estos índices se ha utilizado la clasificación de la sensibilidad de la piel a los rayos UV de acuerdo a seis fototipos (OMS, 1994(b)), tomando como referencia los valores para pieles tipo IV que corresponden a personas de origen en general latino con pigmentación media, y a las tipo I que corresponden en general a las personas con muy baja pigmentación.

**Tabla 3.11 – Relación entre ISUV-ISUVn y el tiempo para el enrojecimiento y eventual quemadura de la piel– (Servicio Meteorológico Nacional)**

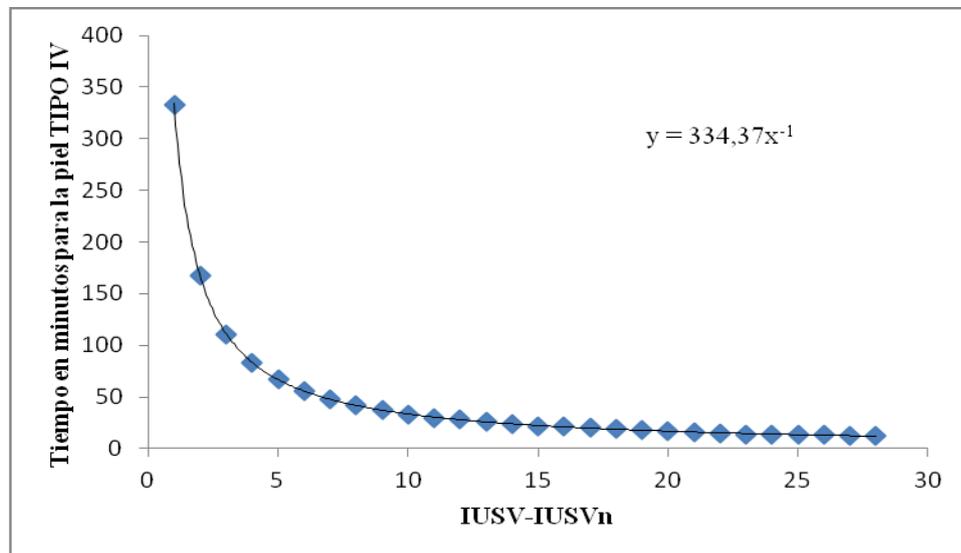
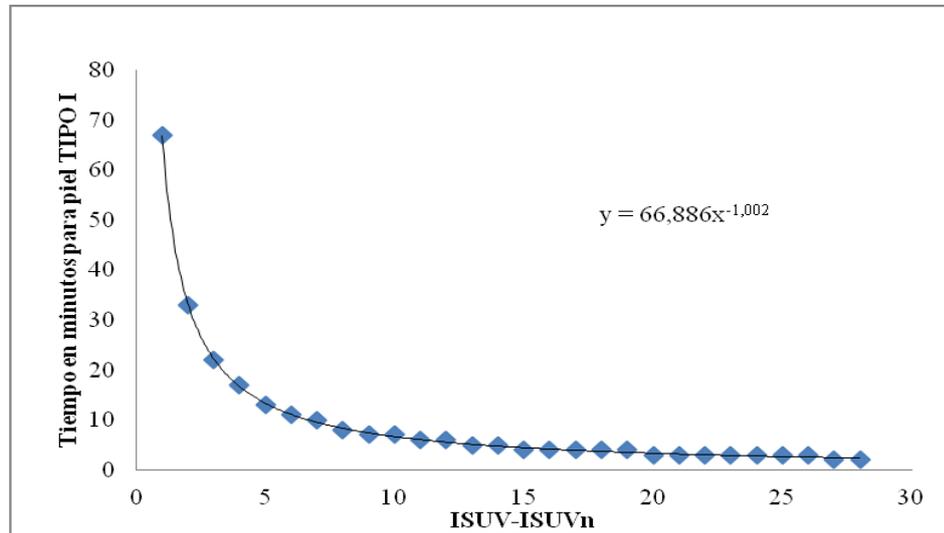
ISUV-ISUVn	ISUV-ISUVn	Tiempo en minutos para la piel TIPO I	Tiempo en minutos para la piel TIPO IV
1	Muy bajo	67	333
2	Muy bajo	33	167
3	Muy bajo	22	111
4	Bajo	17	83
5	Bajo	13	67
6	Moderado	11	56

7	Moderado	10	48
8	Alto	8	42
9	Alto	7	37
10	Alto	7	33
11	Muy alto	6	30
12	Muy alto	6	28
13	Muy alto	5	26
14	Muy alto	5	24
15	Muy alto	4	22
16	Extremo	4	21
17	Extremo	4	20
18	Extremo	4	19
19	Extremo	4	18
20	Extremo	3	17
21	Extremo	3	16
22	Extremo	3	15
23	Extremo	3	14
24	Extremo	3	14
25	Extremo	3	13
26	Extremo	3	13
27	Extremo	2	12
28	Extremo	2	12

De acuerdo a los datos anteriormente expuestos resulta de fundamental importancia la realización de campañas de educación para la salud que incluyan esta información para la sociedad en general, además de incluir este parámetro en como uno más de importancia en el análisis de la calidad de las áreas de recreación aunque no sea controlable a corto plazo si es evaluable y hace a la calidad de vida de la sociedad toda..

*Determinación del valor objetivo y expresión normalizada:*

Si realizamos un gráfico X/Y, tomando los datos de la tabla 3.12 se observa que las curvas tienen una inflexión para un índice de radiación de 4, tanto sea para pieles tipo I, como las tipo IV, por lo tanto se tomará es valor como objetivo para el cálculo del índice recreacional.



**Figura 3.4 – Curvas de relación entre el tiempo de exposición y el máximo valor esperado de la intensidad de la radiación solar ultravioleta - mínimo valor esperado para esta radiación**

$$\text{IRE} = 1 - ((\text{max. Valor histórico reportado} - \text{objetivo}) / \text{max. Valor histórico reportado})$$

### **3.5. Indicador de Carga Turística**

Define la cantidad de visitantes que tiene una playa, divididos en turistas, vendedores y miembros de la fuerza pública. El indicador se compone de un único parámetro, que también tiene el nombre de carga turística. Representa la disponibilidad de espacio que tiene cada persona para disfrutar de la playa, medida en metros cuadrados.

A través de este indicador se puede saber si el uso turístico que se da a la playa está dentro de los límites permisibles para el medio, o si por el contrario se la sobreexplota.

La palabra capacidad sugiere, en sentido estricto, la posibilidad de contener o acomodar en un determinado espacio. Sin embargo, este concepto es mucho más complejo de lo que en principio se podría pensar pues plantea numerosas controversias, tanto en su definición como en su aplicación. La OMT (Organización Mundial del Turismo 2005) da una definición que contempla distintos puntos de vista: “El concepto de capacidad de carga trata de establecer en términos mensurables el número de visitantes y el grado de desarrollo que es susceptible de alcanzarse sin que se produzcan situaciones perjudiciales para los recursos (...) Es la capacidad que se puede alcanzar sin daño físico para el medio natural y para el medio artificial, sin daño social/económico para la comunidad y para la cultura locales o sin perjudicar el justo equilibrio entre desarrollo y conservación (...) en términos estadísticos, es el número de visitantes que pueden darse en un lugar a cualquier hora pico o durante un año sin que resulte en una pérdida de atracción o en daños para el medio ambiente... Se puede decir, en términos generales, que existe una saturación o un sobrepaso de la capacidad de carga cuando los movimientos de las personas, nacionales o internacionales, excede temporalmente el nivel aceptable por el medio ambiente físico y humano de la zona de acogida...”

La capacidad de carga turística se mide con el método Cifuentes (1992-1999), que pretende establecer el número máximo de visitas que puede recibir un área determinada, con base en

las condiciones físicas, biológicas y de manejo que se presentan en el área en el momento del estudio (estudio transversal). El proceso consta de tres niveles:

1. Cálculo de Capacidad de Carga Física (CCF)
2. Cálculo de Capacidad de Carga Real (CCR)
3. Cálculo de Capacidad de Carga Efectiva (CCE), donde la  $CCF > CCR > CCE$ .

De acuerdo con este método, la capacidad de carga física CCF, es el límite máximo de visitas que puede hacerse a un sitio con espacio definido, en un tiempo determinado, y está dada por la relación entre los factores de visita, el espacio disponible y la necesidad de espacio por visitante. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$CCF = S/sp$$

Donde:

S = superficie disponible

sp = superficie usada por persona

El límite máximo de visitas determinado a partir de la CCF de un sitio, luego puede ser sometido a los factores de corrección definidos en función de las características particulares del sitio. Los factores de corrección considerados son variables físicas, ambientales, sociales y de manejo.

**Tabla 3.12 – Algunos Factores de Corrección para el Cálculo de la Capacidad de Carga Física.**

<b>Variables (x)</b>	<b>Factores de corrección</b>
Físicas	Accesibilidad Erodabilidad Superficie disponible
Ambientales	Precipitaciones
Sociales	Espacio ocupado por persona Distancia entre grupos
Manejo	Tamaño de los grupos Horarios de visitas Tiempos de permanencia

Los factores de corrección se expresan en términos de porcentajes y para calcularlos se utilizan expresiones del tipo:

$$FC_x = 1 - (Mlx / Mtx)$$

Donde:

$FC_x$  = factor de corrección de la variable “x”

$Mlx$  = magnitud limitante de la variable “x”

$Mtx$  = Magnitud total de la variable “x”

Una vez calculados todos los factores de corrección, se calcula la capacidad de carga real CCR, como:

$$CCR = CCF (FC_1 \times FC_2 \times \dots \times FC_n)$$

La CCE representa el número máximo de visitas que se puede permitir en un área determinada. La CCE se obtiene ajustando la CCR según la CM (capacidad de manejo) existente en el área estudiada. En el cálculo de la CM intervienen diversas variables referidas a la infraestructura (i), equipamiento (e) y personal (p).

Las variables infraestructura y equipamiento se valoran de acuerdo a los criterios básicos de cantidad, estado, localización y funcionalidad. En la variable personal se califican los criterios de cantidad y calidad ya que gravita en una sola persona (guardavidia), quien lleva a cabo todas las tareas asignadas. Se considera el grado de educación, experiencia de trabajo en el área y capacitaciones recibidas.

La CM se calcula según la siguiente fórmula:

$$CM = (i + e + p)/3$$

La CCE se obtiene de la siguiente manera:

$$CCE = CCR \times CM$$

Para el cálculo de éste indicador, se realiza una primera etapa que comprende la revisión detallada de la forma como la gente usa una playa y cómo reparte los diferentes espacios

de uso. La idea era determinar la zona de uso efectivo y las zonas complementarias. Una vez identificados los usos dentro de un espacio efectivo y sus espacios complementarios, se procede de la manera ante detallada.

En el presente trabajo se efectuará únicamente el cálculo de la capacidad de carga física, pues las correcciones dependen de las particularidades de cada playa y área de recreación. El valor obtenido por este parámetro da una información parcial de la carga del área, la cual será complementada con las interacciones con otros parámetros.

Se determina la longitud de la playa, al igual que el ancho de cada zona de la misma, partiendo de la zona pasiva hacia el agua. Se realizan mínimo dos conteos de visitantes de la playa cada 100 metros de longitud de la playa. Si la playa tiene menos de 500 metros se divide la longitud en 5 y así se obtendrá la distancia entre franjas de medición. Los conteos se realizan en una franja de 10 metros de ancho, la cual parte del límite exterior de la zona pasiva y va hasta que la profundidad sea 1,5 metros. En cada área de medición se cuenta el número de personas presentes, diferenciando usuarios, vendedores y autoridades. Finalmente se obtiene el valor de carga de la playa por medio de la siguiente ecuación que indica una medida de la densidad de personas que ocupan el área, donde se ha guardado la relación de al menos cada diez usuarios, un vendedor y una persona como autoridad:

$$CT = (Am \times 101.01) / [(T \times 100) + (V \times 10) + (A \times 1)]$$

Donde:

CT: Carga en el área de medición ( $m^2$  / visitante)

Am: Área de la franja de medición ( $m^2$ )

T: Número de usuarios en el área de medición

V: Número de vendedores en el área de medición

A: Número de autoridades en el área de medición

Los valores de usuarios, vendedores y autoridad será la media de los conteos realizados por franja de medición.

El factor de 101.01 incluido en el numerador se obtiene al analizar la relación usuario - vendedor – autoridad (100/10/1).

El estándar internacional de espacio público es de cuatro metros cuadrados por ciudadano (OMS – Organización Mundial de la Salud), de lo cual se deduce que el espacio lineal es de 2m. Asimismo, la OMT, en su guía práctica “Indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos” (2005) menciona que el espacio promedio necesario para realizar actividades recreativas es de “4 m<sup>2</sup> en espacios abiertos”.

Holder, J.S. (1988), también hace referencia a parámetros de densidad óptima, tanto para destinos no explorados como para destinos maduros. En el primer caso, de oferta de playa virgen es recomendable establecer criterios de ocupación de 25 m<sup>2</sup>/usuario en áreas de reposo, pero en destinos turísticos maduros, con un sector turístico muy estacional, se limitará la superficie óptima máxima establecida a 15 m<sup>2</sup>/usuario en cada una de las playas estudiadas (Roig, 2000). Por su parte, Aragonés y Américo (citado por García, 2003: 128 y 129) afirman que según la psicología ambiental, la distancia pública debe ser de 3.5 m. a 7.25 m. lineales entre personas, y el espacio mínimo, antes de considerarse hacinamiento, debería ser de 2 m. lineales entre una persona y otra.

A menor carga de una playa mejor se mantendrá su medio ambiente, sin embargo esta relación lineal no se mantiene con los turistas, pues estos no se sienten a gusto en playas solitarias ya que se crea un sentido de inseguridad, por lo que se establece una relación teórica para la carga con relación al gusto del usuario, donde el máximo agrado del usuario se alcanza con la carga igual 18 m<sup>2</sup> por visitante (aproximadamente 4.25m x 4.25m), que es el valor tomado para el presente trabajo.

### **3.6 Indicador de Control Institucional**

Es el conjunto de parámetros que busca conocer el control que tiene la autoridad sobre las conductas de los visitantes de las áreas de recreación y turismo.

El indicador está compuesto por dos parámetros: vendedores que cumplen con las normas mínimas de calidad y uso eficiente de las zonas de la playa.

Los valores obtenidos de la medición de cada parámetro se normalizan y se ponderan para obtener un valor final entre cero y uno, donde cero es la peor calidad y uno la mejor.

Se expresa como:

$$CI = 0,7 Vn + 0,3 Uz$$

Donde:

CI = Control institucional

Vn = Vendedores que cumplen con las normas

Uz = Uso eficiente de las zonas

Los vendedores son el segundo grupo más numeroso en una playa, llegándose a establecer una relación cercana a 1:10 entre usuarios y vendedores respectivamente. Este elevado número hace que se deban tomar medidas exclusivas para ellos.

Adicionalmente los vendedores son los mayores responsables de la generación de residuos sólidos en las playas, no solo por los que ellos generan dentro de su labor como expendedores de productos, si no también, por los residuos producidos por las personas que consumen sus productos.

El orden dentro de la playa, incluyendo el respeto de cada zona, también debe ser responsabilidad de los vendedores, pues ellos al establecerse en la zona activa o al deambular por la zona pasiva, incomodan a los usuarios y las actividades que en cada zona se desarrollan.

El control de los vendedores ambulantes debe estar a cargo de las áreas de gobierno del municipio en que se encuentre como responsable de la playa, luego es ésta entidad la encargada de suministrar y organizar este grupo de vendedores, se debe tener un registro actualizado de los vendedores, los cuales deben cumplir con los requisitos establecidos en las Ordenanzas Municipales de la ciudad de Santa Fe nro, 12861 y 14423.

Para la evaluación se llena una ficha, en la cual se toman los datos de los vendedores que cumplen con cada norma en un área de la playa definida según el protocolo de toma de datos. Al final de la ficha se obtiene un valor en porcentaje de vendedores que cumplen con las normas existentes.

Entre mayor sea el porcentaje de vendedores que cumplen con las normas, mejor será la calidad del área, y por consiguiente, la calidad ambiental de la misma. Un bajo porcentaje en este parámetro también indica la poca importancia que los vendedores hacen a la autoridad que los regula.

Para evaluar el uso eficiente de las zonas, éstas se dividen en tres, siendo: 1) Zona Activa, definida como la franja de arena más próxima a la orilla, que debe permanecer libre en su totalidad, debe favorecer la cómoda inmersión cuando esté habilitada al respecto y la circulación longitudinal de los bañistas; 2) Zona de Reposo, o Pasiva, es la franja inmediata y paralela a la zona activa, en la cual se permite la colocación de sillas, esteras, toldos, carpas y otros elementos portátiles para hacer cómoda la permanencia de los usuarios; 3) Zona de Transición, es la franja inmediata y paralela a la zona pasiva, se permite la práctica de deportes colectivos.

Cualquier uso del área que no esté acorde con la definición, como jugar a la pelota en la zona pasiva o broncearse en la zona de transición, es tomado como una contravención al uso establecido para dicha zona.

Este parámetro se calcula llenando una ficha, en la cual se realiza un conteo de contravenciones al uso de la playa, en un área que se define. A mayor número de contravenciones, menor será la calidad turística y por consiguiente ambiental.

El confort y tranquilidad son condiciones ambientales que se deben buscar. Un valor bajo de contravenciones indica que los responsables están teniendo un desempeño exitoso.

## Capítulo 4

### **Aplicación de la metodología de cálculo de indicadores e índice a un área de estudio**

Después de definir el procedimiento completo para evaluar los diferentes indicadores y calcular el índice correspondiente, se realizaron una serie de muestreos en los cuales se obtuvieron los datos requeridos para evaluar el funcionamiento de los mismos.



**Figura 4.1 - Ubicación geográfica general de la zona de estudio**

#### Santa Fe

Es la capital de la provincia homónima y pertenece al departamento La Capital. Se encuentra ubicada estratégicamente en el litoral argentino a los 31° 34' de latitud sur y a los 60° 4' de longitud oeste en la margen derecha del río Paraná, a 475 Kms. de Capital Federal. En esta zona se concentra una buena parte de la población, la infraestructura y la actividad económica de nuestro país.

**Superficie:** 3.055 km<sup>2</sup>

**Densidad de población por km<sup>2</sup>:** 115,21 habitantes

**Límites:**

Al Norte: Campo Crespo (Recreo)

AL Sudoeste: Santo Tomé

Al Este: Laguna Setúbal y canales de derivación al Puerto Santa Fe

Al Oeste: Río Salado

La ciudad se ubica en una extensa llanura que debido a su planicie se caracteriza por el difícil escurrimiento de las aguas, con la correspondiente formación de lagunas, arroyos y bañados.

**Hidrografía**

Los principales ríos que aledaños a la ciudad de Santa Fe son:

*El Río Paraná:* es el de mayor longitud de la Cuenca del Plata. Nace originado por la confluencia de los ríos Paranaíba y Grande. Al norte de la ciudad de Santa Fe comienza una importante cuenca lacustre formada por las lagunas de San Pedro, Leyes o Santo Domingo y Setúbal o Guadalupe. En la Laguna Guadalupe desaguan los ríos Saladillo Dulce y Saladillo Amargo; su principal emisario es el arroyo Leyes. En el lugar denominado Cuatro Bocas el río recibe al Salado del Norte por medio del riacho Coronda.

*El Río Salado del Norte:* es un río netamente argentino ya que nace en la región del NOA, en los nevados del borde oriental de la Puna, circula por quebradas y valles, atraviesa las sierras subandinas y finalmente cruza la llanura para llegar al Paraná. El tramo final del río posee un valle de inundación muy amplio entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, en el sitio denominado Cuatro Bocas.

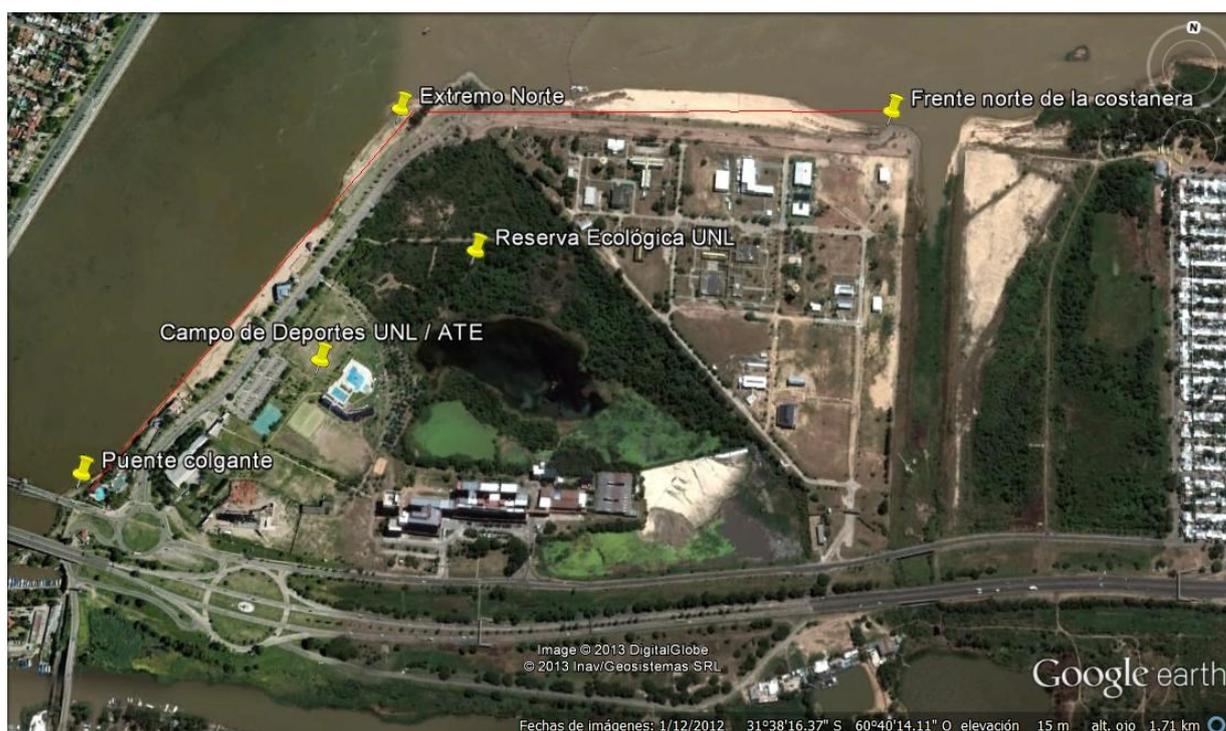
*Laguna Setúbal:* En el valle aluvial del río Paraná, ocupando extensas depresiones, se localiza un complejo de lagunas y arroyos cuyo elemento principal es la laguna Setúbal o Guadalupe, sobre cuya margen oeste se asienta la ciudad de Santa Fe. Este complejo

está integrado por la citada laguna, continuando hacia el norte con la Laguna Leyes o Santo Domingo y la de San Pedro o Capón. El área limita al este con el albardón costero sobre el que se ha construido la ruta provincial N° 1 y al oeste por la avenida Costanera Oeste de la ciudad capital, que llega barrio de Guadalupe; hacia el norte continúa la ribera natural, con grandes ondulaciones. Esta cuenca lacustre tiene una longitud norte-sur de 35 Km. La laguna de 92 Km<sup>2</sup> de superficie, es la más extensa del complejo y es alimentada en forma permanente por el arroyo Leyes y por el arroyo Potreros. Las descargas del sistema se vuelcan a la zona del puerto de Santa Fe y vuelven a conectarse con el Paraná por el riacho Santa Fe y el canal de acceso. Sobre la margen este de la laguna se encuentra la denominada Costanera Este.

#### **4.1 Aplicación al área denominada Costanera Este**

El área denominada Costanera Este se encuentra en la margen este de la Laguna Setúbal, se desarrolla desde el pilar este del puente Colgante (31° 38'25" S, 60° 40'45" O) hacia el norte. Comprende zonas que a la fecha se encuentran concesionadas para su explotación como centros de atracción turística y paradores; zonas de playa de acceso libre para la población, áreas de deportes de playa y pesca.

Sobre la mano este de la costanera se encuentra el campo de deportes de la Universidad del Litoral y la Asociación de Trabajadores del Estado; y la Reserva Ecológica de la UNL que, además de brindar la posibilidad de ser utilizada como área de esparcimiento por la población es área de estudio de diversas cátedras de la universidad.



**Figura 4.2 – Zona elegida para la aplicación del índice**

En la actualidad, además, se ha extendido a partir del extremo norte hacia el este, siguiendo el desarrollo del terraplén de defensa una zona que ha sido habilitada como área de recreo, pesca y nado, con la implementación de la seguridad correspondiente.

Sobre las zonas de recreación y playas habitualmente habilitadas se realizaron los muestreos correspondientes siguiendo las normativas de la Organización Mundial de la Salud, durante un período de once meses y en cada uno de ellos se evaluaron los parámetros requeridos en los indicadores descritos en el capítulo anterior.

Se calculó el componente ambiental y el componente turístico del índice como así también los indicadores que lo componen.

## **4.2 Componente Ambiental:**

### **4.2.1 Cálculo del Indicador de Calidad de agua Litoral**

#### **4.2.1.1 Método de Muestreo y Conservación de las muestras:**

En investigaciones acerca de la calidad del agua con objetivos recreacionales, el propósito del muestreo es obtener alícuotas que sean tan representativas como sea posible con respecto a las propiedades del área. Los muestreos deben ser realizados en general durante la época de mayor uso del área pero además es importante tener en cuenta si ocurre algún evento natural que se estime modifique su perfil.



**Figura 4.3 – Imagen del área de aplicación del índice**

Durante el desarrollo del estudio, los sitios elegidos para los muestreos fueron representativos de la calidad global del agua del área en estudio. En la selección de los mismos se tomó particular atención a las condiciones que podían llegar a modificar o producir variaciones en la calidad del agua del área; estas variaciones podían deberse a corrientes de descargas naturales o artificiales que podían modificar ciertas secciones del cuerpo de agua, como lluvias, velocidad y dirección de los vientos, entre otros motivos. Es importante considerar que en los grandes cuerpos de agua, la contribución de eventos locales se encuentra algo disminuida por los grandes volúmenes involucrados.

Los recipientes utilizados para las tomas de muestras y métodos de preservación de las mismas fueron los recomendados en el Standard Methods for the Examination of Water

and Wasterwater (1999). En todos los casos, los recipientes fueron mantenidos por la parte inferior de los mismos, sumergidos entre 15 y 30 cm debajo de la superficie del agua en la misma dirección del flujo, se aguardó que se desplazara el aire, que se llenara el recipiente y se procedió a cerrarlo debajo del agua.

Las muestras fueron mantenidas a un temperatura entre 1°C a 5°C hasta su llegada al laboratorio y posterior procesamiento de acuerdo a lo establecido en la anterior referencia.

Los resultados de los muestreos del agua en las zonas habilitadas para el baño pueden observarse en la tabla 4.1.



**Figura 4.4. – Áreas dedicadas a muestreo**

Costanera Este	Nitratos [mg/l NO <sub>3</sub> ]	Nitritos [mg/l NO <sub>2</sub> ]	Fosfatos [mg/l]	Hidroc.totales [mg/l]	Fenoles Totales [mg/l]	Coliformes termotolerantes MNP/100ml	pH	Turbidez [NTU]	Oxígeno Disuelto [mg/O <sub>2</sub> ]	Detergentes [mg/l]
Abril	2,10	<0,1	1,10	<0,3	<0.002	ausente	7,18	22,00	8,02	<0,3
Mayo	1,23	<0,1	1,20	<0,3	0,005	1,00	7,16	<b>80,00</b>	7,94	<0,3
Junio	1,79	<0,1	0,90	<0,3	0,002	1,00	7,31	<b>55,00</b>	8,38	<0,3
Julio	1,70	<0,1	0,77	<0,3	<0.002	1,00	7,41	<b>77,00</b>	9,50	<0,3
Agosto	1,90	<0,1	0,71	<0,3	<0.002	ausente	7,62	33,00	7,94	<0,3
Septiembre	1,12	<0,1	0,62	<0,3	<0.002	ausente	7,58	<b>57,00</b>	8,42	<0,3
Octubre	1,35	<0,1	0,57	<0,3	0,003	1,00	7,48	<b>75,00</b>	7,64	<0,3
Diciembre	1,50	<0,1	0,47	<0,3	0,004	3,00	7,28	45,00	6,97	<0,3
Enero	0,80	<0,1	0,46	<0,3	<0.002	3,00	7,76	<b>64,00</b>	8,15	<0,3
Febrero	2,10	<0,1	0,70	<0,3	<0.002	1,00	7,20	<b>52,00</b>	8,54	<0,3

**Tabla 4.1 – Resultados de los muestreos de aguas realizados en la zona de playa habilitada en la Costanera Este.**

De acuerdo a lo indicado anteriormente las variables que se tomaran como objetivo serán las siguientes:

Hidrocarburos totales	<0,3mg/l
Fenoles totales	<0,005mg/l
Coliformes termotolerantes	<126 NMP/100ml
Nitratos	<10mg/l
Nitritos	<1mg/l
Fosfatos	<5mg/l
Detergentes	<0,3mg/l
Oxígeno disuelto	80-100 %Sat.
pH	6 – 9 pH
Turbidez	<50

Aplicando los datos de las tablas anteriores al indicador desarrollado en el capítulo 3:

$$IAL = 100 - \left[ \frac{\sqrt{(F1^2 + F2^2 + F3^2)}}{1.732} \right]$$

Cálculo de F1:

El número de variables que no se alcanzan el objetivo en este caso es 1, el número de variables analizadas es 10.

$$F1 = (1/10) \times 100 = 10$$

Cálculo de F2:

El número de ensayos que no alcanzan el objetivo es de 7, el número total de ensayos realizados es de 100.

$$F2 = (7/100) \times 100 = 7$$

Cálculo de F3:

Excursión y su suma normalizada:

$$E 1: (80/50) - 1 = 0,6$$

$$E 2: (55/50) - 1 = 0,1$$

$$E 3: (77/50) - 1 = 0,54$$

$$E 4: (57/50) - 1 = 0,14$$

$$E 5: (75/50) - 1 = 0,15$$

$$E 6: (64/50) - 1 = 0,28$$

$$E 7: (52/50) - 1 = 0,104$$

$$Nse = \{(0,6 + 0,1 + 0,54 + 0,14 + 0,15 + 0,28 + 0,104)/100\} = 0,019$$

$$F3 = 0,019 / 0,01(0,019) + 0,01 = \mathbf{1,86}$$

$$IAL = 100 - \{\sqrt{[(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2]} / 1,732\}$$

$$IAL = \mathbf{92.3}$$

Para el cálculo del índice general se utilizaría el valor referido a la unidad: **0,92**

## **4.2.2 Cálculo del indicador de Calidad de arena de Playas**

### **4.2.2.1 Residuos sólidos**

Para la evaluación del presente parámetro se debe encontrar el punto de acceso a la playa, en lo posible el principal si existen varios, seleccionar puntos aproximadamente a 50m hacia ambos lados y considerar la totalidad del ancho de la playa, contar el número de basuras dentro de esta área considerando las distintas categorías detalladas, marcar en la celdas asociadas el número contado, multiplicando la cantidad por el  $\delta$  correspondiente. Se tomará como categoría estética de la playa la que corresponda al mayor valor numérico hallado y se integrará este número, previa su normalización, al cálculo del indicador de calidad de arena de

playas. La tabla 4.2 será la que se utilizará para la categorización del área de acuerdo a la basura recolectada.



**Figura 4.5 – Ejemplos de la diversidad de basura encontrada en el área de muestreo**

		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Categoría</i>	<i>Tipo de basura que se incluye</i>	<i>entre 1-2</i>	<i>entre 2,01-3</i>	<i>entre 3,01-4</i>	<i>entre 4,01-5</i>
Desechos relacionados con efluentes cloacales	General (condones , tapones, toallas higiénicas, pañales descartable	0	1-5 ( <i>δ 0,25</i> )	6-14( <i>δ 0,143</i> )	>15
	Q-tips	0-9 ( <i>δ 0,125</i> )	10-49 ( <i>δ 0,0263</i> )	50-99 ( <i>δ 0,02083</i> )	>100
Basura de gran tamaño	sillas, trozos de cocinas, muebles, etc.	0	1-5 ( <i>δ 0,25</i> )	6-14 ( <i>δ 0,143</i> )	>15
Basura general	latas de refrescos, botellas de agua, etc.	0-49 ( <i>δ 0,02083</i> )	50-499 ( <i>δ 0,000069</i> )	500-999 ( <i>δ 0,002008</i> )	>1000
Basura peligrosa	Vidrios rotos	0	1-5 ( <i>δ 0,25</i> )	6-24 ( <i>δ 0,0588</i> )	>25
	Jeringas, agujas, etc.	0	1-4 ( <i>δ 0,50</i> )	5-9 ( <i>δ 0,333</i> )	>10
Heces animales		0	1-5 ( <i>δ 0,25</i> )	6-24 ( <i>δ 0,0588</i> )	>25

**Tabla 4.2 - Tabla desarrollada para la categorización del área de acuerdo a la basura recolectada**

Los valores que se obtuvieron en los diez muestreos realizados de acuerdo a la cantidad de elementos encontrados en las diferentes excursiones realizadas fueron:

Abril: 3,82

Septiembre: 3,29

Mayo: 3,64

Octubre: 3,35

Junio: 4,16

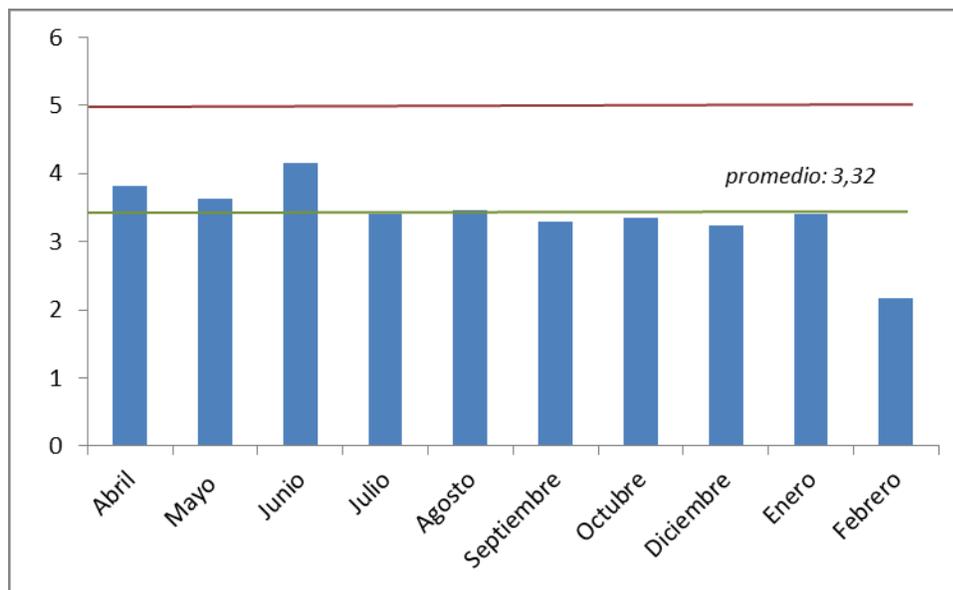
Diciembre: 3,23

Julio: 3,41

Enero: 3,41

Agosto: 3,47

Febrero: 2,1



En el caso de evaluarse varios muestreos se realiza el promedio de los valores obtenidos como forma de considerar las distintas situaciones en la que se ha encontrado el área en estudio.

En este caso el promedio de los datos sería 3,32. Para normalizarlo se divide por 5, que es el valor que indicaría la peor calidad estética y de seguridad con respecto a la basura y se resta de la unidad.

$$Rs = 1 - (3,32/5) = 0,44$$

#### **4.2.2.2. Coliformes termotolerantes en Arena de Playa**

##### **4.2.2.2.1 Método de muestreo y conservación de las muestras**

Se ubicaron los puntos de muestreo en las el área de uso activo de la playa indicado para recreación y deportes. Se realizó un hoyo de 15 cm de diámetro y 10 cm de profundidad. La arena extraída se colocó en un recipiente estéril de hasta que estuvo completamente lleno, se tapó y se guardó en la conservadora.

##### **4.2.2.2.2 Resultados obtenidos**

Debido a la presencia de heces de animales domésticos, se encontraron diversas cantidades de UFC (unidades formadoras de colonias termotolerantes) en la zona estudiada durante los muestreos realizados en áreas aledañas a las mismas.

Los valores hallados, expresados como UFC/100gr de arena, fueron:

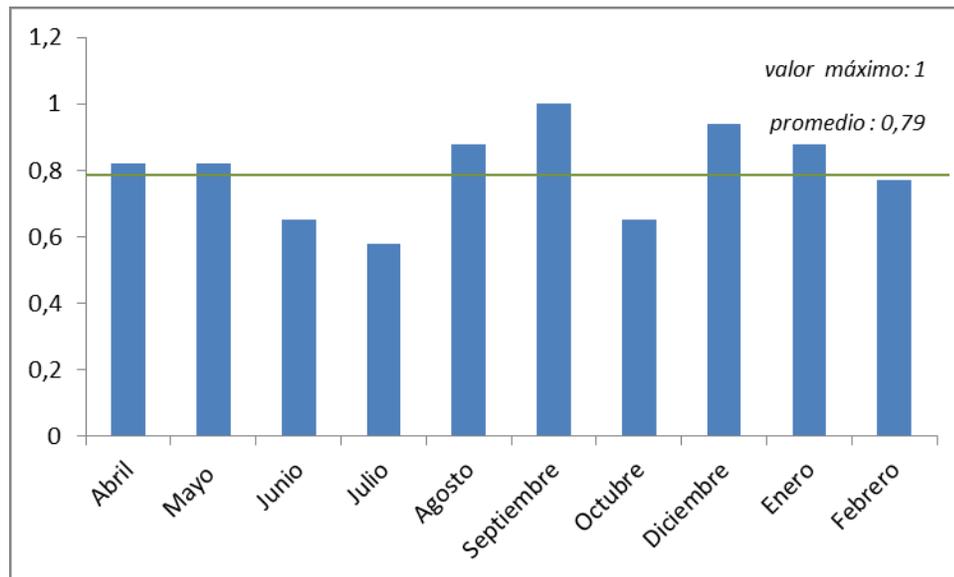
Abril: 36	Septiembre: ---
Mayo: 38	Octubre: 71
Junio: 69	Diciembre: 11
Julio: 84	Enero: 23
Agosto: 24	Febrero: 46

De acuerdo con estos valores y teniendo la referencia citada anteriormente, el valor normalizado del indicador de calidad de Coliformes termotolerantes en arena será:

1- (valor hallado/valor de referencia)

Abril: 0,82	Septiembre: 1
Mayo: 0,82	Octubre: 0,65
Junio: 0,65	Diciembre: 0,94
Julio: 0,58	Enero: 0,88
Agosto: 0,88	Febrero: 0,77

El promedio en los once meses estudiados fue de **0,79**.



#### 4.2.2.3. Olores Desagradables en Arena de Playa

Se realizaron encuestas de acuerdo con las tablas de la resolución 201/04 en días de afluencia de público a la zona de estudio durante los once meses en los cuales se efectuaron los muestreos de agua y arena. Sobre 220 grupos de personas consultadas no se detectaron presencia de olores de intensidad que produzcan algún grado de irritación o disconformidad.

En el presente caso,

$$\text{Ods} = 1 - (\text{promedio resultado de encuesta}/5) = 1 - (0,01/5) = 0,998$$

A partir del cálculo de estos tres parámetros; el indicador de calidad de arena de playas obtenido sería:

$$\text{IAP} = (0,45 \text{ Rs}) + (0,35 \text{ Cf}) + (0,2 \text{ Ods}) = \mathbf{0,674}$$

#### 4.2.2 Indicador de Radiaciones Electromagnéticas

De acuerdo a los mapas publicados por el IFIR (Instituto de Física Rosario), para los meses en estudio, los valores de radiación UV se encontraron en el rango indicado en la Tabla 4.3:

<i>Mes</i>	<i>ISUV – ISUVn</i>	<i>ISUV – ISUVn</i>
Enero	Extremo	16
Febrero	Muy alto	14
Marzo	Muy alto	12
Abril	Alto	9
Mayo	Moderado	6/7
Junio	Bajo	4/5
Julio	Bajo	4/5
Agosto	Moderado	6/7
Septiembre	Alto	9
Octubre	Muy alto	11
Noviembre	Muy alto	13
Diciembre	Extremo	16

**Tabla 4.3 Valores promedios de radiación electromagnética**

Estos valores deberían ser tenidos seriamente en cuenta por la población, además de la posibilidad de integrarlos al indicador correspondiente realizando su normalización y promedio.

El valor normalizado del indicador, tomando como mayor valor esperable del ISUV-ISUVn 16 y el valor objetivo óptimo fijado de ISUV-ISUVn 4 para los meses evaluados será:

$$IRE = 1 - ((\text{max. Valor histórico reportado} - \text{objetivo}) / \text{max. Valor histórico reportado})$$

Abril: 0,69

Octubre: 0,56

Mayo: 0,84

Noviembre: 0,44

Junio: 0,97

Diciembre: 0,25

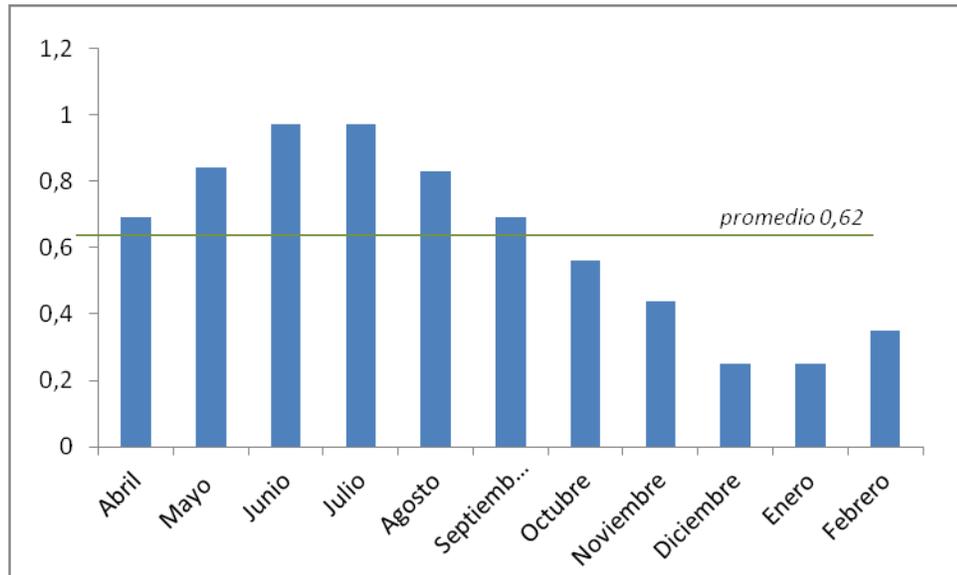
Julio: 0,97

Enero: 0,25

Agosto: 0,83

Febrero: 0,35

Septiembre: 0.69



El promedio será para este indicador fue:

$$IRE = 0,62$$

### 4.3 COMPONENTE TURÍSTICO

#### 4.3.1 Indicador de Carga Turística

En el presente trabajo, tal como se explicó previamente, se efectuará a manera de ejemplo únicamente el cálculo de la capacidad de carga física. El valor obtenido por este parámetro da una información parcial de la carga del área, la cual será complementada con las interacciones con otros parámetros.

Los datos recabados durante los muestreos fueron los siguientes (Tabla 4.4):

	<i>Usuarios</i>	<i>Vendedores</i>	<i>Autoridades</i>
<i>Abril</i>	900	9	----
<i>Mayo</i>	860	6	----
<i>Junio</i>	500	7	----

<i>Julio</i>	740	8	----
<i>Agosto</i>	400	6	----
<i>Septiembre</i>	600	9	----
<i>Octubre</i>	780	7	----
<i>Diciembre</i>	1080	12	5
<i>Enero</i>	1600	10	5
<i>Febrero</i>	1400	9	5

**Tabla 4.4 Personas contabilizadas en el área tomada como ejemplo**

$$CT = (Am \times 101.01) / [(T \times 100) + (V \times 10) + (A \times 1)]$$

Donde:

CT: Carga en el área de medición (m<sup>2</sup> / visitante)

Am: Área de la franja de medición (m<sup>2</sup>)

T: Número de usuarios en el área de medición

V: Número de vendedores en el área de medición

A: Número de autoridades en el área de medición

Los valores de usuarios, vendedores y autoridad será la media de los conteos realizados por franja de medición, la cual se tomó como una alícuota del área correspondiente a la antigua Costanera Este de 6000 m<sup>2</sup> (200 m de largo por 30 m de ancho promedio de zona de esparcimiento). Para considerar ésta porción de área de trabajo se evaluó que, de una superficie total de 45000 m<sup>2</sup>, la mitad aproximadamente está dedicada a la circulación y estacionamiento de vehículos, lo que nos daría un frente a la laguna hacia el oeste de 1000 m y un ancho de área de esparcimiento de 45 m, promedio. Este último varía constantemente debido a las modificaciones en el nivel de la laguna.

Los valores encontrados para los meses estudiados fueron:

abril	6,73	septiembre	10,09
mayo	7,05	octubre	7,77
junio	12,12	diciembre	5,61
julio	8,19	enero	3,79
agosto	15,14	febrero	4,33

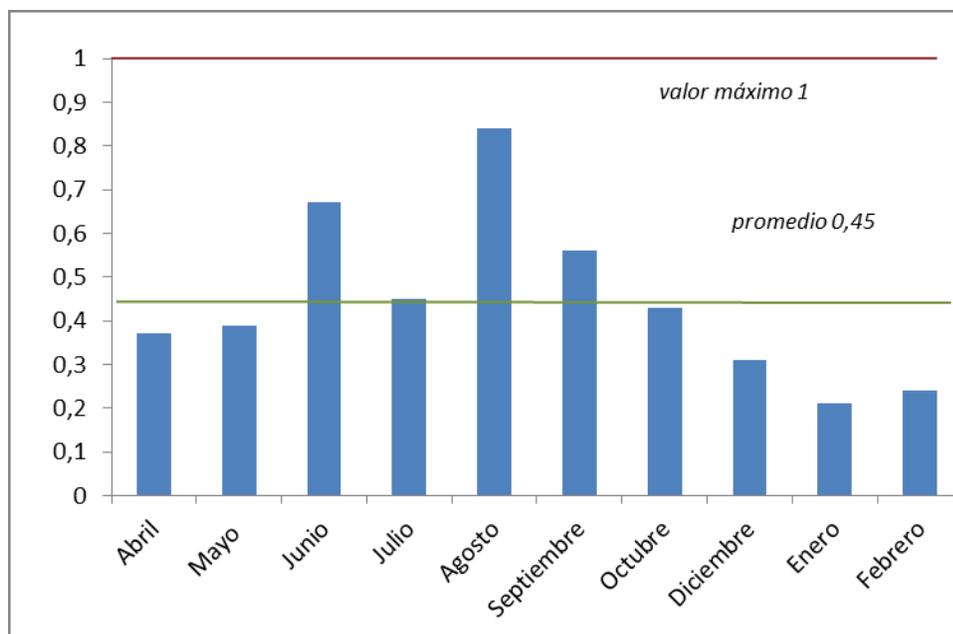
El promedio para los meses estudiados fue de **CT = 8,03 m<sup>2</sup>/visitante**

Normalizando el valor para integrarlo al cálculo del indicador considerando, tal como se explicó con anterioridad un valor óptimo de 18 m<sup>2</sup>/visitante, se obtuvo para los meses estudiados:

$$CT = 1 - ((18 - \text{Valor hallado [m}^2/\text{visitante]}) / 18)$$

abril	0,37	septiembre	0,56
mayo	0,39	octubre	0,43
junio	0,67	diciembre	0,31
julio	0,45	enero	0,21
agosto	0,84	febrero	0,24

Y un promedio anual de **0,45**



### 4.3.2 Indicador de Control Institucional

#### 4.3.2.1 Vendedores que cumplen con las normas

Haciendo una evaluación de las normativas vigentes con respecto a la presencia de vendedores ambulantes se encontró que la misma es escasa y la que se dispone es poco clara por lo cual no ha sido posible integrar un valor cierto de este parámetro al cálculo del índice general.

Para la cuantificación de este parámetro se debería realizar una encuesta entre los vendedores ambulantes que se encuentran en la zona evaluada. Calificar quien cumple con la legislación municipal para vendedores ambulantes. Establecer con respecto a la unidad la cantidad relativa de cumplimiento o incumplimiento de las normas.

Se observó un desconocimiento general de las normativas al respecto y una falta de control por parte de las autoridades del cumplimiento de las mismas.

La relación=  $1 - \frac{\text{Vendedores que cumplen con las normas y/o requerimientos}}{\text{Total de vendedores encuestados}}$

Nos daría el valor del parámetro a incorporar en el indicador de control institucional.

#### 4.3.2.2. Uso eficiente de las zonas

Habiendo revisado las resoluciones municipales vigentes, no se encontraron normas específicas con respecto al uso de las zonas públicas de recreación, sólo se observó en algunas oportunidades cartelera que marcaba las contravenciones, por esto, se realizó la cuantificación de las contravenciones teniendo como referencia las indicadas en el listado siguiente:

1. Ingreso de vehículos a zonas no autorizadas
2. Ingreso de animales
3. Ruidos por encima de 70dB
4. Arrojar basura o elementos corto punzantes
5. Nadar en sitios prohibidos
6. Realizar deportes náuticos en zonas autorizadas sólo para baño

En la Tabla 4.5 se muestra la totalidad de contravenciones detectadas durante los muestreos:

	1	2	3	4	5	6
<b>Abril</b>	--	8	1	3	--	--
<b>Mayo</b>	--	4	--	--	--	--
<b>Junio</b>	--	3	--	--	--	--
<b>Julio</b>	--	5	--	1	--	--
<b>Agosto</b>	--	2	--	--	--	--
<b>Septiembre</b>	--	4	--	--	--	--
<b>Octubre</b>	--	--	--	--	--	--
<b>Diciembre</b>	--	--	--	4	2	3
<b>Enero</b>	--	--	--	2	5	1
<b>Febrero</b>	--	--	--	1	4	2
<i>Media de contravenciones/mes por ítem analizado</i>	--	2,4	0,09	1	1	0,5

**Tabla 4.5: Contravenciones detectadas durante los muestreos.**

Para una adecuada evaluación del parámetro y su integración al indicador, se deberían sumar las contravenciones presentadas en cada zona, posteriormente sumar el total de las contravenciones en la franja de medición. Hallar la media del número de contravenciones de todas las franjas de medición, el valor obtenido sería el número de contravenciones a la zona total en evaluación por franja de medición.

Cabe aclarar que los relevamientos fueron realizados una sola vez por mes a manera de ejemplo en una sola franja de medición y, para que los mismos fueran más representativos sería conveniente realizarlos al menos todos los fines de semana fuera de temporada estival y, durante un mes seguido en la misma en varias franjas de medición.

#### **4.4 CÁLCULO DE INDICE GENERAL**

Tomando los valores promedios hallados se calculó el índice general de manera demostrativa utilizando las expresiones:

$$\mathbf{ÍNDICE GENERAL = 0,8 MA + 0,2 TU}$$

$$MA = 0,5 IAL + 0,3 IAP + 0,2 IRE$$

$$MA = (0,5 \times 0,92) + (0,3 \times 0,67) + (0,2 \times 0,62) = 0,78$$

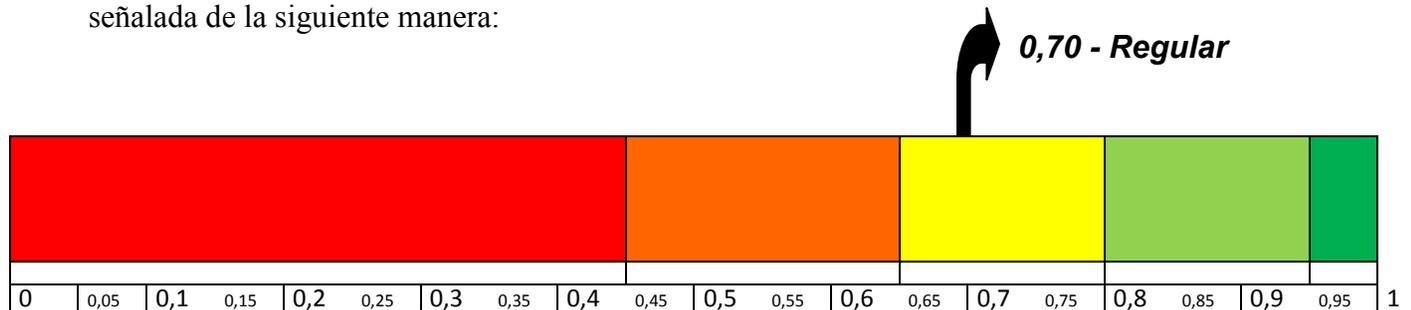
$$TU = 0,6 CT + 0,4 CI$$

$$TU = (0,6 \times 0,45) + (0,4 \times 0,25) = 0,37$$

$$\mathbf{ÍNDICE GENERAL = (0,8 \times 0,78) + (0,2 \times 0,37) = 0,70}$$

#### 4.4.1 Categorización del área evaluada

De acuerdo a la carta de colores presentada oportunamente el área evaluada debería estar señalada de la siguiente manera:



#### **Análisis de los resultados obtenidos:**

$$IAL = 0.92$$

Indica una calidad adecuada del agua para la realización de actividades recreativas, y observando el parámetro que hace que disminuya la calidad se ve que sencillamente puede ser mejorable el resultado.

$$IAP = 0.67$$

De los tres parámetros que componen el indicador, el que va en mayor detrimento de la calidad de la zona de recreación es el de residuos sólidos. Adecuadas campañas de concientización deberían ayudar a mejorarlo.

$$IRE = 0.62$$

La radiaciones no son modificables por nos usuarios ni por los gestores, pero si puede ser altamente importante la realización de campañas de concientización en particular de las personas jóvenes quienes en general piensan que no son afectadas por las altas radiaciones.

$$CT = 0.45$$

El bajo valor obtenido para éste indicador muestra una sobredemanda del área por parte de los usuarios, quizás sería importante buscar la posibilidad de ampliar el área, expandirla si es posible, y además promocionar y adecuar otras áreas para el uso recreacional.

CI = 0.37

Las infracciones detectadas muestran la falta de indicaciones adecuadas a partir de cartelería u otro método de comunicación de las normas establecidas si es que las hubiera, sino la implementación de las mismas y la capacitación del personal responsable mediante talleres / seminarios para lograr su cumplimiento, tanto en lo que respecta a los vendedores de zona como al uso por parte de las personas.

## **Conclusiones:**

- La trascendencia social y económica de las zonas de recreación públicas ha llevado a un punto de inflexión en la forma de gestionar estos espacios de gran importancia ambiental.

Las zonas costeras conforman un sistema multidimensional que incluye otros subsistemas que interactúan entre sí: el físico-natural, el socio-cultural y el de gestión.

Así pues, resulta imperativo el establecimiento de un sistema de gestión ambiental de estas áreas de uso intensivo que permita mantener los beneficios económicos y sociales a largo plazo.

- En este contexto, los modelos de gestión desarrollados en este trabajo pueden ser herramientas valiosas para los destinos recreativos costeros. La aplicación de estos modelos de indicadores e índice, pueden perfectamente integrarse unos con otros, y suponen el inicio de una gestión racional de los usos de áreas públicas, con la finalidad de satisfacer a todas las partes interesadas: visitantes, población local, medio ambiente y generaciones futuras.
- Los indicadores propuestos proveen un amplio panorama de aspectos ambientales, para ayudar a relevar las tendencias y llamar la atención sobre fenómenos o cambios en las variables que requieren futuros análisis y posibles acciones. Los indicadores han sido planteados como una herramienta para evaluación y para interpretaciones científicas de políticas orientadas. Además necesitan ser complementados con otra información cualitativa, particularmente para interpretar fuerzas motrices detrás de los cambios de valores de indicadores, aspecto clave para una valoración de los resultados obtenidos.

- Los modelos se han aplicado a un caso ejemplo, que ha puesto en evidencia la falencia existente con respecto a las normativas para el control institucional del uso y manejo de éstas zonas. No se encontraron normas con respecto al uso por parte de la población de las distintas áreas, sólo se evidenció algo de cartelería indicativa de distintas restricciones, además no hay normativas claras aplicables a los vendedores ambulantes.
- El modelo tiene en cuenta el impacto de los vendedores, que son las personas encargadas de atender a los visitantes y a la vez de mantener en buenas condiciones su lugar de trabajo. De no tener en cuenta su impacto se estaría dejando de lado un grupo que afecta de manera notable el medio y que siempre estará presente en las áreas públicas. El área de gobierno encargada de las zonas de recreación debe implementar el registro, normas para la realización de ventas ambulantes, establecimiento de parámetros, y control de todas las personas involucradas en la gestión.
- El estudio de caso demuestra la gran utilidad del modelo propuesto para la gestión de áreas de recreación pública debido a su fácil implementación, permitiendo detectar claramente los inconvenientes que se producen en el manejo de las mismas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Agencia Catalana del Agua. (Año) *Índices de Calidad del Agua*. Revista Ambientum.  
<http://mediambient.gencat.net/aca/es/agencia/inici.jsp>

American Public Health Association, AWWA (American Water Works Association), Water Environment Federation, (1999) *Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater* , L S. Clescerl , A. E. Greenberg and A. D. Eaton, 20th Ed.

Berg, G. y Metcalf, T.G. (1978) *Indicators of viruses in waters*. En: *Indicators of viruses in Water and Food* (Ed.: Berg, G.) Ann Arbor Science Publisher, Inc., Ann Arbor, Estados Unidos, p. 267-296.

Brown, R.M.; McClelland, N.I.; Deininger, R.A. y Tozer, R.G. (1970) *A water quality index do we dare?*. Water Sewage works. Octubre: 339-343.

Chamberlin, C.E. y Mitchell, R. (1978) *A decay model for Enteric Bacteria in Natural Waters*. En: *Water Pollution Microbiology*. (Ed.: Mitchell, R.) John Wiley and Sons, New York, Estados Unidos, Vol. 2, p. 325.

Cabelli, V.J. (1983). *Health Effects Criteria for Marine Recreational Waters*. U.S. Environmental Protection Agency Report. EPA – 600/1 – 80 – 031.

Cifuentes, M. (1992) *Determinación de Capacidad Turística en Áreas protegidas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.  
<http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/23/23388/articulocifuentes.pdf>

Cifuentes, M.; Mesquita, C.; Méndez, J.; Morales, M.; Aguilar, N.; Cancino, D.; Gallo, M.; Jolón, M.; Ramírez, C.; Ribero, N.; Sandoval, E. y Turcios, M. (1999) *Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica: WWF Centroamérica–CATIE.  
[http://wwf.panda.org/es/sala\\_redaccion/publicaciones](http://wwf.panda.org/es/sala_redaccion/publicaciones)

Comunidad Económica Europea (CEE) - Directiva del Consejo – 08/12//1975 – Relativa a la calidad de aguas de baño – (76/160/CEE) (DO L 31 de 5.2.1976, p.1)

Dinius, S.H. (1972) *Social accounting system for evaluating water*. Water Resources Research 8: 1159-1177.

Dinius, S.H. (1987) *Design of an index of water quality*. Water Resources Bulletin 23: 833-843.

Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente (1996) *Indicadores Ambientales: Una propuesta para España*. TAU consultores, “Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental en el Ámbito Nacional – Avances y Perspectivas” [http://www.minambiente.gov.co/sisa/capitulos\\_1\\_4/cap\\_2/cap2a.htm](http://www.minambiente.gov.co/sisa/capitulos_1_4/cap_2/cap2a.htm)

Dufour, A.P. y Lupo L.B. (1977) *A membrane Filter Method for Enumerating Klebsiella Species*. Abst. Ann. Meet. Am. Soc. Microbiol. p. 262.

Dufour, A.P. (1984) *Health Effects Criteria for Fresh Recreational Waters*. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 600/1 – 84/004.

Dufour, A.P.; Strickland E.R. y Cabelli V.J. (1981) *Membrane Filter method for Enumerating Escherichia coli*. Applied and Environmental Microbiology 41:1152.

Environmental Agency - National Aquatic Litter Group (EA/NALG) (2000) Protocol Assessment of Aesthetic quality of Coastal and Bathing Beaches, Monitoring Protocol and Classification Scheme, UK Environmental Agency.

Environmental Protection Agency (EPA) (1986) *Ambient Water Quality Criteria for Bacteria* – EPA 440-5-84002.

Environmental Protection Agency (EPA) (1992) *Dermal exposure assessment: principles and applications*. Informe interino. EPA/600/8-91/011 B.

Environmental Protection Agency (EPA) (2002) *Environmental Indicators Initiative*.  
<http://www.epa.gov/indicators/>

Edwards, F. (1988) *The pattern and impact of tourism on the environment of the Caribbean*. En: *Environmentally sound tourism in the Caribbean-Resource management programs* (Ed.: Edwards, F.) University of Calgary Press, Calgary, Canada.

Frain-Bell, W. (1977) *Solar radiation: short and long term effects*. Practitioner 219: 188-192.

Guidelines for Canadian Recreational Water Quality (1992) Minister of Supply and Services Canada 1992 Canadian Government Publishing Centre Supply and Services Canada, Ottawa, Canada K1A 0S9.

Holder, J.S. (1988) *The pattern and impact of tourism on the environment of the Caribbean*. Tourism Management 9: 119-127.

Holman, C.D. y Armstrong, B.K. (1984) *Cutaneous malignant melanoma and indicators of total accumulated exposure to the sun: an analysis separating histogenic types*. Journal of the National Cancer Institute 73:75-82.

Horton, R.K. (1965) *An index number system for rating water quality*. Journal of Water Pollution Control Federation 37: 300-306.

Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, Estocolmo (Suecia), 5 a 16 de junio de 1972 - Naciones Unidas, S.73.II.A.14, cap. I.

Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro (Brasil), 3 a 14 de junio de 1992 - Naciones Unidas, S.93.I.8, vols. I a III

García Hernández, M. (2003) *Turismo y conjuntos monumentales*. Editorial Tirant Lo Blanch, Valencia, España.

Informe de la Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo, Monterrey (México), 18 a 22 de marzo de 2002 - Naciones Unidas, S.02.II.A.7, cap. I, resolución 1, anexo.

Landwehr, J.M.; Deinin, R.A.; McClelland, N.I. y Brown, R.M. (1974) *An objective water quality index*. Journal of the Water Pollution Control Federation 46: 1804-1807.

Levin, M.A.; Fischer, J.R. y Cabelli, V.J. (1975) *Membrane Filter technique for Enumeration of Enterococci en Marine Waters*. Applied Microbiology 30: 66-71.

Mance, G.; Brown, V.M. y Yates, J. (1984) *Proposed environmental quality standards for List II substances in water*. Water Research Centre, Technical Report TR210

Marks, R. (1990) *Prevention of skin cancer: being sunsmart in the 1990s*. Journal of Dermatological Treatment 1: 271 – 274.

Mateo, M.R. (1999) *Planificación ambiental oceánica*. Medio Ambiente & Derecho: Revista electrónica de derecho ambiental, Número 2.

Meadows, D., Meadows, D. y Randers J. (1994) *Más allá de los límites del crecimiento*, Ediciones El País S.A./Aguilar S.A. de Ediciones, Madrid, España.

Minister of Supply and Services Canada (1992) *Guidelines for Canadian Recreational Water Quality* Canadian Government Publishing Centre Supply and Services Canada, Ottawa, Canada K1A 0S9

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (1993) *Core set of Indicators for environmental performance reviews*. Environmental Monographs N°83

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (1993) *Coastal Zone Management: Selected Case Studies*. Journal of Water and Environmental Management OCDE, París. Journal of Water and Environmental Management, 3:13-18.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (1990) *Potential health effects of climatic change*. Informe de un grupo de trabajo de la OMS. pub. OMS, Ginebra, Suiza WHO/PEP90.10:58 pp

Organización Mundial de la Salud (OMS) (1993) *Guidelines for Drinking-Water Quality, 2nd edition*. OMS, Ginebra, Suiza.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (1994a) *The effects of solar UV radiation on the eye*. Reporte de una consulta informal. OMS, Ginebra, Suiza.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (1994b) *Ultraviolet radiation. Environmental Health Criteria N° 160*; pub. OMS, Ginebra, Suiza.

Organización Mundial del Turismo (OMT) (2005) *Tourism's Potential as a Sustainable Development Strategy*. Madrid, España.

Ott, W.R. (1978) *Environmental Indexes: Theory and Practice*. (Ed.: Ann Arbor Science) Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos.

Prati, L.; Pavanello, R.; Pesarin, F. (1971). Assessment of surface water quality by single index of pollution. *Water Research* 5: 741-751.

Programa EcoPlata (1997) - *Apoyo a la gestión integrada de la zona costera uruguaya*. Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medioambiente, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Ministerio de Defensa y Universidad de la República. <http://www.ecoplata.org>

Rocchini, R. y Swain, L.G. (1995) *The British Columbia Water Quality Index*. Water Quality Branch, Environmental Protection Department, British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks, Canada no?.

Roig i Munar, F.X. (Año) *Análisis de la Capacidad de Carga de los espacios litorales, calas y playas situados en áreas naturales de especial interés de la isla Menorca*. En:

*Turismo y transformaciones urbanas en el siglo XXI.* (Ed.: Fernández Gutiérrez et al) Universidad de Almería p. 325-236.

Rapport, D. J. y Friend, A. M. (1979) *Towards a Comprehensive Framework for Environmental Statistics: A Stress-Response Approach* Statistics Canada. Office of the Senior Advisor on Integration. Publisher's no. Catalogue 11-510.

Suarez, G.; Romero, T. y Perigó, E. *Índice de contaminación para investigaciones ecológico pesqueras (ICIEP)*. VI Congreso de Ciencias del Mar. La Habana, Cuba, 1 al 5 de Diciembre de 2003.

Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación – Argentina (2003) *Desarrollos de niveles guías nacionales de calidad de agua ambiente correspondientes a Escherichia Coli/Enterococos.*

Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación - Argentina (2003) *Desarrollos de niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente correspondientes a Nitritos y Nitratos.*

Truhan, A.P. (1991). Sun protection in childhood. *Clinical Pediatrics* 30: 676-681.

UNESCO (2003) *A Reference Guide on the Use of Indicators for integrated Coastal Management* – ICAM Dossier 1, IOC Manuals and Guides N° 45

United Nations System (1998) *Wide Earthwatch Current Status of Indicator Work.*  
<http://www.un.org/earthwatch/indicators/index.html>