

Ushuaia, 10 de junio de 2024

**A la Presidenta del Honorable Concejo Deliberante de la ciudad de Ushuaia**

**Dra. Gabriela Muñoz Siccardi**

**Al Presidente de la comisión de Calidad de Vida y Turismo**

**Sr. Nicolás Pelloli**

**A la Presidenta de la Comisión de Información y Debate Ciudadano**

**Sra. Analía Escalante**

**A Todos los Bloques legislativos del Concejo Deliberante**

**S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D:**

CONCEJO DELIBERANTE USHUAIA MESA DE ENTRADA LEGISLATIVA ASUNTOS INGRESADOS	
Fecha:	10 JUN. 2024 Hs. 11:19
Numero:	522 Fojas: 19
Expe. N°	
Girado:	
Recibido:	JEREZ Dalana Arden Legislación

Me dirijo a ustedes, en calidad de profesional de la Física Médica y Bioingeniería, para presentar, justificar y manifestar mi postura sobre el dictámen por la Comisión de Calidad de Vida y Turismo: "asunto 6/2024 Proyecto de ordenanza referente a derogar en todos sus términos la Ordenanza Municipal N.º6317" tratado, según lo informado el 4 de junio de 2024, en la "Comisión de Información y Debate Ciudadano".

La Ordenanza Municipal N.º 6317 sancionada el 6 de diciembre de 2023, la cual trata sobre la tecnología 5G y toda tecnología de transmisión de datos de generaciones subsiguientes, tiene como principio rector el "principio precautorio en materia de salud y ambiental". Esto se entiende como una postura, por parte de muchos ciudadanos, en la cual se pretende cuidar un ecosistema completo, solicitando que las tecnologías sean empleadas de manera segura y que se demuestren los niveles inocuos y/o dañinos, tal como se ha demostrado en el uso de las radiaciones ionizantes, estableciendo límites y controlando las fuentes de generación de radiaciones. Esta postura no debe entenderse como un rechazo al avance y utilización de las tecnologías ya que son parte del desarrollo de la humanidad.

Con la intención de presentar brevemente conceptos, para abordar el tema en cuestión y establecer un lenguaje común para las partes, es que presento los siguientes puntos, de los cuales será un gusto poder tratar y participar junto a otros especialistas con vuestro Honorable Concejo, si así lo desean, para abordar científicamente como corresponde la temática y poder luego debatir sobre esto:

- A. Las radiaciones electromagnéticas son la combinación de campos magnéticos y eléctricos que se propagan por el espacio transportando energía;

- B. Las Radiaciones No Ionizantes (RNI) son las radiaciones electromagnéticas que se encuentran en el espectro por debajo de las radiaciones ionizantes (ejemplos de radiaciones ionizantes, RI, con los rayos x, rayos gamma, etc.);
- C. Las RNI forman un espectro, es decir, un abanico de ondas que se diferencian unas de otras por la frecuencia de oscilación que poseen;
- D. Las RNI de un determinado espectro se emplean en, por ejemplo, tratamientos terapéuticos (fisioterapia, regeneración tisular, etc.), es decir, tienen efectos directos en el ser humano. Otro rango de RNI es formado por la radiación ultravioleta (UV), como la del sol, que puede causar cáncer de piel. También se encuadran las ondas de los resonadores magnéticos nucleares, ultrasonidos, etc. Hay varios ejemplos de RNI, y como podemos todos atestiguar, tienen efectos sobre el ser humano, y su utilización es inocua o dañina a partir de determinados límites de dosis;
- E. Por otra parte, las RI tienen efectos en la salud muy conocidos, tan conocidos que se han determinado mundialmente los límites de exposición a dichas radiaciones que son capaces de causar daños irreversibles en los tejidos biológicos debido a la transferencia de energía, tanto de forma determinística como estocástica;
- F. Se conocen actualmente muchos efectos nocivos para la salud por parte de las RNI (y muchos trabajos científicos que lo sustentan) que se pueden encuadrar en determinísticos y a muy bajas dosis. Entre los efectos nocivos de la exposición a RNI, resultado de la energía que imparten a los tejidos, se conocen; daños al ADN celular; alteración del metabolismo celular; aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica con posterior daño neuronal; reducción de melatonina; alteración del metabolismo de la glucosa en el cerebro; etc.

Debido a que el tema de las radiaciones no ionizantes no es un tema que pueda tratarse superflamente, considero que es importante conformar una comisión dedicada o un equipo interdisciplinario de profesionales que trabaje en los pilares de la protección radiológica, los Principios de *Justificación* (Cualquier decisión que altera la situación de exposición a la radiación debería ocasionar más beneficio que daño), *Optimización* (La probabilidad de una exposición, el número de personas expuestas y la magnitud de sus dosis individuales deberían ser mantenidas tan bajas como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales) y *Limitación* (La dosis total a todo individuo debida a fuentes controladas en situaciones de exposición planificada, sin tener en cuenta la exposición médica a los pacien- tes, no

debería exceder los límites apropiados especificados por la Comisión). Es importante tener en cuenta que el objetivo fundamental de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (de la siglas en inglés ICRP) es contribuir al nivel adecuado de protección de las personas y del medio ambiente, de los efectos perjudiciales de la exposición a la radiación sin limitar indebidamente las acciones humanas beneficiosas que pueden estar asociadas a tal exposición. El objetivo mencionado se persigue no sólo basándose en el conocimiento científico sobre la exposición a la radiación y sus efectos sobre la salud, sino también creando y utilizando un modelo para proteger de la radiación a los seres humanos y al medio ambiente.

Es importante que los organismos Nacionales, Provinciales y Municipales, así como todos bloques políticos deben trabajar para asegurar la protección y seguridad de la población, implementando programas de protección y seguridad que sean proporcionales a los riesgos asociados a la exposición a las RNI, que velen por el cumplimiento de normas, reglas y reglamentos pertinentes y que, en caso de no existir acuerdos globales, se comprometan a trabajar en el establecimiento de criterios científicamente fundados para tomar decisiones correctas. No debe quedar todo liberado a la decisión de las empresas cegadas en el beneficio lucrativo sin medir las consecuencias ya demostradas en la implementación deliberada de tecnologías.

La Comisión Internacional sobre Protección de Radiación No Ionizante (siglas en inglés "ICNIRP") es el organismo internacional reconocido en la materia de protección contra radiaciones no ionizantes, y es el que emitió y actualizó en el año 2020 la normativa "Principios para la protección de Radiaciones No Ionizantes", la cual es necesario llevar a la práctica, así como los principios y bases establecidos en por la ICRP en sus recomendaciones bajo la publicación número 103 (documento que explica los efectos de las radiaciones ionizantes en humanos), documento que ha sido designado como de referencia.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha puesto en marcha un proyecto para que los países apliquen los principios de radioprotección a las radiaciones electromagnéticas (asesorada por la ICNIRP y la ICRP, entre otros organismos) debido a que no hay aún un consenso global (como el que existe para las radiaciones ionizantes) que establezca límites actualizados y concretos de exposición a las mismas y establece que los sectores gubernamentales y de salud colaboren tomando las riendas y siendo responsables del control de las radiaciones electromagnéticas, solicitando también la colaboración de los proveedores de las tecnologías para brindar información al público en general y a trabajadores sobre las precauciones a tomar y los riesgos existentes. Además,

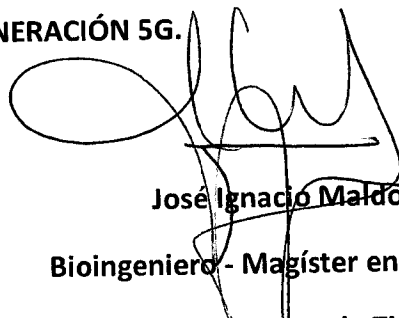
ha recomendado establecer un Organismo de Control Multidisciplinario integrado por médicos, biólogos, epidemiólogos, hematólogos, físicos, etc., para establecer las medidas necesarias con el fin, nuevamente, de proteger a la población.

Fue seguramente suficiente mirar una serie de televisión o un documental para conocer los efectos que tuvo la radiación ionizante en parte de la población humana ¿Es necesario recurrir o que ocurran accidentes como los sucedidos en Hiroshima y Nagasaki, Chernóbil, o esperar a que ocurran efectos determinísticos *más evidentes* para poder tomar una decisión correcta, fomentar el desarrollo del conocimiento, cuidar y dar seguridad a la población?

El problema aquí es la habilitación al uso de ondas electromagnéticas de radiofrecuencia que afectan a la salud humana y que se habilitan sin respetar y sobre todo sin conocer o haciendo caso omiso, rozando la negligencia, a normas internacionales de protección. El sistema 5G lo que hace es aumentar de nivel de exposición sin que eso signifique que 5G sea especial o particularmente dañino. Todas las radiofrecuencias lo son, hasta el wifi o los teléfonos inalámbricos. Por favor consideren no derogar lo que en su momento, de forma consciente y precautoria, fue una muy buena decisión.

A la presente nota adjunto tres documentos que sirven como base para poder conocer y comenzar a trabajar en la protección contra las radiaciones no ionizantes.

Es por lo expuesto, y estoy a disposición para participar/organizar reuniones con otros profesionales para dar la importancia que corresponde al tema, formando un equipo multidisciplinario, junto con los abordajes éticos correspondientes, que manifiesto **NO A LA DEROGACIÓN DE LA ORDENANZA MUNICIPAL 6317/23 QUE PROTEGE A USHUAIA DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES PROVENIENTES DE LA TECNOLOGÍA DE QUINTA GENERACIÓN 5G.**



José Ignacio Maldonado

Bioingeniero - Magíster en Física Médica

M.P. del Colegio de Ingenieros de Tierra Del Fuego Nro. 383

P.I. de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nro. 28051/0/0 /05-29

tel. cel: 2901490799

e-mail: JOSEIGNACIO@MALDONADO@GMAIL.COM.



## PAPER

## A coherent framework for non-ionising radiation protection

## OPEN ACCESS

RECEIVED  
30 July 2021

REVISED  
14 September 2021

ACCEPTED FOR PUBLICATION  
21 November 2021

PUBLISHED  
12 January 2022

Original content from  
this work may be used  
under the terms of the  
Creative Commons  
Attribution 4.0 licence.

Any further distribution  
of this work must  
maintain attribution to  
the author(s) and the title  
of the work, journal  
citation and DOI.

Rick Tinker<sup>1</sup>, Jacques Abramowicz<sup>2</sup>, Efthymios Karabetsos<sup>3</sup>, Sigurður Magnússon<sup>4</sup>,  
Rüdiger Matthes<sup>5</sup>, Mirjana Moser<sup>6</sup>, Shengli Niu<sup>7</sup>, John O'Hagan<sup>8</sup> and Emilie van Deventer<sup>9,\*</sup>

<sup>1</sup> Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA), Melbourne, Victoria, Australia

<sup>2</sup> World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology (WFUMB) and Department of Obstetrics and Gynecology, University of Chicago, Chicago, IL, United States of America

<sup>3</sup> Non Ionizing Radiation Office, Greek Atomic Energy Commission (EEAE), Athens, Greece

<sup>4</sup> Icelandic Radiation Safety Authority, Reykjavik, Iceland

<sup>5</sup> Independent Expert, Munich, Germany

<sup>6</sup> Independent Expert, Bern, Switzerland

<sup>7</sup> Labour Administration, Labour Inspection and Occupational Safety and Health Branch, International Labour Office, Geneva, Switzerland

<sup>8</sup> Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards, Public Health England, Chilton, United Kingdom

<sup>9</sup> Department of Environment, Climate Change and Health, World Health Organization, Geneva, Switzerland

\* Author to whom any correspondence should be addressed.

E-mail: vandeventere@who.int

**Keywords:** non-ionising radiation, radiation protection, framework

**Abstract**

A coherent and overarching framework for health protection from non-ionising radiation (NIR) does not currently exist. Instead, many governments maintain different compliance needs targeting only some NIR exposure situations. An international framework developed by the World Health Organization would promote a globally consistent approach for the protection of people from NIR. Designed based on decades of practical experience the framework provides guidance on establishing clear national health and safety objectives and how they should be achieved. It supports multisectoral action and engagement by providing a common language and systematic approach for managing NIR. The framework should allow governments to respond to policy challenges on how to achieve effective protection of people, especially in a world that is rapidly deploying new NIR technologies. In this paper the concepts and key features are presented that underpin the framework for NIR protection, including examples of implementation.

**1. Introduction**

Non-ionising radiation (NIR) refers to the electromagnetic radiation part of the spectrum below ionising radiation (in terms of frequencies). At these lower frequencies, NIR has less energy than ionising radiation and, except for part of the ultraviolet (UV) band and very high irradiance laser beams and intense electric fields (where the air can be ionised), does not generally carry enough energy to cause ionisation. The electromagnetic field spectrum is usually defined from 0 Hz to 300 GHz and the optical spectrum from 300 GHz to 3 PHz (or from 100 nm to 1 mm in terms of wavelengths). NIR also includes mechanical (or acoustic) waves in the infrasound range (frequencies less than 20 Hz) and ultrasound range (frequencies greater than 20 kHz) (ICNIRP 1985) which, although not presenting the same physical phenomena as electromagnetic radiation, show similar physical behaviour.

Many different NIR sources exist all around us. Natural sources of NIR include lightning storms, light from the sun and the Earth's natural electric and magnetic fields. The primary natural source of NIR exposure of health concern for people is the sun, which is necessary for our survival, but solar radiation may be harmful at high levels without proper protection. A range of essential infrastructure services, from wireless communication to power lines, use artificial NIR sources. A number of consumer products utilise NIR, such as mobile phones and lasers, as well as many household appliances such as microwave ovens and Wi-Fi networks. Non-medical applications utilising NIR from lasers to artificial tanning devices are used extensively for cosmetic purposes and wellbeing reasons. In the occupational setting, workers deal with a

wide range of NIR sources from induction furnaces, welding, high-voltage power lines to operation of medical devices. Over the past decades, multiple diagnostic and therapeutic NIR techniques have been developed and are in use in daily clinical practice, such as MRI and ultrasound. Although the world's population is exposed to low levels of NIR every day, exposure to high levels of NIR may occur in some circumstances, potentially resulting in adverse health effects.

Many countries have multiple authorities and regulations in place for parts of the NIR spectrum that deal with only some public, occupational and medical exposures. This creates policy challenges for governments to ensure effective coordination of their functions to deliver the shared goal of ensuring protection and safety of people from NIR risks. Mandatory or voluntary product safety standards are relied upon by all stakeholders for the supply of safe NIR products to the community, but this approach struggles to keep pace with the health evaluation of new and emerging technologies and applications using NIR. Different national laws and regulatory approaches create further challenges. A consumer product which is banned or recalled in one country may still be sold in another. Approaches vary for the regulation of commercial service providers of cosmetic and wellbeing NIR applications, from self-regulation to mandatory oversight by health professionals. These contrasting approaches highlight a lack of coherence between health policy setting, regulation and safety standards on a global scale and give rise to public concern and even create barriers to trade and cooperation.

For decades basic safety standards for ionising radiation have been in place to help inform government regulation (IAEA 2014). In line with the core function of the World Health Organization (WHO) to develop ethical and evidence-based policy positions, the present framework for NIR protection (herein NIR Framework) is being developed. The NIR Framework reflects the importance of establishing globally consistent guidance for national governments.

This activity contributes to environmental health protection which needs to be scaled up to achieve the United Nations Sustainable Development Goals. The NIR Framework addresses the third 'one billion' goal in the WHO Thirteenth General Programme of Work targeting one billion more people with better health and well-being. This activity is supported by the WHO International Advisory Committee on Non-Ionizing Radiation Protection (WHO 2019).

The NIR Framework calls for multisectoral action, and is intended primarily for governmental bodies, including policy-makers and relevant authorities responsible for authorising products and services that use NIR. It is also geared to health and labour authorities, and to a broad range of stakeholders involved in the management of NIR applications and health protection, including professional bodies, service providers, and non-governmental organisations.

For many countries the NIR Framework will provide health and safety authorities the ability to increase consistency of administration, inspection and enforcement while reducing regulatory red-tape. The NIR Framework also fills a unique global gap and will allow countries and government bodies to benchmark their national NIR protection systems against a globally agreed framework. Some countries are also seeking to develop for the first-time health and safety legislation related to NIR protection. Often this is in response to growing public and political concern of potential health effects from new technologies. The NIR Framework will reduce their learning curve to develop their own systems. Enabling countries to harmonise approaches to NIR protection empowers both governments and those responsible for health and safety to implement protection strategies and approaches that promote provision of safe NIR services beyond country boundaries. This paper provides a description of the concepts and key features that underpin the NIR Framework, the implementation of which is intended to protect the people from adverse health effects of exposure to NIR.

## 2. Health effects of NIR

Health, as defined by WHO, is 'a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity' (WHO 2006a). Dependent on the energy and exposure time, NIR may cause different biological effects in the human body with a variety of consequences for human health ranging from adverse health effects, no impact on health (no adverse or beneficial consequences), beneficial health effects or a combination of both adverse and beneficial health effects. Annoyance or discomfort may not be a disease by itself but may affect the physical and mental well-being of a person.

Understanding the potential health effects from exposure to NIR is central to the development of standards for protection and safety. It enables an appropriate level of protection for people without unduly limiting the desirable human activities that may be associated with NIR. To make an informed conclusion from all the research studies, it is important to weigh the science in its totality. The NIR Framework relies on reviews of the evidence from international organisations (e.g. WHO Environmental Health Criteria and IARC monographs) and other high-quality national reviews regarding risks to human health.

Beneficial health effects of NIR include vitamin D production and likely lower blood pressure from exposure to portions of the UV radiation spectrum and the positive influence of light for vision and circadian rhythm entrainment.

Adverse health effects will depend on the ability of various types of NIR to interact with the human body and the absorption characteristics of different human tissue. Within the electromagnetic field spectrum, acute health effects from static electric fields are associated with the direct perception of fields through their interaction with body hair and discomfort from spark discharges. Strong static magnetic fields can cause observable effects on the heart and on blood circulation and can induce vertigo and nausea in fields in excess of about 2–4 T. Although transient, such effects may adversely affect the performance of workers executing delicate procedures (e.g. surgeons) with a concomitant impact on safety (WHO 2006b). At high intensity levels, low frequency fields can cause burns and stimulation of nerve and muscle functions (WHO 2007) and high frequency fields can produce excessive heating and burns, hence the need for restrictions near high power sources (e.g. radar and radio transmitters) (WHO 1993). Regarding long-term health effects based on IARC's evaluation of carcinogenicity, extremely low frequency magnetic fields have been classified as possibly carcinogenic to humans (IARC 2002) as have radiofrequency electromagnetic fields (IARC 2013). Static magnetic fields and static and extremely low frequency electric fields are not classifiable as to their carcinogenicity to humans.

In the optical region of the radiation spectrum, examples of acute health effects from infrared include thermal burns, thermal denaturation of proteins and tissue coagulation. Visible radiation (light) can cause photo retinitis, thermal denaturation of proteins and tissue coagulation while UV radiation can cause skin burns, keratitis and photo retinitis. Long-term health effects from UV radiation exposure can cause cataracts, accelerated skin aging and skin and eye cancers. Solar radiation, UV emitting tanning devices and UV radiation have been classified by IARC as carcinogenic to humans (IARC 2012).

In the non-audible acoustic spectrum, acute health effects from infrasound include annoyance and other symptoms resulting from body resonance effects. Depending on the type of application, ultrasound can cause acute erythema, burns and internal haemorrhage, fat atrophy, transient lip and/or brow paralysis and acute eye injury, mostly reported in the context of cosmetic medicine. To date, no long-term effects have been established.

### 3. NIR protection philosophy

The main aim of the NIR Framework is to provide a coherent set of criteria that are applicable for the wide variety of NIR applications and sources to protect human health.

To assist governments in developing an effective system to meet health and safety objectives for different exposure scenarios, the NIR Framework divides NIR exposures into the following three categories:

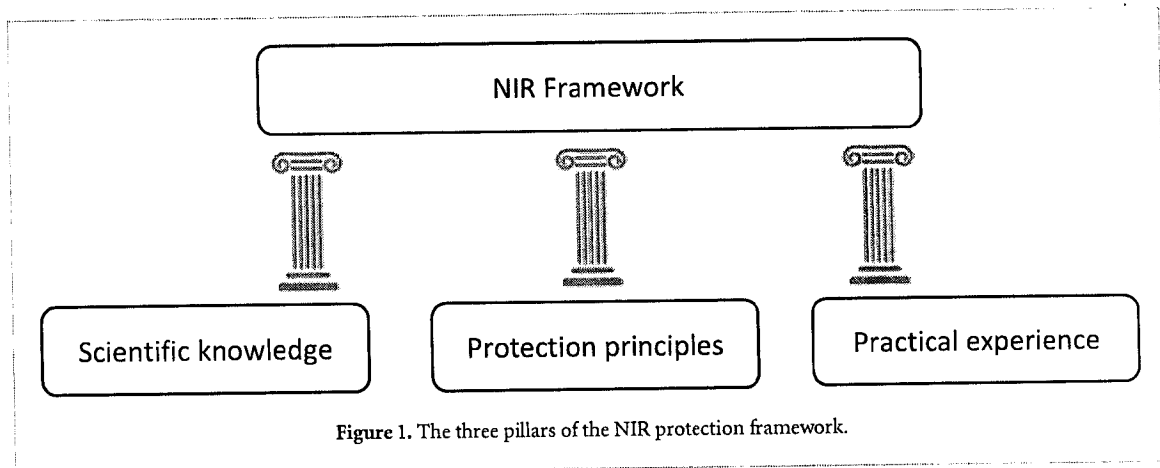
- Occupational exposures are incurred by workers as a result of their working activities involving NIR sources.
- Medical exposures are incurred by patients as part of their medical treatment.
- Public exposures cover all exposures of people other than occupational and medical exposures of patients.

Implementation of radiation protection includes making decisions based on available scientific evidence, but also when full knowledge about the health risks associated with radiation exposure may not be available, all the while recognising that social and economic issues also need to be considered.

When there is potential for adverse health effects to occur in parallel to beneficial health effects, a balanced judgement is required as to how protection and safety are addressed and how exposure limitation is applied to ensure a net health benefit. For example, solar UV radiation is both the major cause of skin cancer and a natural source of vitamin D. A balanced judgement is therefore required to reduce the risk of skin cancer from too much sun exposure while maintaining adequate vitamin D levels. Many countries promote sun protection whenever possible, recommending vitamin D from diet or vitamin supplements rather than from exposure to solar UV radiation.

From a broader societal perspective, it is clear that NIR sources provide many benefits to society, e.g. reliable power supplies, the ability to connect renewable energy, improved quality of life, education, economy and safety from mobile communications and better health from NIR medical devices. However some countries have determined that there are some NIR sources and services that are unwarranted and do not benefit society or individuals e.g. keepsake ultrasound photographs, lasers in toys, cognitive enhancement devices and artificial UV tanning devices. Considering the overall balance of impacts of the exposures and the technologies that produce the impacts, it is important to strive for safe products and installations.

While the NIR Framework relies on scientific knowledge, it also considers practical experience. To date, a number of national governments have gained decades of practical experience in NIR protection for some



parts of the NIR spectrum. For example, countries in the European Union have implemented regulations regarding electromagnetic field exposure for the public since the late 90s and for workers for over a decade, but currently lack regulations protecting outdoor workers from solar radiation. Experience has also highlighted the challenges when a technology moves from one user community to another less controlled environment. From the first demonstration of the laser in 1960 until the widespread availability of handheld lasers to the public and particularly children, there were few injuries due to control measures required in the workplace. Since 2011 there have been many reports of children experiencing laser-induced eye injuries. A set of protection principles, that include ethical considerations, further underpins the development of the NIR Framework, which together with scientific evidence and practical experience from countries build a set of coherent criteria (figure 1).

### 3.1. Protection principles

The management of health risks from NIR exposure rests on a unified set of principles based on current understanding of the effects of NIR and possible associated risks for human health (ICNIRP 2020). The NIR protection principles are defined as:

- Limitation: exposure to any individual from NIR sources other than medical exposure of patients should not exceed the appropriate limits.
- Justification: any decision that alters the radiation exposure situation should do more good than harm.
- Optimisation: a process of balancing risks against benefits.

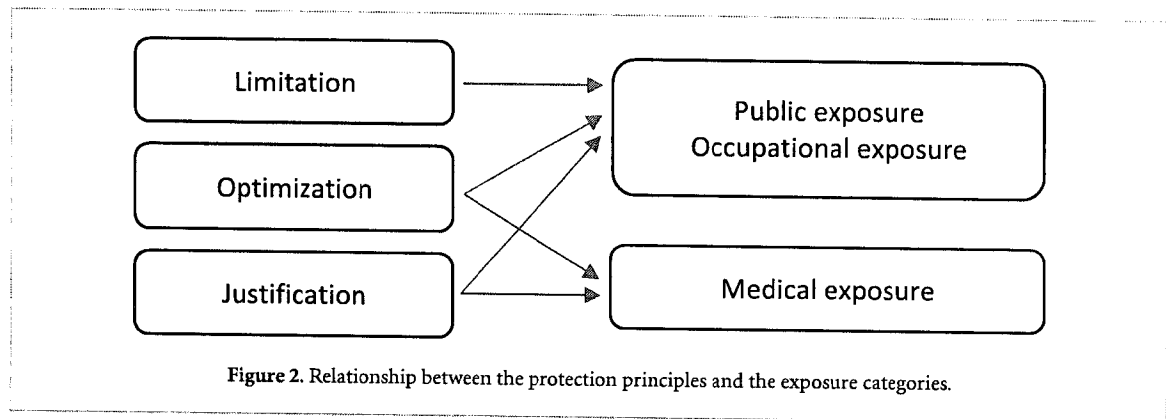
These principles are applied in various ways across the different exposure categories (figure 2). Differences also occur across the spectrum of NIR, since there are differences in the type of effects and their relevance to health, both in terms of benefits and risks. These principles are similar to those implemented in ionising radiation protection but are applied differently as described recently by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICRP 103, ICNIRP 2020).

Ethical values play a key role in how the principles of limitation, justification and optimisation should be considered and applied. The NIR Framework relies on the following four core values to help clarify the inherent value judgements made in achieving the aim of protection:

- Beneficence and non-maleficence ('First do no harm') are directly related to the aim of preventing or reducing harmful effects.
- Prudence and precaution enable scientific evidence and its related uncertainties to be constantly considered to encourage value judgements.
- Justice enables social equity and fairness in decisions.
- Dignity and equity mean that every individual deserves unconditional respect, irrespective of personal attributes or circumstances.

The NIR Framework is aligned with the key ethical values in public health (WHO 2015) and the core and procedural values established for the system of ionising radiation protection (ICRP 2018). It recognises the role of ethics in NIR protection, for example the relationship between individual liberty and regulatory restrictions in the use of tanning services, or the deployment of new wireless technologies amidst societal concerns.





#### 4. Application of protection and safety

Natural and artificial NIR sources and exposures are ubiquitous. Governments are expected to ensure the protection of the public, workers and patients and the safety of NIR sources. NIR protection is primarily concerned with controlling exposure to radiation and its effects, whereas safety is primarily concerned with maintaining control over sources. Clearly the two are closely connected: NIR protection is very much simpler if the NIR source in question is under control, so safety necessarily contributes towards protection. In the context of NIR, this is most often the case, except for the sun which cannot be controlled at the source, but for which several other measures can be taken to lower health risks.

The NIR Framework calls for governments to consider national policies with clear health and safety objectives that address any exposure situation giving rise to NIR risks. When setting policy, the government needs to identify and address any specific national, regional, social and economic challenges to derive maximum impact of the policy, including regulatory burden and impact on business. In the broad field of NIR exposures, national policies for protection and safety should express a long-term commitment to safety and be promoted as a statement of the government's intent.

The NIR Framework establishes general criteria and criteria for specific categories of exposure to aid those responsible in the implementation of protection and safety.

##### 4.1. General criteria

The NIR Framework describes the following general criteria that are applicable to all three categories of public, medical, and occupational exposure.

- Establishment of a framework of protection,
- Responsibilities for protection and safety,
- Management of protection and safety,
- Provision of information,
- Research and scientific update.

##### 4.1.1. Establishment of a framework of protection and safety

Establishing and maintaining a coherent framework for protection and safety for all categories of NIR exposure would enable the provision of clear evidence-based standards and guidance, e.g. limits for public and occupational exposures and other policy measures for medical exposures.

To achieve this, governments often establish relevant authorities with specified responsibilities and functions, e.g. to set and apply mandatory or voluntary compliance requirements that include consumer product or medical device safety standards, and guidance and advice to achieve health and safety objectives. This includes responsibility for judging the justification of the overall benefit NIR exposure in the broadest sense to society and not necessarily to each individual. Given the wide variety of NIR sources and exposures, a challenge faced by governments is that there are often several authorities that have responsibilities for protection and safety related to exposure to NIR (e.g. ministry of health, ministry of environment, ministry of labour, ministry of energy, ministry of telecommunications). Through effective coordination of their functions, shared goals of protection and safety of people can be established reducing red-tape and strengthening protection.

Governments may also engage other relevant stakeholders (such as industry sectors and civil society) to inform national policy decisions, enabling information exchange, and promoting consensus building and transparency in decision making.

#### 4.1.2. Responsibilities for protection and safety

The person or organisation responsible for services and activities that give rise to NIR risks has primary responsibility for protection and safety needs. Those responsible need to establish and implement a protection and safety programme that is commensurate with the NIR risks associated with the exposure situation and that is adequate to ensure compliance with relevant standards, rules and regulations.

Parties responsible for protection and safety include manufacturers of products and suppliers of services and activities giving rise to public exposure to NIR, employers in relation to occupational exposure to NIR, and health professionals and health care institutions that offer NIR medical applications.

#### 4.1.3. Management of protection and safety

Those responsible for services and activities that give rise to NIR risks should ensure that protection and safety are effectively integrated into their overall management system and that they promote and maintain a safety culture at all levels of the organisation both in the design and use of the service or product.

A management system is a tool designed to assist those responsible to enhance protection and safety by describing the planned and systematic actions necessary to provide adequate confidence in meeting protection and safety objectives. By using a management system and following unified processes regardless of the hazard, those responsible can ensure that NIR protection and safety are not compromised by other requirements.

Those responsible should ensure that personnel engaged in services and activities relevant to protection and safety have appropriate education, training and qualifications so that they understand their responsibilities and can perform their duties competently, with appropriate judgement and in accordance with procedures. This is particularly important in this field as NIR-based technologies are constantly evolving and launched on the market very rapidly.

Review and evaluation of the management system through the life cycle of a NIR service or activity allows identification of good practices and need for corrective actions in relation to equipment, human behaviour and the management system for safety, as well as changes to regulatory requirements and modifications to regulatory practices.

#### 4.1.4. Provision of information

Those responsible for any service or activity that gives rise to NIR risk should communicate to the relevant audience (public, workers or patients) the risks and benefits and, if necessary, inform them about the level of exposure, possible adverse health effects and any measures needed to manage exposures. Messages should be tailored to consider the different audiences that are likely to have different interests, values, education and understanding.

For example, parties responsible for occupational exposure should make suitable arrangements to provide workers with the information, instruction and training necessary to restrict potential exposures. Education may also be necessary for providers of cosmetic services using NIR, for example staff in the sunbed service industry should be taught about the health risks from UV exposure and the need for protective measures (e.g. goggles and limiting exposure duration). Health professionals should be educated about NIR to be able to provide relevant and clear information about treatment options, including the potential benefits, risks, trade-offs and uncertainties of each option, to ensure patients can be actively involved in decisions about their health care.

Awareness programs can also play an important role in promoting positive behavioural change in the public. National sun-awareness and prevention programs delivered through mass media campaigns have proven effective in some countries to reduce the burden of skin cancer.

#### 4.1.5. Research and scientific update

National and international research should be encouraged and supported to enable early detection of emerging risks, fill essential knowledge gaps and inform sound health policy objectives. When considering health effects from exposure to NIR, an interdisciplinary approach is needed. Experts from various disciplines of science, including biology, epidemiology and medicine, as well as physics, engineering, social sciences and public health, need to be involved as all these disciplines play important roles in identifying possible adverse health effects and in providing information on the need for, and approaches to, protection.

Research also builds national competency and provides a platform for educating the next generation of scientific experts. Given that many of the NIR applications and services are used globally, national experts can collaborate at the international level, providing a global research approach to assess current and new evidence and scientific data on health risks, as well as the success of applied protection measures.

## 4.2. Criteria for specific exposure categories

The NIR Framework describes specific criteria to address the differences between the three categories of public, occupational and medical exposures.

### 4.2.1. Public exposure

For public exposure, the NIR Framework establishes specific criteria that assign responsibilities to the government, manufacturers and suppliers using NIR. The government is responsible for setting regulatory and compliance expectations, while manufacturers of consumer products and suppliers of services using NIR need to ensure safety. In particular, suppliers of services using large-scale installations (e.g. power grids, wireless networks) should restrict the public from areas where exposure limits may be exceeded. Suppliers of commercial services of cosmetic and other elective applications should be responsible for the safety of clients.

There are important gaps in regulation of some NIR consumer products, for which only the quality of manufacture is addressed, but not the health risks associated with their use. For example, consumer laser products may fully comply with the requirements of the international standard but may not be safe for use by consumers who often have little or no awareness of the risks. Every year there are incidents of eye damage, especially to children. For this reason, several countries are now restricting consumer laser products to certain laser classes but are facing difficulties in controlling personal imports of such products.

A number of medical devices using NIR are being used off-label. An example is UV light, originally used for dermatological conditions such as psoriasis, and now used in artificial tanning devices for cosmetic or wellbeing purposes. These are designed to provide a very high UV dose within minutes and their use has been associated with increased incidence of skin cancers. Momentum has been building among policy-makers to regulate the use of artificial tanning devices, with governments around the world implementing restrictions or even outright bans (WHO 2017). More recently, medical devices used for therapy and treatment of brain function have become available for the public as cognitive enhancement devices. When used outside the clinical setting, these devices are unregulated and do not have to undergo pre-market assessment and only need to meet basic product safety standards, without any information requirements regarding risks and side effects.

### 4.2.2. Occupational exposure

The NIR Framework aligns with most national governments' approach for employers to provide and maintain safe working environments. It establishes specific criteria that assign responsibilities to different stakeholders. First, the government needs to set exposure limits for workers to prevent occupational diseases or other adverse health effects. Second, employers are assigned responsibility for the protection and safety of workers and need to ensure that protection and safety is optimised and that occupational exposure limit values are not exceeded. Finally, workers have a duty to take care of their own health and safety and must cooperate with employers' efforts to improve health and safety in the workplace.

Skin cancer and eye disease can result from repeated and long-term exposure to solar UV radiation in the workplace. Solar UV radiation is, therefore, a workplace hazard where the risk of overexposure must be reduced as much as reasonably practicable. Employers, by providing a safe working environment should take the proper steps to reduce overexposure to solar UV radiation for workers who spend all or part of their time working outdoors and to carry out workers' health surveillance to ensure the effective protection of workers. To work safely in the sun, workers should follow workplace sun protection policies and procedures (e.g. use personal protective equipment as instructed) and attend instruction and training.

### 4.2.3. Medical exposure

Over the past decades, multiple diagnostic and therapeutic NIR techniques have been developed resulting in general health care improvement of patients. It is important to ensure that their use does not carry unwarranted risks to health. The NIR Framework sets justification and optimisation as the two cornerstones of NIR protection of patients. For medical exposures of patients, the NIR Framework establishes specific criteria that assign responsibilities to the government to develop and maintain a system for protection and safety from medical exposures to NIR. Health professionals and health care institutions should ensure that responsibility has been assumed for ensuring protection and safety, that no person incurs a NIR medical exposure unless there has been an appropriate referral and that each NIR medical exposure is justified and optimised.

While NIR medical devices are often deemed safe compared to IR devices, they may emit hazardous NIR. Ultrasound diagnostic imaging is an example of a valuable NIR tool for the diagnosis of infectious diseases as well as non-communicable diseases (e.g. breast cancer, cardiovascular disease). In many countries, women are examined with ultrasound at least once and often multiple times during pregnancy. Whether in the context of diagnostic or therapeutic procedures, operator's knowledge of the mechanical or thermal

bioeffects of the technology and of the specifications of ultrasound devices is important for the safety of the patients and users.

Protection strategies, as appropriate, should be established for NIR exposures of carers and comforters. Volunteers participating in a programme of biomedical research involving NIR exposure should be clearly informed of the potential health risks.

## 5. Conclusion

In this paper, the protection philosophy along with an overarching set of basic safety criteria for health protection from NIR exposures are proposed. General criteria that are applicable to all three categories of public, medical, and occupational exposures are described along with specific criteria to address the particularities of these categories. Such a protection framework is expected to fill existing safety gaps (e.g. in unregulated applications of NIR), assist national governments in the elaboration of their national regulation and promote consistent approaches across the world.










## Acknowledgments

The authors acknowledge the vision and leadership of Dr Wolfgang Weiss from Germany. He was instrumental in planting the seed for this work and professionally supporting the promotion of the NIR Framework. Dr Weiss passed away unexpectedly in June 2021 and will leave a gap that cannot be filled.

## Funding

This project is supported by the World Health Organization. Funds were provided by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and the Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). In-kind contributions were provided by the institutions represented by the authors.

## ORCID iDs

Rick Tinker  <https://orcid.org/0000-0002-7454-3775>  
Jacques Abramowicz  <https://orcid.org/0000-0003-4695-5972>  
Efthymios Karabetsos  <https://orcid.org/0000-0002-9902-0348>  
Sigurður Magnusson  <https://orcid.org/0000-0003-1736-8090>  
Rüdiger Matthes  <https://orcid.org/0000-0002-6672-0815>  
Mirjana Moser  <https://orcid.org/0000-0001-9846-3959>  
Shengli Niu  <https://orcid.org/0000-0003-2496-4165>  
John O'Hagan  <https://orcid.org/0000-0003-2762-051X>  
Emilie van Deventer  <https://orcid.org/0000-0002-4542-3010>

## References

- IAEA 2014 Radiation protection and safety of radiation sources: international basic safety standards, IAEA safety standards, general safety requirements part 3, 2014 (available at: [www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1578\\_web-57265295.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf))
- IARC 2002 Non-ionizing radiation, part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 80 (available at: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Non-ionizing-Radiation-Part-1-Static-And-Extremely-Low-frequency-ELF-Electric-And-Magnetic-Fields-2002>)
- IARC 2012 Radiation, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans volume 100D (available at: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Radiation-2012>)
- IARC 2013 Non-ionizing radiation, part 2: radiofrequency electromagnetic fields, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 102 (available at: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Non-ionizing-Radiation-Part-2-Radiofrequency-Electromagnetic-Fields-2013>)
- ICNIRP 1985 Review of concepts, quantities, units and terminology for non-ionizing radiation protection *Health Phys.* **49** 1329–62 (available at: [www.icnirp.org/cms/upload/publications/INIRCReview.pdf](http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/INIRCReview.pdf))
- ICNIRP 2020 ICNIRP statement: principles for non-ionizing radiation protection *Health Phys.* **118** 477–82
- ICRP 2018 Ethical foundations of the system of radiological protection. ICRP publication 138 *Ann. ICRP* **47** (available at: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0146645317746010>)
- WHO 1993 Electromagnetic fields (300 Hz to 300 GHz), environmental health criteria 137 (available at: [www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/radiation-and-health/non-ionizing/risk-assessment](http://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/radiation-and-health/non-ionizing/risk-assessment))

- WHO 2006a Constitution of the World Health Organization, basic documents, forty-fifth edition, supplement, 2006 (available at: [www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_en.pdf](http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf))
- WHO 2006b Static fields, Environmental Health Criteria 232 (available at: [www.who.int/publications/i/item/9241572329](http://www.who.int/publications/i/item/9241572329))
- WHO 2007 Extremely low frequency (ELF) fields, Environmental Health Criteria 238 (available at: [www.who.int/publications/i/item/9789241572385](http://www.who.int/publications/i/item/9789241572385))
- WHO 2015 Global health ethics. Key issues (available at: [www.who.int/publications/i/item/9789241549110](http://www.who.int/publications/i/item/9789241549110))
- WHO 2017 Artificial tanning devices: public health interventions to manage sunbeds (available at: [www.who.int/publications/i/item/9789241512596](http://www.who.int/publications/i/item/9789241512596))
- WHO 2019 Programme budget 2020–2021 *WHO/PRP/19.1* (available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330074>)

# **ICNIRP STATEMENT**

## **PRINCIPLES FOR NON-IONIZING RADIATION PROTECTION**

PUBLISHED IN: **HEALTH PHYS 118(5):477–482; 2020**

## PRINCIPLES FOR NON-IONIZING RADIATION PROTECTION

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)<sup>1</sup>

**Abstract**—In this statement, the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) presents its principles for protection against adverse health effects from exposure to non-ionizing radiation. These are based upon the principles for protection against ionizing radiation of the International Commission for Radiological Protection (ICRP) in order to come to a comprehensive and consistent system of protection throughout the entire electromagnetic spectrum. The statement further contains information about ICNIRP and the processes it uses in setting exposure guidelines.

Health Phys. 118(5):477–482; 2020

**Key words:** International Commission on Non Ionizing Radiation Protection; health effects; safety standards; radiation, non-ionizing

## INTRODUCTION

THE INTERNATIONAL Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) is an independent committee of scientific experts established to evaluate the state of knowledge about the effects of non-ionizing radiation (NIR) on human health, including well-being, and on the environment (see <http://www.icnirp.org/en/about-icnirp/aim-status-history/index.html>). ICNIRP provides scientifically-based advice and guidance on protection against adverse effects of non-ionizing radiation, including the provision of guidelines on limiting exposure. ICNIRP is a non profit organization on

<sup>1</sup>ICNIRP, c/o BfS, Ingolstaedter Landstr 1, 85764, Oberschleissheim, Germany.

The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) collaborators are listed in the Acknowledgement section.

ICNIRP receives funds from public and non-commercial bodies only. All information concerning the support received by ICNIRP throughout the years is available at <http://www.icnirp.org/en/about-icnirp/support-icnirp/index.html>.

For correspondence contact: Gunde Ziegelberger, ICNIRP, Ingolstaedter Landstr. 1, 85764 Oberschleissheim, Germany, or email at [info@icnirp.org](mailto:info@icnirp.org).

(Manuscript accepted 4 December 2019)

0017-9078/20/0

Copyright © 2020 The Author(s). Published by Wolters Kluwer Health, Inc. on behalf of the Health Physics Society. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives License 4.0 (CCBY-NC-ND), where it is permissible to download and share the work provided it is properly cited. The work cannot be changed in any way or used commercially without permission from the journal.

DOI: 10.1097/HP.0000000000001252

[www.health-physics.com](http://www.health-physics.com)

non-ionizing radiation protection formally recognized by the World Health Organization (WHO), the International Labour Organization (ILO), and the European Union (EU). Further information about ICNIRP is provided in the Appendix.

This document describes the general principles used by ICNIRP to draft recommendations for exposure restrictions in order to provide protection against adverse health effects of exposure to non-ionizing radiation. In practice, the critical steps in applying these general principles may differ across the non-ionizing radiation spectrum. The procedures used by ICNIRP are described in the Appendix.

To establish a consistent framework of radiation protection over the entire spectrum of ionizing and non-ionizing radiation, the general principles for non-ionizing radiation protection are based, wherever appropriate, upon the well-established principles for protection against adverse health effects from ionizing radiation (ICRP 2007) and the underpinning ethical values, as published by the International Commission on Radiological Protection (ICRP).<sup>2</sup>

**Definition of non-ionizing radiation.** Non-ionizing radiation in this document refers to electromagnetic radiation and fields with a photon energy lower than 10 eV, corresponding to frequencies lower than 3 PHz ( $3 \times 10^{15}$  Hz) and wavelengths longer than 100 nm. It is grouped into different frequency or wavelength bands, namely ultraviolet (UV) radiation (wavelengths 100–400 nm), visible light (wavelengths 400–780 nm),<sup>3</sup> infrared radiation (wavelengths 780 nm–1 mm), radiofrequency electromagnetic fields (frequencies 100 kHz–300 GHz), low frequency (frequencies 1 Hz–100 kHz) and static electric and magnetic fields (0 Hz). Although not part of the electromagnetic radiation spectrum, mechanical waves in the form of infrasound (frequencies below 20 Hz) and ultrasound (frequencies above 20 kHz)

<sup>2</sup>It is necessary to ensure that all persons are treated fairly and with dignity and respect (ICRP 2018).

<sup>3</sup>A precise border between UVR and visible radiation cannot be defined because visual sensation at wavelengths shorter than 400 nm is noted for very bright sources. Similarly, a precise border between visible and infrared radiation cannot be defined because visual sensation at wavelengths greater than 780 nm is noted for very bright sources (ICNIRP 2013).

are also included in ICNIRP's remit, but audible acoustic waves (sound) are not.

For the purposes of radiation protection, different approaches are usually applied for adverse health effects that do and do not have thresholds to produce adverse effects. In addition, the exposure threshold required for an adverse health effect is of importance, as discussed below.

#### Principles for non-ionizing radiation protection.

The key driver for both ionizing and non-ionizing radiation protection is to prevent harm to people and the environment. For humans the aim is to provide protection of all individuals, whereas for the environment it is to protect species, ecosystems and biota against adverse effects. The process of radiation protection includes making informed decisions even if full knowledge about the risks associated with exposure is not available.

#### Basic premise

ICNIRP aims to provide advice on protection against adverse health effects from both short- and long-term exposures to non-ionizing radiation and uses the WHO's definition of health: "Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity."<sup>4</sup> ICNIRP's advice is based on a detailed evaluation of the scientific evidence. Scientifically substantiated adverse health effects (see the Appendix) are identified and exposure limits are developed to prevent these. For the estimation of exposure limits, ICNIRP generally assumes worst-case situations and takes uncertainties in the scientific evidence into consideration.

ICNIRP has adapted relevant issues from the protection principles for ionizing radiation provided by ICRP (2007).

ICRP aims to provide protection against adverse effects of ionizing radiation "without unduly limiting the benefits associated with their use." A core concept in ionizing radiation protection is *risk tolerability*, or the question of how much risk is acceptable. This means that, for the system of ionizing radiation protection, social and economic issues may be taken into account. ICNIRP recognizes that a complete system of protection against adverse effects of non-ionizing radiation also requires evaluations based on social and economic considerations. However, ICNIRP does not explicitly address social and economic issues, as these are deemed to be the remit of governments and relevant authorities.

#### Fundamental principles

The fundamental principles of ionizing radiation protection are Justification, Optimization, and Limitation:

- Justification: any decision that alters the radiation exposure situation should do more good than harm;

- Optimization: all exposures should be kept as low as reasonably achievable, taking into account economic and societal factors, and with restrictions on individual exposure to limit inequities in dose distribution; and
- Limitation: the principle of application of dose limits where the total dose to any individual from regulated sources in exposure situations, other than medical exposure of patients, should not exceed the appropriate limits recommended.

These principles are applied and considered in different ways across the spectrum of non-ionizing radiation, since there are differences in the type of effects and their health consequences<sup>5</sup> over the different frequency bands. An important issue is the concept of dose: this normally assumes an *accumulation* of damage and as such is the product of exposure intensity and exposure duration, whereby a similar effect or a similar risk for an effect may be obtained by a short exposure at high intensity and a long exposure at low intensity (reciprocity). For many effects (e.g., heating from exposure to high frequency electromagnetic fields and infrared radiation), both intensity and duration of exposure are important. However, for static or low frequency electric and magnetic fields, mainly the exposure intensity is relevant.

ICNIRP applies the principle of *limitation* throughout the non-ionizing radiation range. Exposure is limited to either below the level with an accepted risk for adverse effects, taking into account any beneficial effects (such as production of vitamin D in the skin with exposure to UV radiation), or below the threshold level for adverse health effects (where there is a known threshold), where it is feasible to reduce the exposure to below these thresholds. A general formulation of limitation for non-ionizing radiation is the exposure level or dose to any individual in situations other than exposures for medical purposes and exposures of volunteers, as described below, should not exceed the appropriate recommended restrictions.

ICNIRP also supports *justification* and *optimization* as useful and relevant concepts. Regarding optimization, for adverse effects with no threshold this would mean keeping exposure as low as reasonably achievable. When the exposure restrictions set by ICNIRP are well below threshold levels for adverse health effects, further reduction in the limit values does not result in additional health benefits, and therefore optimization is not necessary.

#### Categories of exposure

In non-ionizing radiation protection, a distinction is made between occupational exposure, exposure of the general public, and medical exposure of patients. One reason for the

<sup>4</sup>Preamble to the Constitution of the World Health Organization (April 1948).

<sup>5</sup>Effects can for instance be life-threatening, such as cancer and excessive heating, or debilitating, such as eye damage.



distinction between restrictions for occupational and general public exposure is that occupationally-exposed individuals can be considered a more homogeneous group than the general population. Occupationally-exposed individuals are, in general, relatively healthy adults within a limited age range, while the general population contains diverse groups such as very young children and the elderly who might be more sensitive to adverse effects of non-ionizing radiation exposure, for instance because they have less efficient thermoregulatory capacity. Thus, it is assumed that there is greater variability in sensitivity among the general population than among occupationally-exposed individuals. Another reason is that occupationally-exposed individuals should be operating under controlled conditions and be informed about the risks associated with non-ionizing radiation exposure for their specific situation and how to reduce these risks. Members of the general public are, in most cases, unaware of their exposure to non-ionizing radiation and, without education, cannot reasonably be expected to take precautions to minimize or avoid any adverse effects of exposure. For types of radiation where there is an accumulation of damage in the long term, or where the risk depends on the total dose, another important distinction between occupationally-exposed individuals and the general population is the duration of exposure, which for occupational exposure is taken to be up to about 40 hours per week. In both ionizing and non-ionizing radiation protection, an individual is only considered to be occupationally exposed when performing their work duties under potentially controlled exposure and/or protection conditions. Outside work hours and when conditions are not appropriately controlled, they are considered to be a member of the general public.

Pregnant workers comprise a special category. The fetus has to be considered as belonging to the general population. If a female worker has declared that she is pregnant, she can only be exposed above the exposure restrictions for the general public provided that the exposure of the embryo or fetus remains below the general public restrictions.

Patients under medical care are another special category. They can be exposed to relatively high levels of non-ionizing radiation for diagnostic or therapeutic purposes. If the applied non-ionizing radiation levels exceed the exposure restrictions for the general public, the intended benefits of the procedure should outweigh the possibility of adverse effects. This justification is the responsibility of physicians who are diagnosing or treating the patient, and who have been properly trained to make such judgements.

In general, people with medical conditions are included in the general public and the guidelines are protective for them. It should be noted, however, that the exposure guidelines are not meant to be protective for people with certain clinically substantiated diseases or conditions that may make them more susceptible to harm from non-ionizing radiation,

e.g., patients with *Xeroderma pigmentosa*, or individuals taking photosensitizing medications.

Another special category includes allowable occupational exposure above the restrictions for emergency life-saving services to the public, e.g., electromagnetic pulse devices deployed for resuscitation.

Individuals who volunteer to participate in experimental procedures and product development studies or who voluntarily help (other than in their occupation) in the care, support and comfort of patients undergoing procedures for medical diagnosis or treatment involving non-ionizing radiation are a fourth special category. Exposure of volunteers for research requires an evaluation on a case-by-case basis that weighs the risks of non-ionizing radiation exposure against the benefits of the scientific or medical knowledge obtained, and such considerations are best made by an institutional review board or ethics committee. In the case of carers and comforters, such considerations are best made by the appropriate medical supervisors, who should also provide information about potential risks.

#### *Exposure situations*

The distinction that is made in ionizing radiation protection between planned, existing and emergency exposure situations is considered by ICNIRP to be less useful in general for non-ionizing radiation protection purposes. Instead, ICNIRP distinguishes between regulated and unregulated exposures. Exposure in occupational situations, both from natural and man-made sources, has to be regulated to prevent excessive exposure. It is also required that exposed workers be informed about the risks and measures they can take to prevent excessive exposure. Exposure of the general public can only be regulated when the source is man-made. In unregulated cases (such as with exposure to UV radiation from the sun) authorities can only inform the public about the risks and how to reduce them.

Another distinction that can be made is between intentional and unintentional exposures. Most non-ionizing radiation exposures are not intentional, even if they are regulated. For instance, the exposures to electromagnetic fields from power lines and mobile telecommunication systems are regulated and the applicable exposure restrictions should not be exceeded. However, the "intention" is to deliver power and provide communication respectively, rather than to expose a person. A special case of unintentional exposure is accidental over-exposure. If this results in exposure above the adverse health effect threshold, ICNIRP recommends medical examination and follow-up of the exposed individual and, in cases of occupational exposure, that the individual's symptoms be treated like other accidents at work according to national law and practices. Intentional exposures are mainly those during medical procedures and for cosmetic purposes. As stated above, for medical exposures the responsibility

for the justification rests with the treating physician. For cosmetic applications the primary responsibility rests with the relevant authorities, who have to determine whether they consider it acceptable to allow those subject to cosmetic procedures to be exposed above the ICNIRP guideline levels.

### *Biological and health effects*

A biological effect is any biological, physical, or chemical change induced in a biological system. Living organisms have repair and feedback mechanisms that are designed to maintain homeostasis, the balanced situation in which a biological system can properly function. If the capacity of these compensatory mechanisms is overwhelmed or exhausted, this may result in adverse health effects. The ICNIRP guidelines are not intended to protect against biological effects as such, unless there is also an associated adverse health effect.

However, it is not always easy to draw a clear distinction between biological and adverse health effects, and indeed this can vary depending on individual susceptibility to specific situations. An example is sensory effects from non-ionizing radiation exposures under certain circumstances, such as a tingling sensation resulting from peripheral nerve stimulation by electric or magnetic fields; magnetophosphenes (light flickering sensations in the periphery of the visual field) resulting from stimulation of the retina by electric fields induced by exposure to low-frequency magnetic fields; and microwave hearing resulting from thermoelastic waves due to expansion of soft tissues in the head which travel via bone conduction to the inner ear. Such perceptions may sometimes lead to discomfort and annoyance. ICNIRP does not consider discomfort and annoyance to be adverse health effects by themselves, but, in some cases, annoyance may lead to adverse health effects by compromising well-being. The exposure circumstances under which discomfort and annoyance occur vary between individuals.

### **CONCLUDING REMARKS**

In this document, ICNIRP provides the fundamental principles that underlie its system of protection against adverse effects from exposure to non-ionizing radiation. These principles are based on those proposed by ICRP for ionizing radiation protection, in order to establish a comprehensive system of radiation protection over the entire electromagnetic spectrum and for infra- and ultrasound. Information on non-ionizing radiation, as well as all the guidelines and statements from ICNIRP, can be found at [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org).

*Acknowledgments*—Collaborators: Eric van Rongen (ICNIRP and Health Council, The Netherlands), Rodney Croft (ICNIRP and Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research, Illawarra Health & Medical Research Institute, University of Wollongong, Australia), Maria Feychting (ICNIRP and Karolinska Institutet, Sweden), Adèle C Green (ICNIRP and QIMR Berghofer Medical Research Institute, Brisbane, Australia and CRUK Manchester Institute, University of Manchester, Manchester, UK), Akimasa Hirata (ICNIRP and Nagoya Institute of Technology, Japan), Guglielmo d'Inzeo (ICNIRP and La Sapienza University Rome, Italy), Carmela Marino (ICNIRP and ENEA, Italy), Sharon Miller (ICNIRP), Gunnhild Oftedal (ICNIRP and Norwegian University of Science and Technology), Tsutomu Okuno (ICNIRP), Martin Rössli (ICNIRP and Swiss Tropical and Public Health Institute, Basel, Switzerland), Zenon Sienkiewicz (ICNIRP), and Soichi Watanabe (ICNIRP and National Institute of Information and Communications Technology (NICT), Japan).

ICNIRP gratefully acknowledges Emilie van Deventer (World Health Organization), Sigurður Magnús Magnússon (International Radiation Protection Association), Jacques Lochard (International Commission on Radiological Protection), Shengli Niu (International Labour Organization) and Ferid Shannoun (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) for their participation in preparatory seminar(s) and feedbacks on several drafts. ICNIRP thanks the ICNIRP Scientific Expert Members who participated in the early draft development: Jukka Juutilainen, Rüdiger Matthes, Mats-Olof Mattsson, Chiyoji Ohkubo, René de Sèze, Rianne Stam, and Andrew Wood.

The views expressed by the authors and collaborators do not necessarily reflect the views or policies of the organizations they are professionally affiliated with. The mention of commercial products, their sources, or their use in connection with material reported herein is not to be construed as either an actual or implied endorsement of such products by ICNIRP or any of the organizations with which the collaborators are affiliated.

The support received by the German Federal Ministry for the Environment (BMU), the European Union Programme for Employment and Social Innovation "EaSI" (2014–2020), the International Radiation Protection Association (IRPA), the Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA), and the New Zealand Ministry of Health is gratefully acknowledged.

In regard to the EU funds, for further information please consult: <http://ec.europa.eu/social/easi>. The information contained in this publication does not necessarily reflect the official position of the European Commission, or any other donors. All information concerning the support received by ICNIRP is available at [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org).

### **REFERENCES**

- Bradford Hill A. The environment and disease: association or causation? *Proc R Soc Med* 58:295–300; 1965.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation. *Health Phys* 105:74–96; 2013.
- International Commission on Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press; ICRP Publication 103, *Ann ICRP* 103; 2007.
- International Commission on Radiological Protection. Ethical foundations of the system of radiological protection. Oxford: Pergamon Press; ICRP Publication 138, *Ann ICRP* 47(1); 2018.
- Repacholi MH. A history of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. *Health Phys* 113:282–300; 2017.



## APPENDIX

Further information about ICNIRP and its procedures for setting guidelines.

### About ICNIRP

ICNIRP was chartered by the International Radiation Protection Association (IRPA) in 1992 as an independent commission to succeed the International Non-Ionizing Radiation Committee (INIRC) of IRPA (Repacholi 2017). The objective of ICNIRP as formulated in its charter is “The Commission is established for the purpose of advancing Non-Ionizing Radiation Protection for the benefit of people and the environment and in particular to provide guidance and recommendations on protection from NIR exposure” (see <http://www.icnirp.org/en/about-icnirp/aim-status-history/index.html>). ICNIRP maintains a close but independent association with IRPA.

Membership in ICNIRP is limited to scientific experts who have no commercial or other vested interests. Candidates can be proposed by national and international radiation protection bodies and by current ICNIRP members. New members are elected by the Main Commission of ICNIRP from these candidates. The term of membership is four years and this term can be renewed twice.

ICNIRP has established the Scientific Expert Group (SEG), which consists of eminent scientists with different expertise deemed helpful in current and near-future activities of the Commission. SEG members, together with members of the Main Commission, form Project Groups that prepare the initial drafts of documents or guidelines. These are submitted to the Main Commission for further consideration and finalization. The term of membership of the SEG is four years.

In carrying out their voluntary work for the Commission or SEG, members do not represent either their country of origin or their organization. Commission and SEG members are required to declare any personal interests in relation to their activities for ICNIRP and update these annually; emeritus Commission members are required to submit a declaration of interests if they want to attend a meeting of the Commission. All declarations of interests are available on the website of ICNIRP ([www.icnirp.org](http://www.icnirp.org)). The website also contains financial statements, which include ICNIRP's sources of funding.

### Indirect effects

Most health effects considered in non-ionizing radiation protection are direct effects. However, health effects can also arise from indirect pathways. For instance they may occur from an electric discharge arising from metallic objects charged by exposure to some types of non-ionizing radiation; these types of indirect effects are considered by

ICNIRP. Other types are not, for example, heating of metallic objects in the body, such as prostheses, or an influence on the operation of medical devices such as pacemakers. The latter electromagnetic interference effects are of a technical nature and do not fall within the remit of ICNIRP. Technical standards bodies normally set minimal requirements for the tolerance of equipment to external influences (while usually also setting limits for exposure of humans from the equipment).

### Substantiated effects

ICNIRP sets its exposure guidelines only on the basis of scientifically substantiated effects. Depending on the type of study (epidemiological or experimental), different criteria are used to determine whether an effect is substantiated (or verified), but there are several criteria common to all types of study. In general, an effect needs to be observed in more than one study. An obvious requirement is that studies are performed according to accepted scientific practice and quality criteria. For experimental studies these include, but are not limited to, adequate dosimetry and inclusion of a sham-exposed group. For epidemiological studies an adequate description of the investigated population group, well-defined exposure contrasts and adequate identification and control of confounding factors and minimization of bias are essential. These are included in the criteria formulated by Bradford Hill (1965), and are important in determining the likelihood of causality. The analysis of data should be performed using appropriate statistical procedures. Further, the results should be explicable more generally within the context of the scientific literature. In the ICNIRP documents, “evidence” is used within this context, and “substantiated effect” is used to denote reported effects that satisfy this definition of evidence.

The search for and analysis of relevant studies should to the extent possible be carried out according to systematic procedures following a priori defined protocols. ICNIRP may use comprehensive and systematic reviews performed by competent non-commercial national and international organizations, such as WHO, as the basis for its health risk evaluation.

ICNIRP values and takes into account the opinions of other scientific experts, both members of the SEG and others, in assessing whether an effect is scientifically substantiated. However, the final determination is made by the Main Commission of ICNIRP.

### Health effect threshold

When a reported effect is considered by ICNIRP to be substantiated, the next step is to determine whether it is adverse to humans or the environment, and if so, whether there is an adverse health effect threshold. An adverse health effect threshold is the lowest exposure level known to cause

# ICRP

Publicación 103

*Las Recomendaciones  
2007 de la Comisión Internacional  
de Protección Radiológica*



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



ASOCIACIÓN DE PROFESIONALES DE  
LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA  
ATÓMICA Y LA ACTIVIDAD NUCLEAR

Traducción oficial al español de la Publicación ICRP nº 103. Editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica con la autorización de la International Commission on Radiological Protection (ICRP)

## GRUPOS DE TRABAJO

### SEPR

*Sociedad Española de Protección Radiológica*



**Coordinador:**  
David Cancio

**Participantes:**  
Antonio Brosed  
David Cebrian  
Antonio Delgado  
María Antonia López  
Almudena Real

### APCNEAN

*Asociación de Profesionales de la Comisión  
Nacional de Energía Atómica y la Actividad  
Nuclear*



**Coordinador:**  
Máximo Rudelli

**Participantes:**  
Agustín Arbor  
Cesar Arias  
Alfredo Biaggio  
Ana María Larcher  
Gustavo Massera  
Severino Michelin  
Susana Papadópolos  
Diego Tellería

### Publicación 103 ICRP

Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica

© *Sociedad Española de Protección Radiológica*  
Capitán Haya, 60 - 28020 Madrid

ISBN: 978-84-691-5410-G  
Depósito Legal: M-39224-2008

Edita: Senda Editorial S.A.  
Imprime: Imgraf S.L.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, en ninguna forma y bajo ningún medio, sin la autorización previa y por escrito de la Sociedad Española de Protección Radiológica.

## PRÓLOGO A LA EDICIÓN ESPAÑOLA

A finales del año pasado, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) ha publicado una revisión de sus Recomendaciones básicas, tras un extenso periodo de tiempo dedicado a su elaboración y al esfuerzo y consenso de numerosos profesionales especializados en este campo del saber.

Esta masa crítica ha logrado recoger en este documento técnico las novedades científicas, tanto en los avances de la radiobiología como de la física de las radiaciones ionizantes. Asimismo ha desarrollado algunos aspectos de interpretación de las pasadas Recomendaciones, clarificando el Sistema Global de Protección Radiológica.

Cabe señalar que se mantienen los principios básicos de justificación, optimización y limitación de dosis, pero con matices en su aplicación. Tal es el caso de las situaciones de exposición, ahora definidas como *planificada*, *existente* y *de emergencia*, en las que se aplica un criterio único basado en la definición de restricciones de dosis o niveles de referencia, potenciando el proceso de optimización.

Otro dato a destacar es la inclusión de un capítulo dedicado a la Protección del Medio Ambiente. Este tema constituye uno de los retos del futuro y está siendo desarrollado por un Comité específico de la ICRP.

Todo ello implica una evolución conceptual de la Protección Radiológica, aunque sin afectar con grandes cambios en la praxis diaria, fomentando la estabilidad del Sistema de Protección Radiológica.

La Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) realizó la traducción al castellano de las anteriores recomendaciones publicadas en 1990 (ICRP-60). Este hecho supuso un gran esfuerzo de profesionales de nuestra Sociedad, que nos ha permitido disponer de un valioso texto de consulta.

Por ello, la SEPR ha apostado por repetir la experiencia, con la colaboración de un equipo de Socios. En esta oportunidad, para la tarea de traducción, se han aunado esfuerzos con profesionales argentinos, coordinados por la Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Actividad Nuclear (APCNEAN), de Argentina, que asumieron de igual manera el compromiso de traducir al castellano estas nuevas Recomendaciones.

Previamente a su publicación, un responsable de la SEPR y otro de la APCNEAN trabajaron en coordinación para revisar el texto en castellano y allanar las diferencias de modismos y expresiones propias de los hablantes de sendos países, con lo cual creemos que el resultado del trabajo que aquí se presenta tiene en cuenta, en gran medida, las diferencias lingüísticas para un mejor entendimiento del idioma castellano en todo el mundo.

Este trabajo se ha realizado con la autorización expresa de la ICRP a la SEPR para publicar la versión oficial del texto de estas recomendaciones en castellano. Nuestro más sincero agradecimiento por ello tanto a la ICRP, como a los profesionales que han desarrollado esta labor.

La SEPR desea tener un agradecimiento especial a organismos y entidades españolas como CSN, CIE-MAT, ENRESA, ENUSA y UNESA, por su apoyo constante y decidido en la realización de este proyecto.

Nace una nueva versión de ICRP en castellano. Deseamos que os sea a todos muy útil

**Rafael Ruiz Cruces**  
Presidente SEPR

**Agustín Arbor González**  
Secretario General APCNEAN

# Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica

ICRP, Publicación 103

Aprobada por la Comisión en marzo de 2007

**Resumen**– Estas Recomendaciones revisadas para un Sistema de Protección Radiológica sustituyen formalmente las Recomendaciones previas de la Comisión de 1990; y actualizan, consolidan y desarrollan las guías adicionales promulgadas desde 1990 sobre el control de la exposición procedente de fuentes de radiación.

De este modo, las Recomendaciones actuales ponen al día los factores de ponderación de la radiación y de tejido en las magnitudes dosis equivalente y dosis efectiva y actualizan el detrimento producido por la radiación, en base a la última información disponible sobre la biología y la física de la exposición a radiación. Mantienen los tres principios fundamentales de protección radiológica de la Comisión, o sea, justificación, optimización y la aplicación de límites de dosis, clarificando como éstos aplican a las fuentes de radiación que producen exposición y a los individuos que reciben la exposición.

Las Recomendaciones evolucionan desde el enfoque de protección anterior basado en los procesos, que utilizaba las prácticas y las intervenciones, hasta un enfoque basado en la situación de exposición. Se reconocen situaciones de exposición planificada, de emergencia y existente y se aplican los principios fundamentales de justificación y optimización de la protección a todas estas situaciones. Se mantienen los límites de dosis actuales de la Comisión para dosis efectivas y dosis equivalentes procedentes de todas las fuentes reguladas en situaciones de exposición planificada. Se refuerza el principio de optimización de la protección, el cual debe ser aplicable de una manera similar a todas las situaciones de exposición. El mismo está sujeto a las siguientes restricciones de dosis y riesgos individuales; restricciones de dosis y riesgos para situaciones de exposición planificada y niveles de referencia para situaciones de exposición de emergencia y existente. Las Recomendaciones también incluyen una aproximación para desarrollar un sistema que demuestre la protección radiológica del medio ambiente.

*Palabras clave:* Justificación; Optimización; Límites de dosis; Restricciones; Niveles de referencia

## EDITORIAL

### NO PODRÍAMOS HABERLO HECHO SIN VUESTRA AYUDA

Las nuevas Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) fueron aprobadas el 21 de marzo de 2007 en Essen, Alemania, tras ocho años de discusiones, en las que participaron científicos, reguladores y usuarios de todo el mundo.

La Comisión es una organización asesora que ofrece sus recomendaciones a agencias reguladoras y consultoras, principalmente proporcionando orientación sobre los principios fundamentales en los que se puede basar una protección radiológica adecuada. Desde su comienzo en 1928, la Comisión ha proporcionado regularmente recomendaciones sobre la protección contra los riesgos de la radiación ionizante. El primer informe de la actual serie, *Publicación 1*, contenía las recomendaciones adoptadas en 1958 (ICRP, 1959). Las recomendaciones más recientes han aparecido en la *Publicación 26* (ICRP, 1977) y la *Publicación 60* (ICRP, 1991b) que recogen las recomendaciones adoptadas en 1977 y 1990, respectivamente.

Las organizaciones internacionales y las autoridades nacionales responsables de la protección radiológica, así como los usuarios, han tomado las recomendaciones y los principios dados por la Comisión como una base clave para sus acciones protectoras. Como tal, prácticamente todos los estándares internacionales y las regulaciones nacionales relacionadas con la protección radiológica están basadas en las recomendaciones de la Comisión.

Actualmente, la mayoría de las regulaciones nacionales están basadas en las Recomendaciones de 1990 de la *Publicación 60*. Los estándares internacionales, tales como las Normas Básicas de Seguridad Internacionales, diversas convenciones internacionales del trabajo y directivas europeas sobre protección radiológica también están basadas en estas recomendaciones.

En la *Publicación 26*, la Comisión cuantificó los efectos estocásticos de la radiación y propuso un sistema de limitación de dosis con sus tres principios de justificación, optimización de la protección y límites de dosis individuales. En la *Publicación 60*, la Comisión revisó sus recomendaciones y extendió su filosofía a un sistema de protección radiológica, aunque manteniendo los principios fundamentales de protección.

Desde la *Publicación 60* se han publicado nuevos datos científicos y aunque los supuestos y conceptos biológicos y físicos siguen siendo robustos, es necesaria una actualización. La estimación global de los efectos deterministas permanece fundamentalmente igual. La estimación del riesgo de cáncer atribuible a la exposición a radiación no ha cambiado mucho en los últimos 17 años, mientras que el riesgo estimado de efectos heredables es actualmente menor que entonces. Los datos nuevos proporcionan una base más firme sobre la que modelizar los riesgos y calcular el detrimento.

Las Recomendaciones de 2007 evolucionan desde el enfoque anterior basado en procesos de prácticas e intervenciones, a una aproximación basada en las características de la situación de la exposición. El sistema de protección radiológica aplica, en principio, a cualquier situación de exposición a radiación. Se utilizan procedimientos similares para decidir sobre la extensión y el nivel de las acciones protectoras a realizar, independientemente de la situación de exposición. Específicamente, los principios de justificación y optimización aplican universalmente. La ICRP es de la opinión de que centrándose más en la optimización, la implementación de la protección para lo que se ha considerado hasta ahora como intervenciones, podría aumentarse.

En vista de la importancia dada a las recomendaciones de la Comisión y para asegurar que las nuevas recomendaciones abordan de forma adecuada y apropiada los temas y preocupaciones nacionales, la Comisión ha iniciado un proceso mucho más abierto que el utilizado para el desarrollo de las anteriores recomendaciones. También debe resaltarse que la Comisión menciona, por primera vez, la necesidad de tener en cuenta los puntos de vista y las preocupaciones de las partes interesadas (stakeholders) cuando se optimiza la protección.



Así pues, la Comisión ha solicitado la contribución de un amplio espectro de grupos interesados en protección radiológica, que van desde instituciones gubernamentales y organizaciones internacionales hasta científicos y organizaciones no gubernamentales. El borrador de las recomendaciones ha sido discutido en un amplio número de conferencias nacionales e internacionales y por las muchas organizaciones internacionales y nacionales que tienen interés en la protección radiológica.

Muchas de ellas también organizaron actividades alrededor del proyecto de las Recomendaciones. Así por ejemplo, La Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA, del inglés International Radiation Protection Association) organizó revisiones entre sus organizaciones miembro a lo largo del mundo para sus Congresos de 2000 y 2004 y en conexión con nuestra consulta pública de 2006; la Agencia de la Energía Nuclear (NEA, del inglés Nuclear Energy Agency) de la OCDE organizó siete reuniones internacionales y realizó cuatro evaluaciones detalladas de los textos borradores de la ICRP (en 2003, 2004, 2006 y 2007); y la Comisión Europea organizó un seminario en 2006 para debatir los aspectos científicos de las Recomendaciones. Las agencias de Naciones Unidas, lideradas por el Organismo Internacional de la Energía Atómica, están utilizando las Recomendaciones 2007 de la ICRP como contribución principal en su proyecto de revisar las Normas Básicas de Seguridad, y de igual manera la Comisión Europea utiliza las Recomendaciones de 2007 como contribución principal en su revisión de las Normas Básicas de Seguridad Europeas.

Las Recomendaciones han sido preparadas tras dos rondas de consulta pública internacional. Siguiendo esta política de transparencia e implicación de los grupos interesados, la ICRP espera que se produzca un entendimiento más claro y una aceptación más amplia de sus Recomendaciones. Aunque las Recomendaciones revisadas no contienen ningún cambio fundamental en la política de protección radiológica, ayudarán a clarificar la aplicación del sistema de protección radiológica en la gran mayoría de las situaciones de exposición que puedan acontecer, mejorando por tanto los ya altos estándares de protección.

La Comisión está satisfecha de haber llegado al final de una fase de gestación larga pero útil, que ha incluido numerosas consultas y está orgullosa de presentar estas Recomendaciones 2007. Las extensas consultas han permitido elaborar un documento mucho más mejorado y la Comisión está agradecida a las muchas organizaciones, expertos y miembros individuales del público que han dedicado una gran parte de su tiempo y experiencia a ayudarnos a mejorar las Recomendaciones. Sus contribuciones han sido cruciales para el futuro éxito de las Recomendaciones 2007.

**Lars-Erik Holm**  
*Presidente de la ICRP*

### **Referencias**

- ICRP, 1959. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 1. Pergamon Press, Oxford, UK.
- ICRP, 1977. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26, Ann. ICRP 1 (3).
- ICRP, 1991b. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21 (1-3).

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>PRÓLOGO DE LA EDICIÓN ESPAÑOLA</b> .....	3
<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	7
<b>PRÓLOGO</b> .....	9
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	11
<b>Referencias</b> .....	15
<b>GLOSARIO</b> .....	17
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	33
1.1. Historia de la Comisión.....	33
1.2. Desarrollo de las Recomendaciones de la Comisión.....	33
1.3. Estructura de las Recomendaciones.....	37
1.4. Referencias.....	37
<b>2. OBJETIVOS Y ALCANCE DE LAS RECOMENDACIONES</b> .....	39
2.1. Objetivo de las Recomendaciones.....	39
2.2. Las bases y estructuras del sistema de protección.....	39
2.3. Alcance de las Recomendaciones.....	42
2.4. Exclusión y exención.....	43
2.5. Referencias.....	43
<b>3. LOS ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</b> .....	45
3.1. La inducción de los efectos deterministas (reacciones tisulares nocivas).....	45
3.2. La inducción de efectos estocásticos.....	46
3.3. La inducción de otras enfermedades diferentes al cáncer.....	51
3.4. Efectos radiológicos en el embrión y el feto.....	51
3.5. Estimaciones e incertidumbres.....	52
3.6. Referencias.....	52
<b>4. MAGNITUDES UTILIZADAS EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</b> .....	55
4.1. Introducción.....	55
4.2. Consideraciones sobre los efectos a la salud.....	55
4.3. Magnitudes dosimétricas.....	56
4.4. Evaluación de la exposición a la radiación.....	63
4.5. Incertidumbres y criterios.....	68
4.6. Referencias.....	69

<b>5. EL SISTEMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE SERES HUMANOS</b> .....	71
5.1. Definición de fuente .....	72
5.2. Tipos de situaciones de exposición .....	72
5.3. Categorías de exposición .....	72
5.4. Identificación de los individuos expuestos .....	73
5.5. Niveles de protección radiológica .....	76
5.6. Principios de protección radiológica .....	77
5.7. Justificación .....	78
5.8. Optimización de la protección .....	79
5.9. Restricciones de dosis y niveles de referencia .....	81
5.10. Límites de dosis .....	86
5.11. Referencias .....	88
<b>6. IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE LA COMISIÓN</b> .....	89
6.1. Situaciones de exposición planificada .....	89
6.2. Situaciones de exposición de emergencia .....	93
6.3. Situaciones de exposición existente .....	95
6.4. Protección del embrión/feto en las situaciones de exposición existentes y de emergencia .....	99
6.5. Comparación de los criterios de protección radiológica .....	99
6.6. Implementación práctica .....	102
6.7. Referencias .....	105
<b>7. LA EXPOSICIÓN MÉDICA DE PACIENTES, CUIDADORES, CONFORTADORES Y VOLUNTARIOS EN LA INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA</b> .....	107
7.1. Justificación de los procedimientos médicos .....	108
7.2. Optimización de la protección en las exposiciones médicas .....	109
7.3. Dosis efectivas en la exposición médica .....	110
7.4. Exposición de pacientes embarazadas .....	111
7.5. Prevención de accidentes en la terapia con haz externo y en braquiterapia .....	111
7.6. Protección de los cuidadores y confortadores de pacientes tratados con radionucleidos .....	112
7.7. Voluntarios para la investigación biomédica .....	113
7.8. Referencias .....	113
<b>8. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE</b> .....	115
8.1. Los objetivos de la protección radiológica del medio ambiente .....	115
8.2. Animales y plantas de referencia .....	116
8.3. Referencias .....	116
<b>ANEXO A. INFORMACIÓN BIOLÓGICA Y EPIDEMIOLOGICA SOBRE LOS RIESGOS PARA LA SALUD ATRIBUIBLES A LA RADIACIÓN IONIZANTE: UN RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES CON FINES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LAS PERSONAS</b> .....	117
<b>ANEXO B. MAGNITUDES EMPLEADAS EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.</b> .....	215
<b>TODAS LAS REFERENCIAS</b> .....	277

## PRÓLOGO

Desde que se dictaran las Recomendaciones de 1990 como *Publicación 60* de ICRP (ICRP 1991b) la Comisión ha revisado regularmente estas Recomendaciones y, de vez en cuando, ha realizado informes suplementarios en los Anales de la ICRP. La extensión de estos informes suplementarios ha indicado la necesidad de la consolidación y racionalización presentada aquí. Desde la *Publicación 60* también se han publicado nuevos datos científicos, y si bien los supuestos y conceptos biológicos y físicos siguen siendo robustos, es necesaria cierta actualización. Las estimaciones globales de efectos deterministas y riesgos estocásticos permanecen fundamentalmente iguales. Las estimaciones globales de riesgo de cáncer atribuible a la exposición a radiación no han cambiado de forma apreciable en los pasados 16 años. Por el contrario, el riesgo estimado de efectos heredables es en la actualidad menor que antes. En conjunto, los datos nuevos proporcionan una base más firme sobre la que modelizar los riesgos y calcular el detrimento. Finalmente, también se ha puesto de manifiesto que la protección radiológica del medio ambiente debe recibir más énfasis que en el pasado.

Por lo tanto, aunque reconoce la necesidad de una estabilidad en las regulaciones internacionales y nacionales, la Comisión ha decidido promulgar estas Recomendaciones revisadas teniendo dos objetivos principales en mente:

- tener en consideración la nueva información biológica y física y las tendencias en el establecimiento de los estándares de seguridad radiológica; y
- mejorar y racionalizar la presentación de las Recomendaciones.

Además, la Comisión ha mantenido en las Recomendaciones tanta estabilidad como ha sido coherente con la nueva información científica y las expectativas sociales.

En su Sistema de Protección revisado, las Recomendaciones de la Comisión ahora evolucionan desde la aproximación previa basada en un sistema de prácticas e intervenciones, a una aproximación basada en las características de las situaciones de exposición a radiación. Al adoptar esta aproximación, la Comisión desea afirmar que su sistema de protección puede aplicarse en principio a cualquier situación de exposición a radiación. Se utilizan procedimientos similares para decidir sobre la extensión y el nivel de las acciones protectoras a realizar, independientemente de la situación de exposición. Específicamente, los principios de justificación y optimización aplican universalmente. La Comisión es de la opinión de que la implementación de la protección para lo que hasta ahora se ha clasificado como intervenciones, podría aumentarse si se presta mayor atención a estos aspectos comunes.

Estas Recomendaciones fueron elaboradas por la Comisión Principal de la ICRP, basándose en un borrador previo que se sometió a consulta pública e interna en 2004 y de nuevo, en su forma revisada, en 2006. Introduciendo una mayor transparencia e implicando en el proceso de revisión a muchas organizaciones e individuos que están interesados en la protección radiológica, la Comisión espera un mejor entendimiento general y aceptación de sus Recomendaciones.

Publicación 103 de la ICRP

Los miembros de la Comisión Principal durante el periodo de preparación de las actuales Recomendaciones fueron:

(2001–2005)

R.H. Clarke (Presidente)	A.J. González	Y. Sasaki
R.M. Alexakhin	L.-E. Holm (Vicepresidente)	C. Streffer
J.D. Boice jr	F.A. Mettler jr	A. Sugier (2003-2005)
R. Cox	Z.Q. Pan	B.C. Winkler († 2003)
G.J. Dicus († 2006)	R.J. Pentreath (2003-2005)	

Secretaría científica: J. Valentin

(2005–2009)

L.-E. Holm (Presidente)	J.-K. Lee	Y. Sasaki
J.D. Boice jr	H. Menzel (2007-2009)	N. Shandala
C. Cousins	Z.Q. Pan	C. Streffer (2005-2007)
R. Cox (Vicepresidente)	R.J. Pentreath	A. Sugier
A.J. González	R.J. Preston	

Secretaría científica: J. Valentin

El trabajo de la Comisión recibió una gran ayuda de las contribuciones significativas de P. Burns, J. Cooper, J.D. Harrison y W. Weiss. También se benefició de las discusiones mantenidas en muchas reuniones internacionales sobre las presentes Recomendaciones.

La Comisión desea expresar su agradecimiento a todas las organizaciones internacionales y nacionales, gubernamentales y no-gubernamentales, y a todas las personas que han contribuido en el desarrollo de estas Recomendaciones.

## RESUMEN EJECUTIVO

(a) El 21 de marzo de 2007, la Comisión Principal de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) aprobó esta revisión de las Recomendaciones para un Sistema de Protección Radiológica que reemplaza formalmente a las recomendaciones emitidas en 1991 en la *Publicación 60*. Asimismo actualiza la orientación suplementaria sobre el control de la exposición a fuentes de radiación, formulada desde dicha publicación. La presente revisión consolida y desarrolla recomendaciones y orientaciones previas.

(b) La Comisión ha preparado estas Recomendaciones después de dos rondas de consulta pública internacionales del borrador de las mismas, una en 2004 y otra en 2006. Utilizando esta política de transparencia e involucrando a las partes interesadas, la Comisión espera tanto una clara comprensión como una amplia aceptación de sus Recomendaciones.

(c) Las características principales de las Recomendaciones actuales son las siguientes:

- Actualizan los factores de ponderación de la radiación y de los tejidos en las magnitudes dosis equivalente y dosis efectiva y actualizan el detrimento producido por la radiación sustentándose en la última información científica disponible de la biología y de la física de la exposición a la radiación.
- Mantienen los tres principios fundamentales de la protección radiológica de la Comisión, a saber la justificación, la optimización y la aplicación de límites de dosis, y aclaran cómo se aplican a las fuentes que causan exposición y a los individuos expuestos a la radiación.
- Evolucionan desde el enfoque anterior de la protección fundado en un proceso utilizando prácticas e intervenciones, desplazándose hacia un enfoque basado en cada situación, aplicando los principios fundamentales de la justificación y la optimización de la protección a todas las situaciones de exposición controlables, a las cuales las presentes Recomendaciones caracterizan como planificada, de emergencia y existente.
- Mantienen los límites de la dosis individual para la dosis efectiva y para la dosis equivalente, debida a todas las fuentes reguladas en las situaciones de exposición planificada. Dichos límites representan la dosis máxima que sería aceptada por las autoridades reguladoras en cualquier situación de exposición planificada.
- Refuerzan el principio de optimización de la protección, que debería ser aplicable de forma similar en todas las situaciones de exposición con limitaciones de las dosis individuales y de los riesgos, es decir restricciones de dosis y de riesgo para las situaciones de exposición planificada y con niveles de referencia para las situaciones de emergencia y existente.
- Incluyen un enfoque para desarrollar un marco conceptual para demostrar la protección radiológica del medio ambiente.

(d) El sistema de protección radiológica de la Comisión es de aplicación a toda exposición a la radiación ionizante originada por cualquier fuente, sin tener en cuenta su tamaño y origen. Sin embargo, las Recomendaciones sólo se pueden aplicar en su integridad a las situaciones donde tanto la fuente de exposición como las vías que conducen a las dosis contraídas por los individuos pueden controlarse por medios razonables. Se excluyen de la legislación de protección radiológica algunas situaciones de exposición, habitualmente cuando son imposibles de controlar con los instrumentos reguladores, mientras que algunas situaciones de exposición se exceptúan de algunos o de todos los requisitos reguladores cuando tales controles no pueden estar garantizados.

(e) Para las Recomendaciones de la Comisión es esencial la comprensión de los efectos de la radiación ionizante sobre la salud. Una revisión de la información biológica y epidemiológica sobre los riesgos a la salud atribuibles a la radiación ionizante, ha conducido a la Comisión a las conclusiones siguientes. Se estima que la distribución de riesgos en los diferentes órganos/tejidos ha cambiado algo desde la *Publicación 60*, particularmente en cuanto al riesgo de cáncer de mama y de enfermedades hereditarias. No obstante, suponiendo una respuesta lineal a dosis bajas, el detrimento combinado debido

al exceso de casos de cáncer y de efectos heredables permanece inalterado en alrededor del 5% por Sv. Englobado en la estimación actual está el empleo del factor de eficacia de la dosis y de la tasa de dosis para cánceres sólidos, el cual permanece inalterado en su valor de 2. La Comisión también considera que a consecuencia de las exposiciones prenatales, a) el riesgo de cáncer será similar a aquel derivado de la irradiación en la niñez temprana y b) que a dosis bajas existe tanto un umbral para la inducción de malformaciones como para la expresión del retraso mental severo. La Comisión ha mantenido los límites, propuestos en la *Publicación 60*, de la dosis efectiva y los límites de dosis equivalentes para piel, manos/ pies y ojos. No obstante reconoce que particularmente respecto a los ojos es necesaria información adicional y pueden ser requeridas revisiones críticas. Los datos disponibles sobre un posible exceso de enfermedades no relacionadas con el cáncer (ej. desórdenes cardiovasculares) se estiman insuficientes, para informar de un riesgo a dosis bajas.

(f) No obstante, la revisión exhaustiva por la Comisión, de los efectos de la radiación ionizante sobre la salud no indicó que fuese necesario cambio fundamental alguno del sistema de protección radiológica. Significativamente, las recomendaciones numéricas existentes en los criterios de orientación emitidos desde 1991 permanecen válidas, a menos que específicamente se señale lo contrario. Por consiguiente, esta revisión de las Recomendaciones no debería implicar un cambio sustancial en las reglamentaciones de protección radiológica sustentadas en las Recomendaciones previas y los correspondientes criterios de orientación.

(g) La presunción fundamental en la inducción de cáncer y de efectos heredables de una respuesta lineal con la dosis, según la cual un incremento en la dosis induce un aumento proporcional en el riesgo incluso a dosis bajas, continúa permitiendo la suma de las dosis debidas a las fuentes externas de radiación y a la incorporación de radionucleidos.

(h) Permanece inalterado el uso de la dosis equivalente y de la dosis efectiva, aunque se han realizado revisiones de los métodos utilizados en su cálculo. El análisis de los datos disponibles de la eficacia biológica relativa de las distintas radiaciones y las consideraciones biofísicas han llevado a cambios en los valores de los factores de ponderación empleados para neutrones y protones, con los valores para neutrones dados como una función continua de la energía del neutrón y la inclusión de un valor para piones cargados. Permanecen inalterados los factores de ponderación para los fotones, electrones, muones y partículas alfa.

(i) Un cambio importante consiste en que las dosis de fuentes externas e internas se calcularán empleando maniqués (*phantoms*) computacionales del cuerpo humano de referencia, basados en imágenes tomográficas, reemplazando el uso de múltiples modelos matemáticos. Para los adultos, las dosis equivalentes serán calculadas promediando valores obtenidos empleando maniqués (*phantoms*) masculinos y femeninos. La dosis efectiva entonces se calculará utilizando factores de ponderación tisulares promediados para la edad y el sexo, fundamentados en los datos actualizados del riesgo y aplicados, como valores redondeados, a una población de ambos sexos y de todas las edades. La dosis efectiva es calculada no para un individuo sino para la Persona de Referencia.

(j) Se propone que la dosis efectiva se utilice como una magnitud de protección. Los usos principales de la dosis efectiva son para la evaluación de la dosis probable en la planificación y la optimización de la protección radiológica y en la demostración, para fines reguladores, del cumplimiento de los límites de dosis. No se recomienda la dosis efectiva para las evaluaciones epidemiológicas, ni debería utilizarse para estudios retrospectivos específicos y detallados de la exposición individual y del riesgo.

(k) La magnitud dosis efectiva colectiva es la herramienta de la optimización, para comparar tecnologías radiológicas y procedimientos de protección, predominantemente en el contexto de la exposición ocupacional. No se propone la dosis efectiva colectiva como una herramienta para la evaluación del riesgo epidemiológico y es inadecuado usarla en proyecciones del riesgo. Es incorrecta la agregación de diminutas dosis individuales durante lapsos de tiempo prolongados y en particular, debería evitarse el cálculo del número de muertes de cáncer basado en dosis efectivas colectivas debidas a dosis individuales insignificantes.

(l) Para evaluar las dosis de radiación son necesarios modelos para simular la geometría de la exposición externa, la biocinética de la incorporación de radionucleidos y el cuerpo humano. Los modelos y

los valores paramétricos de referencia necesarios son establecidos y seleccionados a través de estimaciones realizadas en un conjunto de estudios experimentales y en seres humanos. Para los propósitos reguladores, estos modelos y los valores paramétricos son fijados por convención y no están sujetos a incertidumbre. La Comisión es consciente de las incertidumbres y la falta de precisión de los modelos y de los valores paramétricos. Se llevan a cabo tareas para evaluarlos críticamente y reducir incertidumbres. Para la dosis individual retrospectiva y evaluaciones del riesgo, tienen que ser tenidos en cuenta tanto los parámetros individuales como las incertidumbres.

(m) El proceso para consolidar orientaciones y recomendaciones anteriores de la Comisión ha demostrado que eran deseables algunos cambios de la estructura y terminología del sistema de protección para mejorar la utilidad y claridad. En particular, es posible que la distinción entre prácticas e intervenciones no haya sido completamente entendida por la vasta comunidad de la protección radiológica. Además existían situaciones de exposición difíciles de categorizar de esa forma.

(n) Ahora la Comisión reconoce tres tipos de situaciones de exposición que reemplazan a la categorización previa en prácticas e intervenciones. Estas situaciones tienen la intención de cubrir el espectro íntegro de las situaciones de exposición. Las tres situaciones son:

- Situaciones de *exposición planificada* que son aquéllas que involucran la introducción y la operación planificada de fuentes. Este tipo de situación de exposición incluye a las clasificadas previamente como prácticas.
- Situaciones de *exposición de emergencia* que son situaciones inesperadas, que demandan una atención urgente, como las que pueden sobrevenir durante la operación de una situación planificada o de un acto malévolo.
- Situaciones de *exposición existente* que son estados de exposición que existen cuando tiene que ser tomada una decisión sobre su control, como las causadas por la radiación de fondo natural.

(o) En las Recomendaciones revisadas se retienen los tres principios importantes de la protección radiológica. Los principios de justificación y de optimización son de aplicación a las tres situaciones de exposición, mientras que el principio de aplicación de límites de dosis sólo se utiliza para las dosis que se espera ocurran con certeza como resultado de situaciones de exposición planificada. Estos principios se definen como:

- *Principio de justificación*: Cualquier decisión que altera la situación de exposición a la radiación debería ocasionar más beneficio que daño.
- *Principio de optimización de la protección*: La probabilidad de una exposición, el número de personas expuestas y la magnitud de sus dosis individuales deberían ser mantenidas tan bajas como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales.
- *Principio de aplicación de límites de dosis*: La dosis total a todo individuo debida a fuentes controladas en situaciones de exposición planificada, sin tener en cuenta la exposición médica a los pacientes, no debería exceder los límites apropiados especificados por la Comisión.

La Comisión continúa distinguiendo tres categorías de exposición: ocupacionales, del público, y exposiciones médicas de pacientes (y cuidadores, confortadores y voluntarios en investigación). Si una trabajadora ha notificado que está embarazada, se tienen que contemplar controles adicionales para lograr, en líneas generales, que el nivel de protección del embrión/feto sea similar al provisto para los miembros del público.

(p) Las Recomendaciones revisadas dan énfasis al importante papel del principio de optimización. Este principio debería aplicarse de forma similar en toda situación de exposición. Las restricciones, es decir las restricciones de dosis en las situaciones de exposición planificada y los niveles de referencia en las situaciones de exposición de emergencia y existente se aplican a la dosis de un individuo nominal (la Persona de Referencia). Las opciones que ocasionaran dosis mayores que la magnitud de la



restricción deberían rechazarse en la etapa de planificación. Significativamente, estas restricciones de las dosis son aplicadas en forma prospectiva, así como la optimización en su conjunto. Si después de la implementación de una estrategia de protección optimizada, se demuestra que como consecuencia se excede el valor de la restricción o nivel de referencia, deberían investigarse las razones aunque este hecho necesariamente por sí solo no debería requerir una acción reguladora. La Comisión espera que el énfasis en un enfoque común a la protección radiológica en toda situación de exposición ayude en la aplicación de sus Recomendaciones a las distintas circunstancias de exposición a la radiación.

(q) A menudo las autoridades nacionales pertinentes tendrán un papel importante en la selección de los valores para las restricciones de dosis y niveles de referencia. En las Recomendaciones revisadas se provee la orientación sobre el proceso de selección. Esta orientación tiene en cuenta las recomendaciones numéricas previamente efectuadas por la Comisión.

(r) Las situaciones de exposición planificada abarcan fuentes y situaciones que se han gestionado adecuadamente con las Recomendaciones previas de la Comisión para las prácticas. La protección durante la utilización médica de la radiación también está incluida en este tipo de situación de exposición. El proceso de planificación de la protección en situaciones de exposición planificada debería incluir la consideración de desviaciones de los procedimientos normales de operación incluyendo accidentes y sucesos malévolos. Las exposiciones originadas en tales circunstancias son descritas por la Comisión como exposiciones potenciales. Las exposiciones potenciales no se planifican pero pueden preverse. Por consiguiente, tanto el diseñador como el usuario de una fuente, para reducir la probabilidad de que suceda una exposición potencial, deben actuar evaluando la probabilidad de un suceso e introducir las salvaguardias de ingeniería correspondientes a esa contingencia. Las Recomendaciones para las situaciones de exposición planificada son esencialmente las proporcionadas en la *Publicación 60* y posteriores. Se conservan los límites de dosis de las exposiciones ocupacional y del público en las prácticas para su aplicación a fuentes reguladas en las situaciones de exposición planificada.

(s) La protección radiológica en medicina no sólo incluye la protección de los pacientes sino también la de los individuos expuestos a la radiación mientras están cuidando o confortando a pacientes y a los voluntarios involucrados en la investigación biomédica. La protección de estos grupos requiere una consideración especial. Las Recomendaciones de la Comisión para la protección radiológica y la seguridad en medicina se dan en la *Publicación 73* (ICRP, 1996a), perfeccionadas en una serie de publicaciones adicionales. Las recomendaciones, orientaciones y asesoramiento en dichas publicaciones siguen teniendo validez y se resumen en las recomendaciones presentes y en la *Publicación 105* (ICRP, 2007b) elaborada por el Comité 3 para sustentar estas Recomendaciones.

(t) El énfasis en la optimización empleando los niveles de referencia en las situaciones existentes y de emergencia, enfoca la atención en el nivel residual de dosis que subsiste después de la implementación de las estrategias de protección. El nivel de dosis esperado debería estar por debajo del valor seleccionado de nivel de referencia. Estas situaciones de exposición involucran a menudo múltiples vías de exposición lo cual significa que tendrán que ser consideradas estrategias de protección involucrando numerosas acciones protectoras diferentes. Sin embargo, el proceso de optimización continuará empleando, como un dato de entrada importante en el desarrollo de las estrategias optimizadas, la dosis evitada por contramedidas específicas.

(u) Las situaciones de exposición de emergencia incluyen la consideración de la preparación para la emergencia y de la respuesta a la misma. La preparación para la emergencia debería incluir la planificación de la implementación de las estrategias optimizadas de protección que tienen como propósito reducir las exposiciones, si la emergencia llegara a ocurrir, por debajo del valor del nivel de referencia seleccionado. Durante la respuesta a la emergencia, el nivel de referencia actuaría como patrón de comparación para evaluar la eficacia de las acciones protectoras y como dato de entrada en la necesidad de establecer acciones adicionales.

(v) Las situaciones existentes incluyen exposiciones que ocurren naturalmente, así como exposiciones debidas a sucesos del pasado, a prácticas llevadas a cabo fuera de las recomendaciones de la Comisión y a accidentes del pasado. En este tipo de situación, las estrategias de protección se llevarán a


cabo a menudo de una manera interactiva, progresiva a lo largo de varios años. El radón en el interior de viviendas y lugares de trabajo es una situación de exposición existente importante y para la cual la Comisión ha hecho, en 1994, recomendaciones específicas en la *Publicación 65* (ICRP 1993b). Desde entonces varios estudios epidemiológicos han confirmado el riesgo para la salud de la exposición al radón y generalmente han dado soporte a las Recomendaciones de la Comisión sobre la protección del radón. Coherentemente con su enfoque de la protección radiológica en la revisión de las recomendaciones, ahora la Comisión impulsa que las autoridades nacionales deberían establecer niveles de referencia nacionales como una ayuda a la optimización de la protección de la exposición al radón. Como una medida de continuidad y viabilidad, la Comisión retiene el valor superior de 10 mSv (dosis efectiva, convertida por convención desde 600 Bq m<sup>-3</sup> de Rn 222 en viviendas) para el nivel de referencia de la dosis anual propuesto en la *Publicación 65*. La Comisión reafirma que la exposición al radón en el trabajo, a niveles por encima del nivel de referencia nacional, debería ser considerada parte de la exposición ocupacional, mientras que las exposiciones a niveles por debajo no deberían hacerlo. No obstante, por debajo del nivel de la referencia nacional la optimización es un requisito.

(w) La revisión de las Recomendaciones reconoce la importancia de proteger al medio ambiente. La Comisión previamente se ha preocupado del medio ambiente sólo en cuanto a la migración de radionucleidos, principalmente en el contexto de las situaciones de exposición planificada. En tales situaciones, la Comisión continúa creyendo que las normas de control medioambiental necesarias para proteger al público en general asegurarían que no se ponen a las otras especies en riesgo. Para proveer un marco sólido para la protección del medio ambiente en todas las situaciones de exposición, la Comisión propone el uso de Animales y Plantas de Referencia. Para establecer una base de aceptabilidad, las dosis adicionales calculadas a éstos organismos de referencia podrían compararse con dosis conocidas que tienen efectos biológicos específicos y con las tasas de dosis normalmente experimentadas en el medio ambiente natural. La Comisión, sin embargo, no propone imponer forma alguna de "límites de dosis" para la protección del medio ambiente.

(x) La Comisión anticipa que aunque las Recomendaciones revisadas no contienen ningún cambio fundamental en la política de la protección radiológica, estas Recomendaciones ayudarán a resolver la aplicación del sistema de protección en la plétora de situaciones de exposición que se encuentran, mejorando así los ya altos estándares de protección.

### Referencias

- ICRP, 1991b. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3).  
ICRP, 1993b. Protection against radon-222 at home and at work. ICRP Publication 65. Ann. ICRP 23 (2).  
ICRP, 1996a. Radiological protection in medicine. ICRP Publication 73. Ann. ICRP 26 (2).  
ICRP, 2007b. Radiological protection in medicine. ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37 (5).



MALDONADO JOSÉ IGNACIO  
DNI 28139487