

Eremu elektromagnetikoak eta osasunean duten eragina



Bizkaiko Osasun Publikoko Zuzendariorde
Maiatza 2012

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

EREMU ELEKTROMAGNETIKOAK ETA OSASUNEAN DUTEN ERAGINA

Alonso Fustel, E.

Garcia Vázquez, R.

Onaindia Olalde, C.

Bizkaiko Osasun Publikoko Zuzendariorde

2011ko azaroa

AURKIBIDEA

<u>LABURPEN EXEKUTIBOA.....</u>	<u>4</u>
<u>JUSTIFIKAZIOA.....</u>	<u>7</u>
<u>2.1.- SAILKAPENA</u>	<u>13</u>
<u>2.2.- EFEKTU BIOLOGIKOAK ETA OSASUNERAKO ERAGINAK</u>	<u>13</u>
<u>4.1.- EREMU ESTATIKOEN ERAGINPEKO ITURRIAK (0 Hz).....</u>	<u>20</u>
<u>World Health Organization. International EMF Project. 299. zenbakidun</u> <u>deskripzio-oharra. Eremu elektromagnetikoak eta osasun publikoa: eremu</u> <u>elektriko eta magnetiko estatikoak. 2006. Hemen eskuragarri:</u> <u>http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs299/es/index.html.....</u>	<u>20</u>
<u>4.2.- MAIZTASUN OSO APALEKO EREMUAK (MOA), 300 Hz-era artekoak.....</u>	<u>21</u>
<u>4.3.- MAIZTASUN ERTAINEKO (ME) EREMUAK, 300 Hz eta 10 MHz artekoak</u>	<u>24</u>
<u>4.4.- IRRATI MAIZTASUNEKO (IM) EREMUAK, 10 MHz eta 300 GHz artekoak</u>	<u>26</u>
<u>4.4.1.- GORPUTZETIK HURBIL ERABILTZEN DIREN ITURRIAK</u>	<u>27</u>
<u>4.4.1.1.- Telefono mugikorak.....</u>	<u>27</u>
<u>4.4.1.2.- Hari gabeko telefonia finkoa, hari gabeko sare lokalak (WLAN,</u> <u>Wi-Fi), Bluetooth.....</u>	<u>30</u>
<u>WLAN eta Wi-Fi, hari gabeko sare lokalak</u>	<u>31</u>
<u>Bluetooth.....</u>	<u>33</u>
<u>4.4.2.- GORPUTZETIK URRUTI ERABILTZEN DIREN ITURRIAK</u>	<u>34</u>
<u>4.4.2.1.- Telebistako eta irratiko antenak.....</u>	<u>34</u>
<u>4.4.2.2.- Telefonia mugikorreko banaguneak.....</u>	<u>36</u>
<u>4.4.2.3.- Radarrak.....</u>	<u>37</u>
<u>4.4.3.- Mikrouhin-labeak</u>	<u>37</u>
<u>GOMENDIOAK</u>	<u>40</u>
<u>6.- BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>42</u>
<u>GLOSARIOA ETA AKRONIMOAK.....</u>	<u>48</u>
<u>1. ERANSKINA.- Europar Batasuneko Osasun Ministroen Kontseiluaren gomendioa,</u> <u>1999ko uztailaren 12koa, eremu elektromagnetikoei (0-300 GHz artekoak) eta haien</u> <u>eraginpean egon daitezkeen pertsonen buruzkoa (1999/519/EE). Ezarritako oinarritzko</u> <u>mugaketen eta erreferentzia mailen laburpena.....</u>	<u>54</u>
<u>2. ERANSKINA.- Europako legeriaren laburpena.</u>	<u>59</u>

LABURPEN EXEKUTIBOA

Txosten honek laneko gida izan nahi luke osasun publikoko teknikarientzat. Ereku elektromagnetikoei dagozkien alderdi guztiak jaso nahi izan dira (kontzeptuak, sailkapena, eragin biologikoak, legeria), hainbat organismotako azken dokumentuak eta webguneak aztertu ondoren.

Kontzeptuak eta sailkapena. Ereku elektromagnetikoak (EEM) aldi berean lekualdatzen diren eta argiaren abiaduran hedatzen diren uhin elektrikoak eta magnetikoen konbinazioa dira. Zenbat eta maiztasun handiagoa izan, are handiagoa da uhinak garraiatzen duen energia kantitatea. Bi talde handitan sailkatzen dira: erradiazio ionizatzaileak (molekula arteko loturak hausteko ahalmena dutenak) eta ez-ionizatzaileak. Osasunaren Mundu Erakundeak (OME) beste sailkapen hau egiten du, erradiazio ez-ionizatzaileen artean:

Ereku elektromagnetiko estatikoak, denboran aldatzen ez direnak.- Honako hauetan daude: lebitazio magnetikoko trenetan, osasun diagnostikoak egiteko erresonantzia magnetikoko sistemetan eta industria-esperimentazioan erabiltzen diren sistema elektrolitikoetan.

Maiztasun oso apaleko (MOA) ereku elektromagnetikoak, 300 Hz artekoak.- Honako hauetan daude: 50 Hz-eko energia elektrikoaren (maiztasun industrialak) sorkuntza, garraio edo erabilerarekin zerikusia duten ekipamenduak, goi- eta erdi-tentsioko lineak, eta etxetresna elektrikoak (hozkailuak, ile-lehorgailuak, eta abar).

Maiztasun ertaineko eremuak (ME), 300 Hz eta 10 MHz arteko maiztasunekoak: ordenagailu pantailak, lapurreten aurkako gailuak eta segurtasun-sistemak.

Irrati-maiztasuneko eremuak (IM), 10 MHz eta 300 GHz arteko maiztasunekoak.- Ondorengo aparatu eta ekipamendu hauen uhinak: irratiak, telebista, radar eta telefonia mugikorrek antenak, telefono mugikorrek eta hari gabeak, Wi-Fi aparatuak, bluetooth eta mikrouhin-labeak.

Eragin biologikoak eta osasunaren gainerakoak. Ez da zalantzan jartzen, atalase jakin batetik aurrera, ereku elektromagnetikoek eragin biologikoak sor ditzaketela. Eztabaida beste honetan datza: esposizio maila apal baina epe luzekoek erantzun biologikoak sorrarazi ote ditzaketen eta eraginik izan dezaketen pertsonen ongizatean.

Erradiazio ez-ionizatzaileek eragiten dituzten efektu biologiko nagusiak honako hauek dira: berotzea, erreakzio kimikoak aldaraztea edo ehunetan korrante elektrikoak induzitzea.

Pertsona batzuek guztiz zehaztu gabeko sintoma multzo bat (buruko minak, antsietatea, suizidioak eta depresioak, goragalea, nekea, libido galera) egotzi diote etxeko ereku elektromagnetikoen intentsitate apaleko erradiazioaren esposizioari. Begietako erretasun orokorrak eta katarata kasuak erregistratu dira, irrati-maiztasun eta mikrouhin erradiazio maila altuen eraginpean dauden langileengan. Zenbait pertsonak ereku elektromagnetikoekiko «hipersentiberak» direla diote, ereku horien eraginpean egoteak oinazeak, zefaleak, depresioa, letargia, konbultsioak edota krisi epileptikoak eragiten dizkietela diote.

Minbiziak sor dezaketen eraginei dagokienez, eztabaida handia dago. Zenbait azterketa epidemiologikok iradoki dute igo egiten duela zertxobait haurren leuzemia arriskua etxeko maiztasun apaleko ereku magnetikoen eraginpean egoteak; beraz, 2001ean, OMEko Minbiziaren Ikerketarako Nazioarteko Agentziak (IARC) gizakien balizko minbizi-eragile gisa (2B) sailkatu zituen maiztasun oso apaleko (MOA) ereku magnetikoak. 2011ko maiatzean, agentzia horrek berberak balizko minbizi-eragile gisa

(2B taldea) sailkatu ditu irrati-maiztasuneko eremu elektromagnetikoak eta bereziki nabarmendu ditu telefono mugikorrek eta hari gabeak.

Hona eragin nagusiak, esposizio-iturrien arabera:

- Intentsitate handiko *eremu magnetiko estatikoek* aldaketa arinak eragin ditzakete bihotzaren taupadetan, bai eta bihotzaren erritmoa anormalki lastertu ere (arritmia), zenbait kasutan pazientearen bizia arriskuan jartzera iristeraino (bentrikulu-fibrilazioa).
- *Maiztasun oso apaleko eremuak (MOA)*, 300 Hz artekoak. Eremu horiek, etxeko ohiko intentsitateetan, gizakien fisiologian eta portaeran eragina dutela erakusten duten froga esperimental gutxi daude berretsita. IARC agentziak minbizia eragin dezaketen 2B taldean katalagatu zituen, haurrekin egindako azterlan epidemiologikoetan oinarriturik.
- *Maiztasun ertaineko eremuak* (indukzioko sukaldeak, energia aurrezteko bonbillak, segurtasun-sistemak). Korronte elektrikoak sor ditzakete gizakien gorputzean, eta intentsitate jakin batetik gora, nerbio eta gihar kitzikatzeak sortzen dituzte. Ez dago daturik epe luzean maiztasun ertaineko eremu elektromagnetikoen eraginpean egoteak dituen eraginei buruz, orain arte arlo horretan egindako azterketa kopurua oso urria baita.
- *Irrati-maiztasuneko eremuak*; irrati-maiztasuneko iturrien erabilera oso zabalduta dago. Eremu hauekiko esposizioa, batez ere, bi mailatakoa da. Batzuk gorputzetik hurbil erabiltzen dira: telefono mugikorrek, hari gabeko telefonoa, Wi-Fi gailuak, eta abar. Beste batzuk, ordea, gorputzetik urrun; esaterako, antenak.

Teknologiaren etengabeko aldaketak, epe luzera, eraginari buruzko eredu aldakorrak ekarri ditu populazioan. Oro har, teknologia zenbat eta aurreratuago, orduan eta murriztago da haien eragina.

Telefono mugikorraren kasuan, pertsona bati eragiten dion IM energia kantitatea ondorengo faktore hauen mende dago: telefonoa zenbat denboran erabiltzen den, telefono ereduak, burura hurbiltasuna, hurbileneko antenara dagoen distantzia (antena zenbat eta urrunago, energia gehiago beharko da seinale egokia lortzeko) eta toki eta une jakin batean dagoen telefonia seinaleen zirkulazioa.

Epe luzeko eraginari buruz, IARC agentziak gizakientzako balizko minbizi-eragile gisa (2B taldea) katalogatu ditu irrati-maiztasuneko eremu elektromagnetikoak, 2011ko maiatzean.

Azken urteotan, azterketa ugari egin dira, hala esperimentalak nola klinikoak eta epidemiologikoak, telefonia mugikorraren irrati-maiztasuneko eremuak osasunean zer eragin izan dezakeen balioesteko. Gainera, hainbat organismok azterlan horien errebisioak egin dituzte, aurkeztu diren frogak balioesteko.

Errebisio horien ondorio nagusiak honako hauek dira:

- Une honetan ezagutzen diren emaitza kliniko eta epidemiologikoek ez dute bide ematen kausaltasun-harremana dagoela baiesteko telefonia mugikorraren irrati-maiztasuneko eremuekiko esposizioaren eta osasunerako eragin kaltegarrien artean.
- Beren buruak telefonia mugikorraren eta antenen irrati-maiztasuneko EEMekiko hipersentiberatza dauzkaten pertsonen buruz egin diren azterketa kontrolatuek ez

dute frogatu kausaltasun-harremanik pertsona horiek adierazten duten sintomatologiaren eta mota horretako IM eremuetako esposizioaren artean.

- Arazo handiegiak daude esposizioaren neurketaren kalitatean azterketa fidagarriak, sendoak eta erkagarriak egin ahal izateko.
- Globalki interpretatuta, garuneko tumoreez eta telefono mugikorraren erabileraz orain arte argitaratu diren azterketa epidemiologikoen emaitzek ez dute frogatu tumore hori pairatzeko arriskua areagotu denik 10 urteko erabileraren ondoren. Azterlanen batean ikusi da igo egin dela apur bat tumoreak pairatzeko arriskua telefono mugikorra ordu gehiagoz erabiltzen dutenen taldean. Azterlan horietan hauteman diren hutsegiteak eta alderdikeriak direla-eta, ezinezkoa gertatzen da kausaltasun-harremanak ezartzea.
- Telefonia mugikorraren (TM) oraindik laburrak diren esposizioaldiek eta garuneko tumoreen sortasunaldi luzeek aholkatzen dute jarraitu dadila TMaren eraginei buruzko epe luzeko azterketak egiten.

Europako araudia

Europar nazioetako araudi gehienak erradiazio ez-ionizatzaileen aurka babesteko nazioarteko batzordeak (ICNIRP) landu eta argitaratutako arauetan oinarritu dira. Erakunde horrek arau batzuk argitaratu zituen 1998an, *denborarekin alda daitezkeen eremu elektriko, magnetiko eta elektromagnetikoen (300 GHz artekoak) eraginpean dauden langileen eta, oro har, publikoaren esposizioa mugatzeko*. Proposatutako mugak osasunean berehala eta epe laburrean izan ditzaketen eraginetan oinarritzen dira.

Esandako arau horietan oinarriturik, Europar Batasuneko Kontseiluak, 1999an, eremu elektromagnetikoei (0tik 300 GHz artekoak) eta berorien eraginpeko pertsoneri buruzko 1999/519/CE Gomendioa argitaratu zuen, non oinarritzko mugaketa esparrua eta erreferentziako mailak ezartzen baitira, herritarrak EEM iturri artifizialen eraginpetik babestuta edukitzearren.

Gomendio horiek lotesleak ez zirenez, Europar Batasuneko herrialde bakoitzak bere arau propioak ezarri ditu eremu elektromagnetikoen esposizioari buruz. Esandako gomendioaren irizpideak bere eginez, 2001ean, 1066/2001 Errege Dekretua argitaratu zen Espainian. Dekretu horretan onartutako araudiak ezartzen ditu herri jabariko irrati-uhinen babes baldintzak, igorpen erradioelektrikoen mugaketak eta pertsonen osasuna igorpen erradioelektrikoetatik babesteko neurriak.

Esposizioa murrizteko gomendioak.

Eremu elektromagnetikoen intentsitatea bizkor murrizten da iturrirako distantzia hazi ahala: azkar jaisten da distantziarekin.

Dokumentu honetan, tresnerien araberako berariazko gomendioak zehazten dira, baina, oro har, ondorengo oinarri hau izaten dute: gorputzaren eta aparatuen arteko distantzia handitzea. Telefono mugikorraren kasuan, berriz, erabilera-denbora gutxiagotzea aholkatzen da.

JUSTIFIKAZIOA

Eremu elektromagnetikoekiko esposizioa intenporala eta unibertsala da, mota horretako eremu natural ugari baitago bizi garen ingurunean. Atmosferaren zenbait gunetan, ekaitzak direla medio, karga metatzearen ondorioz sortzen diren eremu elektrikoak eta lurrak sortzen duen eremu magnetikoa dira, urrutirago joan gabe, jatorri naturaleko eremuen adibide. Artifizialki sortutako eremu elektromagnetikoak ere oso ugariak dira: etxetresna elektrikoak, elektrizitatea transmititzeko eta banatzeko sistemak, eta abar.

Azken urteotan, irrati-maiztasun eta mikrouhin bidezko telekomunikazio-teknologiaren garapen azkarrak eztabaida handia piztu du zientzialarien artean, gizakien osasunerako EEMekiko esposiziotik erator daitezkeen eraginei buruz. Eremu elektromagnetikoak haurren leuzemiarekin lotu zituen lehen azterlana 1979an egin zen. Orduetik hona konta ezin ahala azterketa egin dira maiztasun oso apaleko eremu elektromagnetikoek osasunean izan ditzaketen eraginak gai hartuta. Minbiziaren Ikerketarako Nazioarteko Agentziak (IARC, International Agency for Research on Cancer) maiztasun oso apaleko eremu magnetikoek minbizia eragitearekin izan zituzketen loturak eta frogak ebaluatu zituen 2001ean, eta balizko minbizi-eragile gisa sailkatu zituen (2B taldea)¹.

2011ko maiatzean, IARC agentziak sailkapen berbera eman du: irrati-maiztasuneko eremu elektromagnetikoak balizko minbizi-eragileak direla gizakientzat (2B taldea)², telefono mugikorrak eta hari gabeko telefonoak bereziki nabarmentzen direla. Sailkapen hori, batik bat, «prekautzio printzipioa» aplikatzearen ondorioa da. Ez dago adostasunik EEMekiko esposizioaren eta giza osasunean izan ditzakeen efektuei buruz, batez ere, gailu gehienak oraindik sortu berriak direlako eta esposizio horien neurketek kalitate arazoak izan ditzutelako. Baina garbi dago, dirudienez, telefono mugikorraren erabilerak zerikusia izan duela zirkulazioko hainbat istriputan. Hala, istripua izateko arriskua 4 aldiz handiagoa da mugikorra erabiliz gidatzen duenarentzat, mugikorrak erabiltzen ez duenarentzat baino. Esku librekoak ez du esandako arriskutik babesten (Redelmeier & Tibshiran, 1997)³.

Gizartean gero eta kezka handiagoa dago eremu elektromagnetikoen eraginpean egoteak osasunari ekar dakizkiokeen balizko efektuei buruz. Hainbat arrazoi daude kezka hori esplika lezaketanak. Horietako bat da arrisku ukiezina dela: eremu elektromagnetikoak ezin dira ikusi, ez usaindu, ez sentitu. EEMen eraginpean egotea arrisku ikusezin gisa hautematen da. Osasun agintariak kontrolatu beharreko zerbait da. Norberaren borondatezko esposiziotik eratorritako balizko arriskuak onargarriagoak izaten dira erakundearen erabakien mende daudenak baino, erakunde horiek publikoak edo pribatuak izan. Ez da kezka berbera erakusten mugikorraren erabilerarekiko edota goi-tentsioko linea edo telefonia mugikorraren antenekiko.

Kezka horrek herritarrek informazioa eskatzea eragiten du. Informazio alarmistek arbuio eta mesfidantza giroa sortzen laguntzen dute. Mesfidantza hori are handiagoa izaten

¹ IARC (2002). Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields Lyon, France: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer.

² IARC (2011) 208. prentsa oharra. http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

³ Redelmeier, D. A. & Tibshirani, R. J. (1997). "Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions". N.Engl.J Med., 336, 453-458.

da haurren kasuan, telefono mugikorren eta eskoletan instalatutako Wi-Fi gailuen eremu elektromagnetikoei dagokienez, bereziki.

Dokumentu honetan, EEMei buruz egun dauden ezagupenak bildu ditugu, baita gizakien osasunean eragiten dituzten efektuak ere, teknikarientzat erabilgarri izan dadin eta herritarren informazio eskaerei eta zalantzei erantzuteko balio dezan.

Dokumentua lau partetan egituratua dago:

- Eremu elektromagnetikoei (EEM) buruzko informazioa, oro har; zer diren eta beren ezaugarri nagusiak.
- Saillapena eta osasunerako eragin biologikoak.
- Esposizio mugak. Legedia
- Sortzen dituzten iturriak eta esposizio mailak.

Gainera, osasuneko efektuei buruz dauden froga zientifikoak bildu ditugu eta beste hainbat gomendio ere bai, esposizioa ahal den neurrian murrizteko.

1.- EREMU ELEKTRIKOAK, EREMU MAGNETIKOAK ETA EREMU ELEKTROMAGNETIKOAK (EEM). KONTZEPTU NAGUSIAK.

Eremu elektrikoak karga elektrikoak daudelako sortzen dira. Tentsio desberdintasunean dute jatorria⁴; zenbat eta tentsio altuagoa, are indartsuagoa izango da sortzen den eremua. Eremu elektrikoaren intentsitatea (E) volt/metro unitateetan neurtzen da.

Eremu elektrikoak existitzen da, korronterik ez badago ere. Sarera konektatutako tresna orok, piztuta ez egon arren, eremu elektriko bat sortzen du inguratzen duen airean, konektaturik dagoen iturriaren tentsioaren proportziokoa. Eremu elektrikoak ahuldu egiten dira gune igorletik urrundu ahala. Zenbait materialek –zura, metala...– pantaila efektua egiten dute eremu elektrikoekiko. Hortaz, hormek, eraikinek eta zuhaitzek murriztu egiten dute etxeetatik kanpo egon ohi diren linea elektrikoek eragindako eremu elektrikoaren intentsitatea. Energia elektrikoaren lineak lurperatuta daudenean, haiak sortutako eremu elektrikoak ia ez dira hautematen lurrazalean.

Eremu magnetikoak korronte elektrikoetan dute jatorria eta karga elektrikoak mugimenduan daudenean sortzen dira. Eremu magnetikoaren intentsitatea ampere/metro (A/m) unitateetan neurtzen da, nahiz eta eremu elektromagnetikoei buruzko ikerketetan, zerikusia duen beste magnitude bat erabiltzen den: indukzio magnetikoa, fluxu magnetikoaren dentsitatea edo B eremua, zeina teslatan (T)⁵ eta sistema zegasimalean neurtzen baita, gaussetan (G).

Eremu elektrikoak ez bezala, eremu magnetikoak tresna elektriko bat abian jartzen denean eta korronte fluxua dagoenean soilik agertzen dira. Sare elektrikora konektatutako tresna orok, piztuta badago eta korronte fluxua baldin badabil, eremu magnetiko bat sortuko du bere inguruan, elikatzen duen iturriko korronte-intentsitatearen⁶ proportziokoa.

Eremu elektrikoekin gertatzen den bezala, eremu magnetikoak ere trinkoagoak dira iturritik hurbileko puntuetan, eta eremuaren intentsitatea bizkor ahultzen da iturriarekiko distantzia handitu ahala. Material arruntek –eraikinetako hormek, kasu– ez dituzte blokeatzen eremu magnetikoak.

Eremu Elektromagnetikoak (EEM)

Eremu elektromagnetikoak gailu elektrikoak inguratzen dituzten energia guztiak dira eta karga elektrikoaren mugimenduak sortarazten ditu. Batera lekualdatzen diren eta argiaren lastertasunean hedatzen diren uhin elektriko eta magnetikoaren konbinazioak dira (c)⁷.

Erradiazio elektromagnetikoa uhinak transmititzeko prozesua da, espazioan edo material batean zehar. Erradiazioak ez du bitarteko materialik behar hedatzeko, baina

⁴ Voltajea, tentsioa edo bi punturen arteko potentzial-diferentzia bi punturen arteko karga elektrikoak mugitzeko beharrezkoa den karga-unitateko energia da, eta voltetan (V) neurtzen da. Zenbat eta tentsio handiagoa, orduan eta handiagoa izango da sortutako eremu elektrikoaren intentsitatea.

⁵ Tesla bat 10.000 Gauss dira ($1\mu\text{T} = 10\text{mG}$) edo $7,96 \times 10^5$ A/m

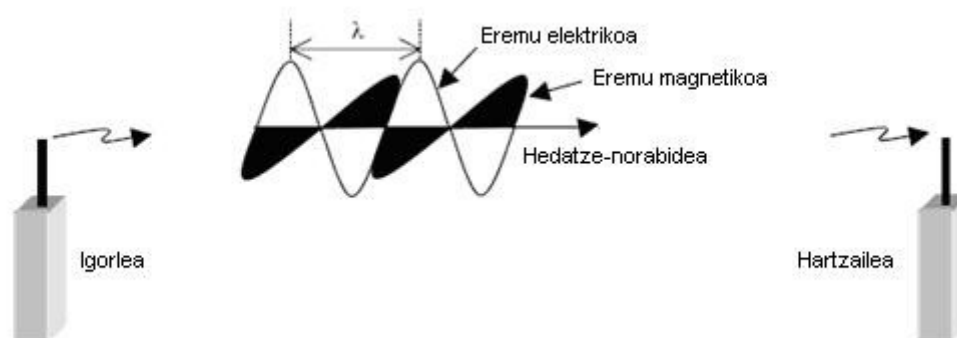
⁶ Korrontearen intentsitateak eroaletik jariatzen den elektroik karga neurtzen du, denbora unitateko. Anperetan (A) neurtzen da; zenbat eta korronte-intentsitate handiagoa, orduan eta handiagoa izango da sortutako eremu magnetikoaren intentsitatea.

Sistema elektriko baten potentzia wattetan (W) neurtzen da eta potentzial-diferentzia bider korronte-intentsitatea kalkulatu lortzen da.

⁷ Argiaren abiadura (c) = 300.000 km/s

material horren presentziak erradiazioak garraiatzen duen energia fluxuaren lastertasuna, intentsitatea eta norabidea alda ditzake.

Beste zeinahi uhinen kasuan bezala, erradiazio elektromagnetikoaren ezaugarri nagusiak uhin luzera eta maiztasuna dira. Uhin luzera (λ , metrotan) uhin elektromagnetikoaren ziklo oso bati dagokion distantzia da, altura bereko bi punturen artean neurtuta (bi erpinen artean, adibidez). Maiztasuna, berriz, puntu batetik denbora unitate jakin batean igarotzen diren «oszilazio osoen kopurua» da; hertzetan⁸ (Hz) neurtzen da. Seinale elektromagnetiko baten uhin luzera (λ) eta maiztasuna (f) $\lambda \times f = c$ formularen bidez daude erlazionatuta. C-ren balioa finkoa denez, maiztasun apaleko seinaleek uhin luzera oso luzea izaten dute, eta maiztasun handiko seinaleen uhin luzera, aldiz, oso laburra izaten da.



Eremu batzuen eta besteen arteko aldea maiztasunak erabakitzen du; zenbat eta maiztasun handiagoa, orduan eta energia kantitate handiagoa garraiatzen du uhinak. Espektrorik elektromagnetikoan oso maiztasun-gama zabala sartzen da: 15 magnitude-ordena baino gehiago.

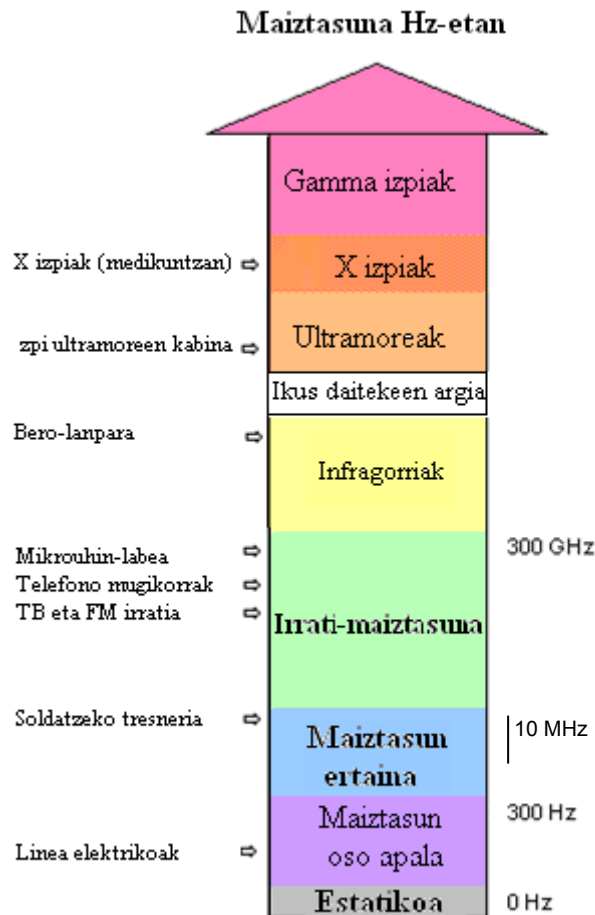
Erradiazio elektromagnetikoa bi talde handitan sailka daiteke, garraiatzen duen energiaren eta ehunetan eragiten dituen efektuen arabera (1. irudia):

- **Erradiazio ionizatzailea:** molekula arteko loturak hausteko gai dena. Maiztasun handieneko espektrorikaren esparruan daude; energia asko garraiatzen dute eta efektu kaltegarriak eragiten dituzte ehunetan.
- **Erradiazio ez-ionizatzailea:** erradiazio honen energia ez da atomoen loturak hausteko kapaz izaten, intentsitate altuetan ere. Espektrorik elektromagnetikoaren barruan, maiztasun apalekoen artean kokatzen dira. Denborarekin aldatzen ez diren eremu estatikoetatik (0 Hz) hasi eta 300 GHz edo 3×10^{11} Hz-eko maiztasunetaraino heltzen den maiztasun-espektrorik okupatzen dute.

Erradiazio ionizatzaileen adibide dira X izpiak eta material erradiaktiboek igortzen dituzten gamma erradiazioa. Erradiazio horiek kaltegarriak izan daitezke ehunentzat. Erradiazioaren intentsitatearen arabera, tolerantzia-dosiak eta segurtasun-dosiak ezartzen dira.

Erradiazio ez-ionizatzailearen espektrorikaren barruan daude ikus daitekeen argia (erradiazio ez-ionizatzaileen espektrorikaren parte altuenean), erradiazio infragorria (ikus daitekeen argiaren eta mikrouhinen artean) eta maiztasun apalenerako erradiazioak (0 Hz eta 300 GHz bitartekoak).

⁸ 1 Hertz = 1 ziklo/segundo



1. IRUDIA - ESPEKTRO ELEKTROMAGNETIKOA

Eremu elektromagnetiko estatikoak eta denborarekin aldatzen diren eremuak.

Bi motatako korrante elektrikoak daude: zuzena eta alternoa. Korrante elektriko zuzena puntu batetik bestera joaten da, beti norabide berean; korrante alternoak, berriz, norabidea aldatzen du, txandaka, segundoko horrenbeste aldiz. Etxebizitzetan erabiltzen den ohiko korrantea alternoa da, eraldatzeko, garraiatzeko eta banatzeko askoz errazagoa baita. Industriako zenbait aplikaziotan, ordea –elektrolisia edo etxean erabiltzen diren zenbait tresna, akumuladoreak, kasu– korrante zuzena erabiltzen da.

Eremu estatikoak (0 Hz) denborarekin aldatzen ez diren eremuak dira. Korrante elektriko zuzena denean sortzen dira. Atmosferako une jakin batzuetan, ekaitzak direla-eta, eremu elektriko estatikoak sortzen dira, karga elektrikoak metatu izanaren kariaz. Lurreko eremu magnetikoa ere eremu estatikoa da eta konpasen orratzak ipar-hego norabidean jarrarazten ditu. Hegaztiekin eta arrainekin orientatzeko erabiltzen dute.

Korrante alternoekin denboran aldatzen diren eremu elektromagnetikoak eratzen dituzte. Korrante alternoekin alderantzikatu egiten dute norabidea, aldizka. Europako herrialde gehienetan, korrante alternoa 50 aldiz aldatzen da segundoko, hau da, 50 Hz-eko maiztasuna du (AEBn 60 Hz-ekoa).

Maiztasun oso apaleko eremuetan (300 Hz artekoak), eremu elektrikoak eta magnetikoak zein bere aldetik joaten direnez, aparte neurtzen dira: eremu

elektrikoaren intentsitatearen (E) arabera eta/edo indukzio magnetikoaren edo fluxu magnetikoaren dentsitatearen (B) arabera.

Irrati-maiztasunen eta mikrouhinen kasuan (10 MHz eta 300 GHz artekoak), eremu elektrikoak eta magnetikoak batera zenbatzen dira, uhin elektromagnetikoaren bi osagaiak direnez. Eremu horien intentsitatea potentzia-dentsitatearen bitartez deskribatzen da. Kalkulatzeko, berriz, eremu elektrikoaren hedadura bider eremu magnetikoaren intentsitatea biderkatu behar da. Watt/metro karratu unitateetan (W/m^2) neurtzen da.

2.- 0-tik 300 GHz ARTEKO MAIZTASUNEN ESPEKTRO ELEKTROMAGNETIKOA

2.1.- SAILKAPENA

- Denborarekin aldatzen ez diren eremuak edo **eremu estatikoak (0 Hz)**.- Honako hauetan daude: lebitazio magnetikoko trenetan, osasun diagnostikoak egiteko erresonantzia magnetikozko sistemetan eta industria-esperimentazioan erabiltzen diren sistema elektrolitikoetan.
- **Denborarekin aldatzen diren eremu elektromagnetikoak**.- Maiztasunaren arabera, OMEk hiru talde handitan sailkatzen ditu:
 1. **Maiztasun oso apaleko (MOA)** eremu elektromagnetikoak, gehienetan 300 Hz artekoak.- Honako hauetan daude: 50 Hz-eko energia industrialaren (maiztasun industriala) sorkuntza, garraio edo erabilerarekin zerikusia duten tresneriak, tentsio altu eta ertaineko lineak eta etxetresna elektrikoak (hozkailuak, ile lehorgailuak, eta abar).
 2. **Maiztasun ertaineko** eremuak (ME), 300 Hz eta 10 MHz arteko maiztasunekoak: ordenagailu pantailak, lapurreten aurkako gailuak eta segurtasun sistemak.
 3. **Irrati-maiztasuneko** eremuak (IM), 10 MHz eta 300 GHz arteko maiztasunekoak.- Ondorengo aparatu eta tresneria hauetako uhinak: irratia, telebista, radar eta telefonia mugikorren antenak, telefono mugikorrek eta hari gabeak, Wi-Fi aparatuak, bluetooth eta mikrouhin-labeak.

2.2.- EFEKTU BIOLOGIKOAK ETA OSASUNERAKO ERAGINAK

Efektu biologikoak estimulu bati edo inguruneke aldaketa bati ematen zaizkion erantzun neurgarriak dira. Aldaketa horiek ez dira, nahitaez, osasunerako kaltegarriak. Organismoak mekanismo konplexuak ditu, ingurumenaren eragin aldakorretara egokitzeko aukera ematen diotenak. Etengabeko aldaketa gure bizitzaren parte da, nahiz eta organismoek ez dituzten mekanismo egokiak izaten eragin biologiko guztiak orekatzeko. Sistema denboraldi luzez bortxatzen duten aldaketa itzulera gabekoak, arriskutsuak izan daitezke osasunerako.

Osasunerako eragin kaltegarria eremuen eraginpean dauden pertsonen edo haien ondorengo osasunean hauteman daitekeen disfuntzioen bat eragiten duena da.

Efektu biologikoa EEMen eraginpean egoteak sistema biologiko batean erantzun hautemangarria sorrarazten duenean gertatzen da. Efektu biologikoa kaltegarria izan daiteke osasunerako organismoaren konpentsazio aukerak gainditzen dituenean.

Sistema bizi bat maiztasun jakin bateko EEMetara sentibera denean, esposizioak aldaketa funtzionalak edo estrukturalak eragin ditzake sistema horretan. Baldintza normaletan, aldaketa horiek denboran itzulgarriak izaten dira, eta estimulua

desagertzen denean, organismoa hasierako oreka baldintzetara itzuli ohi da. Alterazio kaltegarriak gertatuko badira, eragindako aldaketek itzulera gabekoak izan behar dute. Azken kasu horretan espero daiteke, denborak aurrera egin ahala, sistema **gaixotasun arriskura** eramango duen prozesu batean sartzea.

Egin dira saiakerak eremu elektromagnetikoen eta izaki bizien arteko eragin-trukeak aztertzeko; efektu biologikoetan tarteko ziren mekanismo biofisikoak ulertu nahi ziren, eta, ondoren, laborategian hautemandako efektu biologiko horiek, esposizio baldintza errealean, osasunean duten garrantzia balioetsi. Efektu biologikoak iragankorrak ala iraunkorrak diren ere ikertu da; baita aplikazio terapeutikorik edo osasunerako ondorio kaltegarriak izan dezaketen ere.

Ez da zalantzan jartzen, atalase jakin batetik aurrera, eremu elektromagnetikoek eragin biologikoak abiaraz ditzaketela. Eztabaida beste honetan datza: esposizio maila apal baina epe luzeak erantzun biologikoak sorrarazi ote ditzaketen eta eraginik izan dezaketen pertsonen ongizatean.

Efektu frogatuak

100 kHz-etik azpiko maiztasuneko eremu magnetikoek karga edo korrante elektrikoak sor ditzakete eraginpean dauden ehunetan. Elektrizitate bidez kitzika daitezkeen ehunak baldin badira –nerbioak edo giharrik, kasu–, eta intentsitate handiko eremuak, korrante horiek nahasmenduak sorraraz ditzakete, noizbehinka, nerbio-sisteman.

100 kHz eta 10 GHz arteko maiztasuna duten eremu elektromagnetikoek erradiatutako energia xurgatzea eragin dezakete eta, hala, gorputzaren tenperatura igoaraztea. Eremu horien maiztasuna zenbat eta apalagoa izan, are sakonago barneratuko dira ehunetan.

10 GHz-etik gorako maiztasuneko eremuak oso gutxi barneratzen dira ehunetan, horregatik, gorputzaren azalak xurgatzen ditu, neurri handi batean, eta azalpeko ehunetara heltzen den energia oso txikia izan ohi da.

Aztertutako beste efektu batzuk

- Pertsona batzuek guztiz zehaztu gabeko sintoma multzo bat egotzi diote etxeko eremu elektromagnetikoen intentsitate apaleko esposizioari. Adierazitako sintomen artean sartzen dira **buruko minak, antsietatea, suizidioak eta drepresioak, goragalea, nekea eta libido-galera.**
- Ez da frogatu etxeetako ohiko eremuen eraginpean egoteak areagotzen ditu arrisku batzuk, nola diren, berezko abortuak, malformazioak, jaiotzean pisu txikia izatea edo sortzetiko gaixotasunak.
- **Begietako erretasun orokorrak eta katarata** kasuak hauteman dira irrati-maiztasun eta mikrouhinen erradiazio maila altuen eraginpean dauden langileengan, baina animalietan egindako esperimenduetan ez dute berresten begietako nahasmendu horiek, beren efektu termikoa dela-eta, arriskutsuak ez diren mailan gerta daitezkeen ideia. Ez dago frogatuta efektu horiek gertatzen direnik, jendeak, oro har, izan ohi duen esposizio mailan.
- Zenbait pertsonak baieztatzen dute «hipersentiberak» direla eremu elektriko edo magnetikoekiko. Galdetzen dute ea izaten dituzten **oinaze, zefalea, depresio, letargia, lo arazo, konbultsio edota krisi epileptikoek** loturarik izan ote dezaketen eremu elektromagnetikoen eraginpean egotearekin.
- **Eremu elektromagnetikoak eta minbizia.** Azterketa ugari egin bada ere, eztabaida handia dago minbizia sor dezaketen eraginik ba ote duten edo ez.

Azterketa epidemiologikok, oro har, iradoki dute igo egiten duela zertxobait **haurren leuzemia** arriskua etxeko maiztasun apaleko eremu magnetikoen eraginpean egoteak.

2001ean, OMEko Minbiziaren Ikerketarako Nazioarteko Agentziako (IARC) hainbat zientzialari adituk osatutako lantalde batek eremu elektriko eta magnetiko estatikoen eta maiztasun oso apalekoen (MOA) eta minbiziaren arteko erlazioari buruzko azterlanak errebisatu zituen. IARCren sailkapen estandarra erabiliz, non gizakietan, animalietan eta laborategian eginiko frogak haztatzen baitira, MOA eremu magnetikoak gizakientzako balizko minbizi-eragile gisa sailkatu ziren, haurren leuzemiaren inguruko azterlan epidemiologikoetan oinarriturik (2B).

2011ko maiatzean, IARCK, gizakientzako balizko minbizi-eragile gisa (2B taldea) sailkatu ditu irrati-maiztasuneko eremu elektromagnetikoak, eta bereziki nabarmendu ditu telefono mugikorrek eta hari gabeak.

Errebisio asko egin dira gai horren inguruan argitaratutako froga zientifikoak hizpide hartuta; azkenean, honako hau da garrantzikoena: datu zientifikoak eztabaida ezinak diren edo ez balioestea eta, frogak bat ez datozenean edo erabaki gabeko auziak daudenean, «prekautzio printzipioa» aplikatzea.

[3. eranskinean](#), osasunean dituzten eraginei buruz hainbat organismo –nazionalak eta nazioartekoak– egindako errebisioen laburpen bat aurkezten da.

Era berean, 4. atalean, «Esposizio iturriak», osasunean dituzten efektu nagusiak laburbilduko dira, erradiazio elektromagnetikoak sortzeko gauza diren «gailu» edo sistema desberdinekiko esposizioak aintzat hartuta. Aparatu bakoitzari dagokion koadro-laburpen bat ere gehitu da, eta bertan adierazten dira gomendatutako mugak eta populazioan neurtutako esposizio mailak, datua ezagutzen den kasuetan.

3.- ESPOSIZIO MUGAK (PUBLIKOARENTZAT ORO HAR). EUROPAKO LEGERIA.

Europar nazioetako araudi gehienak Erradiazio ez-ionizatzailen aurka babesteko nazioarteko batzordeak (ICNIRP, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) landu eta argitaratutako arauetan oinarritu dira.

OMEk formalki onartutako gobernu kanpoko erakundea da [ICNIRP](#); mundu guztian egindako azterlan zientifikoetan oinarriturik, hainbat arau prestatzen ditu non gomendatutako esposizio mugak ezartzen dituen. Arau horiek aldizka errebisatzen dira, eta beharrezkoa denean, eguneratu ere bai.

Batzorde horrek **arau batzuk** argitaratu zituen 1998an, **denborarekin alda daitezkeen eremu elektriko, magnetiko eta elektromagnetikoen (300 GHz artekoak) eraginpean dauden langileen eta, oro har, publikoaren esposizioa mugatzeko**. ([ICNIRP 1998](#))

Arau horiek garatzeko ICNIRPek iritzi biologikoak eta ondorio egiaztatuak soilik hartu zituen oinarritzat, hala nola gihar eta nerbio periferikoen estimulazioa, objektu eroaleak ukitzean eragindako deskargak eta erredurak, eta, EEMen eraginpean egoteagatik energia xurgatzearen ondorioz ehunetan gertatutako tenperatura igoera; alegia, proposatutako mugak osasunean berehala edo epe laburrean izaten diren efektuetan oinarritzen dira. Epe luzeko efektuei dagokienez –minbizia, kasurako– ICNIRPek estimatu zuen eskura zeuden datuak ez zirela nahikoa esposizioa mugatzea aholkatzen zuen oinarri bat eratzeko.

2010ean, ICNIRPek arau berriak argitaratu zituen 1 Hz eta 100 kHz arteko maiztasuna duten eremu elektromagnetikoentzat, baina horrek ez du oraindik aldaketarik ekarri Europako legerian. 100 kHz eta 300 GHz arteko maiztasuneko eremuen kasuan, ICNIRPek froga zientifikoaren errebisio bat egin zuen 2009an. Eremu estatikoentzat, berriz, arauak argitaratu zituen 2009an ([ICNIRP argitalpenak](#)).

ICNIRPen 1998ko arauetan oinarriturik, Europar Batasuneko Kontseiluak **eremu elektromagnetikoei (0tik 300 GHz artekoak) eta berorien eraginpean egon daitezkeen pertsonen buruzko 1999/519/CE Gomendioa** argitaratu zuen, 1999an.

Esandako [gomendioak oinarritzko mugaketa](#) esparru bat eta [erreferentziako mailak](#) ezartzen ditu, herritarrak EEM iturri artifizialen eraginpetik babestuta edukitzeko; ondorengo iturri hauenetik, zehazki: eremu estatikoak, maiztasun oso apaleko eremuak (MOA) eta irrati-maiztasuneko eremuak (IM), mikrouhinak barne direla (ikus 1. eranskina).

Oinarritzko mugaketak ezartzeko, segurtasun-faktoreak aplikatu zitzaizkien efektu garrantzizkoekin zerikusia zuten mugako balioei, eta horretarako, ezagutzen diren osasunaren gaineko efektuak eta iritzi biologikoak soilik hartu ziren oinarri gisa. Erreferentzia mailek esposizioaren ebaluazio praktikoa egiteko bidea ematen dute, oinarritzko mugaketak gainditzeko probabilitateak zehaztu ahal izateko.

Gomendio horretan ez dira aurreikusten, ez esposizio profesionala⁹, ez osasun tratamenduen ondoriozko esposizioak. Ez dira sartzen ere, medikuen fresneriekin izan ditzaketen bateragarritasun eta interferentzia elektromagnetikoen arazoak.

⁹ Europako Parlamentuak eta Europar Batasunaren Kontseiluak, 2004ko apirilaren 29ko 2004/40/CE Zuzentaraua argitaratu zuten, segurtasun eta osasun arloko gutxieneko xedapenak biltzen zituena, langileak agente fisikoen eraginpean (eremu elektromagnetikoak) egotetik eratorritako osasun arriskuei buruzkoa.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:159:0001:0026:ES:PDF>

Europako Kontseiluaren gomendioak lotesleak ez direnez, Europar Batasuneko herrialde bakoitzak bere arau propioak ezarri ditu eremu elektromagnetikoen esposizioari buruz. 2011ko maiatzean argitaratutako dokumentu batean laburbiltzen dira Europako araudien ezaugarri nagusiak (ikus 2. eranskina).

Estatuan, 2001ean, [1066/2001 Errege Dekretua](#) argitaratu zen; horren bitartez, herri jabariko irrati-uhinen babes baldintzak, igorpen erradioelektrikoen mugaketak eta pertsonen osasuna igorpen erradioelektrikoetatik babesteko neurriak ezartzen dituen araudia onartu zen.

Errege dekretu horrek bere egiten ditu adierazitako Gomendioaren irizpideak, eta zuzenean aplikatzekoa da irratikomunikazio eta irratiastronomiako estazioetan.

[1. eranskinean](#) laburbiltzen dira oinarritzko mugaketak eta Gomendioaren erreferentzia mailak.

[2. eranskinean](#) Europako eta munduko hainbat araudiren laburpen bat aurkezten da.

EZTABAIDA¹⁰

ICNIRPek prestatutako gidak efektu biologikoetan eta berehalako edo epe laburreko ondorioetan oinarritzen dira.

Esposizio profesionalaren kasuan, [2004/40/EE Zuzentarauan](#) berariaz adierazten da bertan ezartzen diren mugek esposizio larrien balizko efektu kaltegarrietatik soilik babesten dutela, eta ez daudela pentsatuak esposizio kronikoen eragin hipotetikoetatik babesteko. Hala eta guztiz ere, Gomendioaren iritzian, efektu garrantzizkoekin zerikusia duten mugako balioen eta oinarritzko mugaketen artean 50eko segurtasun faktorea dagoenez, gomendioak inplizituki barnean hartzen ditu maiztasun gama guztiko epe luzeko balizko efektuak.

Europako Batzordeak (EB) iritzi badio ere esposizio larrien aurka babesteko ICNIRP estandarrek baliozkoak direla esposizio kronikoetarako, hainbat girotan uste da oinarri eskasekoa dela iritzi hori. Horregatik, herrialde askotan, prekauzio printzipioetan oinarriturik, EEMekiko esposizioaren inguruko arau murriztaileagoak ezarri dituzte.

Europako Parlamentuak eremu elektromagnetikoekin erlazionatutako osasun kontsiderazioei buruzko [2009ko apirilaren 2ko Ebazpenean](#), hertsiki eskatzen dio Batzordeari, errebisa ditzala 1999/519/EE Gomendioan finkatutako funts zientifikoa eta EEM mugen egokitasuna. Eskatzen dio, orobat, eman diezaiola gaiari buruzko informazioa Parlamentuari, eta proposatzen du sortzen ari diren eta orain gutxi identifikatu diren osasun-arriskuaren batzorde zientifikoa izan dadila esandako errebisioa egingo duena. Gainera, interes orokorrekoa dela uste du «eskolak, haurtzaindegia, adinekoen egoitzak eta osasun zentroak, gutxienez, eremu elektromagnetikoak

¹⁰ << Informazio gehiago nahi izanez gero, kontsultatu honako hauek:

- Council of Europe. Parliamentary Assembly. 12608. dokumentua, 2011ko maiatzaren 6koa "The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment"
http://assembly.coe.int/main.asp?Link=/documents/workingdocs/doc11/edoc12608.htm#P18_120
- Europako Parlamentuaren Ebazpena, 2009ko apirilaren 2koa, eremu elektromagnetikoekin zerikusia duten osasun kontsiderazioei buruzkoa [2008/2211(INI)].
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2009-0216+0+DOC+XML+V0//ES>
- Eremu elektromagnetikoen lantaldea (2011). *Eremu elektromagnetikoekin erlazionatutako balizko eskabideak kudeatzeko metodologia*.

transmititzen dituzten tresnerietatik distantzia jakin batera kokatzen direla bermatzea, distantzia hori irizpide zientifikoaren arabera erabaki ondoren»).

Publikoa maiztasun oso apaleko (maiztasun industrial) EEMetatik babesteari buruzko kontsiderazioak.

Azken urteotan orokortutako joera izan da maiztasun apaleko EEMekiko esposiziotik babesteko nazioko/tokiko estandarren segurtasun-tartea handitzea, batik bat, bi motatako irizpideetan oinarriturik. Horietako bat herritarren sektore baten kezkarri erantzun beharra da, pertsona horien iritzian, Europako babes mailak eraginkortasun eskasekoak baitira esposizio kronikoen kasuetarako. Zuzen edo oker egon, irizten zaio babes maila gehigarriak ezartzea lagungarri izan daitekeela publikoaren konfiantza hobetzeko eta erregistratu diren «Hautemandako hipersentiberatasun elektromagnetiko» (HHE) kasuekin zerikusia duten beldurrak murrizteko.

Bestalde, Gomendioan ezarritako erreferentzia mailak 1997-1998an eskura zeuden frogaz zientifikoak aintzat hartuta ICNIRPek egindako errebisioetan oinarritzen dira. Gai honetan egin diren aurrerapenak estandar horiek errebisatzera behartzen duten informazio seguru eta eztabaidaezinek eman ez badute ere, zelula eta animalia ereduetan bildutako zenbait datuk iradoki dute sentiberatasun biologikoa dutela ICNIRPek gomendatutakoak baino EEM maila apalagoetan.

Bioefektuei buruzko datuak osasun publikoaren arloan interes handia dutela eta datu horiek erreplikatzeko eta zabaltzeko lehentasuneko helburua dela zabaldutako iritzi bat da. Horrela bada, maiztasun apaleko eremu elektromagnetiko ahulen kaltegarritasunari edo kaltegabetasunari buruzko behin betiko informazioaren zain gauden bitartean, Europako Erkidegoko (eta erkidegotik kanpoko) hainbat herrialdek, estatuk eta eskualde autonomok herritarren esposizio kronikoen mailak zuhurki murriztera zuzendutako babes-estandarrik ezarri dituzte, energia elektrikoaren erabileran oinarritutako garapen teknologikoa zein industrialak auzitan jarri gabe.

Espanian indarrean dagoen legedia (1066/2001 Errege Dekretua), maiztasun apaletarako erreferentzia mailak aintzat hartzen baditu ere, bereziki 50 Hz-ekoak (maiztasun industrial), ez da zuzenean aplikatzeko maiztasun horretako EEMetatik babesteko.

Errege dekretu berberak xedatzen du beharrezkoa dela Osasun eta Kontsumo Ministerioaren eta Zientzia eta Teknologia Ministerioaren eskumenak koordinatzea, osasun publikoaren EEMetatik babesteko, telekomunikazio (irradi-maiztasun) instalazioei dagokienez, baina ez du zehazten, aldiz, zer administrazio diren eskudun maiztasun oso apaleko eremu elektromagnetikoetatik babesteko.

2008ko ekainean, Espainiako Osasun Sistemako Lurralde Arteko Kontseiluko Herri Osasun Batzordeak eginiko Ingurumen Osasuneko Txostenak eremu magnetikoaren gehieneko maila gisa 10 μ T (B eremua, indukzio magnetikoa) proposatu zuen, 15 urtez azpiko haurrak –astean egun batean, gutxienez– 4 ordu baino gehiagoz egoten diren lekuetarako. Zehaztu zen, helburu horrekin batera, maiztasun industrialeko (50 Hz) energia elektrikoaren ekoizte/eraldatze/erroteak 5 μ T baino ezingo duela sortu. ¹¹

¹¹ Eremu elektromagnetikoen lantaldea. Espainiako Osasun Sistema. *Eremu elektromagnetikoekin erlaxatutako kasuen balizko taldeen aurrean krisiak kudeatzeko metodologia*. 2008. (2008ko ekainaren 3an aurkeztua, Espainiako Osasun Sistemako Lurraldearteko Kontseiluan).

4.- ITURRIAK ETA ESPOSIZIO MAILAK

Eremu elektromagnetikoak (EEM) nonahi daude gure inguruan, hala iturri naturalekoak nola jatorri artifizialekoak.

Eremu elektriko eta magnetiko estatiko **naturalen** etengabeko eraginpean gaude. Aipatzekoak dira, horien artean, lurraren eremu magnetikoa, hodeietako karga elektrikoek eragindako eremu elektrikoak, bi gauza igurztean sortzen den elektrizitate estatikoa, edota tximistek sortarazitako eremu elektriko eta magnetikoak. Lurraren nukleoak sortzen duen eremu magnetikoa 30 eta 70 μT artekoa da eta zenbait animalia espeziek orientatzeko erabiltzen dute migrazioak egiten dituztenean. Eremu elektriko naturala aldakorra izaten da eguraldi baldintzen arabera: V/m gutxi batzuetatik hasi eta hamarnaka mila V/m-ko tentsiora hel daiteke, ekaitz giroan.

Iturri artifizialei dagokienez, eremu estatikoen eraginpean jartzen gara, adibidez, osasun diagnostiko bat egiteko, erresonantzia magnetikoa egiten digutenean. Maiztasun oso apaleko (MOA), ertaineko eta irrati-maiztasuneko EEMen eragina izan ohi da bai etxebizitza barruan (mota guztietako etxetresna elektrikoak), bai ingurumenean (telefoniako antena errepikatzaileak, energia elektrikoaren eroanbideak, eta abar).

Iturria	Populazioaren gehieneko esposizio tipikoa	
	Eremu elektrikoa (V/m)	Fluxu magnetikoaren dentsitatea (μT)
Eremu naturalak	200	70 (lurreko eremu magnetikoa)
Elektrizitate-sarea (energia elektrikoaren eroanbideetatik hurbil ez dauden etxeetan)	100	0,2
Elektrizitate-sarea (energia elektrikoaren eroanbide nagusien azpian)	10 000	20
Tren eta tranbia elektrikoak	300	50
Telebista- eta ordenagailu-pantailak (erabiltzailearen tokian)	10	0,7
	Populazioaren gehieneko esposizio tipikoa. Potentzia-dentsitatea (W/m^2)	
Telebista- eta irrati-transmisoreak	0,1	
Telefonia mugikorreko banaguneak	0,1	
Radarrak	0,2	
Mikrouhin-labeak	0,5	

4.1.- EREMU ESTATIKOEN ERAGINPEKO ITURRIAK (0 Hz)

Eremu magnetiko estatikoen iturri artifizialak gutxi dira oraindik, baina bizkor ari dira garatzen horrelako eremuak erabiltzen dituzten teknologiak.

- Zenbait industrian eta **lantegitan** –soldatze-prozesuetan, esate baterako–, 1000 μT arterainoko eremuak sor daitezke.
- **Tren eta tranbia elektrikoak. Metro-sistemak.**

Trenen eta tranbien motorrak eta trakzio-makineriak, eskuarki, bidaiarien bagoien zorupean egon ohi dira. Horrela, zoruan, juxtu motorraren gainean kokatutako guneetan, hamarnaka μT -taraino hel daiteke eremu magnetikoen intentsitatea. Eremuaren intentsitatea kolpetik murrizten da, ordea, zorutik urundu ahala, eta hala, bidaiarien esposizioa askoz arinagoa da. Eremu elektrikoak 300 V/m-ko intentsitatea izatera irits daitezke.

Burdinbideetik hurbil bizi diren pertsonak, burdinbidearen gainean egon ohi den energia-iturri elektrikoak sortutako eremu magnetikoen eraginpean egon daitezke; goi-tentsioko energia elektrikoaren eroanbideek sortutako eremuen antzekoak izaten dira haiek.

- **Erresonantzia magnetikoa.**- Aplikazio garrantzitsuenen artean dago erresonantzia magnetikoa (EM), non eremu magnetiko estatikoak eta irrati-maiztasuneko eremuak erabiltzen baitira. Aparatutik hurbil, 0,15etik 2 T-ra arteko fluxu magnetikoko dentsitateak izan daitezke.
- Badira ikerketa eta berariazko osasun aplikazioak helburu harturik duela gutxi garatutako tresneriak, 10 T-rainoko dentsitateko eremuak sor ditzaketenak.

Eremu estatikoek osasunean dituzten eraginak¹²

Azterlan gutxi egin da eremu elektriko estatikoen eraginei buruz. Orain arte lortutako emaitzen arabera, efektu garrantziko bakarrak larruazaleko ilearen mugimenduari eta txinparta-deskargak sortutako ondoreari lotuak daude. Ez da existitzen eremu elektriko estatikoen efektu kroniko edo geroratuei buruzko ikerketa eraginkorrik.

Eremu magnetiko estatikoen kasuan, eremuan mugimendua dagoenean bakarrik gerta liteke efektu garrantzikoak izatea. Bi T-tik gorako eremu batean batetik bestera mugitzen den pertsona batek zorabioak eta goragalea izan ditzake; bai eta, zenbait kasutan, metal tankerako gustua ahoan eta argi-distirak ikustearen irudipenak ere. Efektu horiek aldi baterakoak izaten badira ere, eragina izan dezakete kontuzko eragiketak egikaritzen ari diren pertsonen segurtasunean.

Eremu magnetiko estatikoek eragina dute odolarekin batera mugitzen diren karga elektrikoetan –hori da, adibidez, ioien kasua– eta korrante eta eremu elektrikoak sortzen dituzte bihotzaren eta odol-hodi handien inguruan eta, ondorioz, aldaraz dezakete, arinki bada ere, odolaren zirkulazioa. Balizko efektuen artean, aipatzekoak dira bihotz-taupaden alterazio arinak eta bihotz-erritmo anormala (arritmia) eragiteko arriskua handitzea, pertsonaren bizia arriskuan jar dezaketenak (bentrikulu-fibrilazioa, esate

¹² World Health Organization. International EMF Project. 299. zenbakidun deskripzio-oharra. *Eremu elektromagnetikoak eta osasun publikoa: eremu elektriko eta magnetiko estatikoak*. 2006. Hemen eskuragarri: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs299/es/index.html>

baterako). Hala ere, efektu garrantzizko horiek 8 T-tik gorako eremuen eraginpean daudenen kasuan gertatu ohi dira.

Orain arte ezin izan da zehaztu epe luzeko osasun efekturik dagoen ala ez eremu ahulen (militesletan neurtzen direnak) eraginpean dauden pertsonentzat, ez baita, animaliekin, epe luzeko ikerketa epidemiologiko egokirik egin. Adibidez, ezin da sailkatu eremu magnetiko estatikoek zenbateraino sor dezaketen minbizia pertsonengan¹³ (IARC, 2002).

Eremu magnetiko estatikoek eragina dute gorputzean txertaturik izan ditzakegun metalezko gailuetan (taupada-markagailuak, esaterako), eta horrek eragin kaltegarria izan dezake, zuzenean, pertsonaren osasunean. Iradokitzen da taupada-markagailua, inplante ferromagnetikorik eta/edo gailu elektronikoren bat gorputzean txertatuta daramaten pertsonak ez luketela 0,5 mT-tik gorako eremu magnetikoa duten lekuetan egon behar. Komeni da, orobat, 3 mT-tik gorako eremuko magnetoek bat-batean erakarritako metalezko objektuek eragindako arriskuetatik urruntzea.

4.2.- MAIZTASUN OSO APALEKO EREMUAK (MOA), 300 Hz-era artekoak.

- **Elektrizitatea transmititzeko eta banatzeko instalazioak**

Hiriguneetan nonahi aurki daiteke (eta gero eta gehiago) maiztasun oso apaleko (MOA) eremu elektromagnetikoen presentzia. Eremu horien jatorria, batik bat, maiztasun industrialeko (**50 Hz**) energia elektrikoaren garraioan eta erabileran bilatu behar da. Energia elektrikoa sortzen den gunetatik goi-tentsioko linea bidez garraiatzen eta banatzen da populazio gunetara. Transformadoreen bitartez, tentsio hori murriztu egiten da etxeetako banaketa lineetara konektatu aurretik.

Honako hauek dira transmisio-lineen azpiko eremu elektromagnetikoekiko esposizio tipikoak: 40 μ T, 400kV-eko linearen pean; 22 μ T, 275 kV-eko linearen pean eta 7 μ T, 132 kV-eko linearen pean (NRPB, 2001)¹⁴. Linea berberak erreferentzia gisa hartuta, baina 25 m-ko distantzian, esposizioak 8,4 eta 0,5 μ T-koak lirateke, hurrenez hurren. 50 eta 100 metroko distantzian, berriz, eremuen intentsitatea, eskuarki, goi-tentsioko linea elektrikoetatik aldentuta dauden tokietako berdintsua izan ohi da. Aireko linea elektrikoek ez ezik, lurretik doan elektrizitateak eta tresna elektrikoaren erabilerak ere sortzen dute EEMekiko esposizioa.

Distantziarekin eragina nabarmen murrizten da, distantzia ber bi izaten baita murrizketaren proportzioa (SCENIHR 2009)¹⁵.

Elektrizitatea transmititzeko eta banatzeko sistema horiek, kable-instalazioek eta etxetresna elektrikoek eratzen dute etxeetako sare-maiztasuneko eremu elektriko eta magnetikoen hondoko esposizio maila. Linea elektriko handietatik hurbil ez dauden etxeetan, hondoko eremu horren intentsitatea 0,2 μ T ingurukoa izaten da, eta eremu elektrikoaren intentsitatea, berriz, 30 V/m baino txikiagoa. Gainera, etxeetako hormek

¹³ IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 80 (2002). Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/index.php>

¹⁴ National Radiological Protection Board. NRPB (2001). ELF Electromagnetic fields and the risk of cancer. Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. *NRPB dok.*, 12, 1. Zk. http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947420620

¹⁵ Scientific Comité on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Health Effects of Exposure to EMF. 2009ko urtarrila. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

nabarmenki murrizten dute eremu elektrikoaren intentsitatea, etxearen kanpotiko toki bertsuetan dagoenarekin alderatuta.

Elektrizitatea banatzeko lineetarako publikoaren, oro har, babesarako gomendatzen diren mugak eta batez besteko esposizio mailak (maiztasun industrialak: 50 Hz).¹⁶

Oinarrizko mugaketak	Erreferentzia maila		Batez besteko esposizio mailak			
			Linearen pean		50 metro tara	
Korronte-dentsitatea (mA/m ²)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (E) (V/m)	Fluxu magnetikoaren dentsitatea (μ T)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m)	Fluxu magnetikoaren dentsitatea (μ T)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m)	Fluxu magnetikoaren dentsitatea (μ T)
2	5000	100 **	10 000	20-22	100	0,01-0,02

Maiztasun industrialerako publikoaren, oro har, babesarako Europan gomendatzen diren erreferentzia mailak honako hauek dira: 5 kV/m eremu elektrikorako eta 100 μ T fluxu magnetikoaren dentsitaterako.

****10 μ T**, 2008ko Ingurumen osasun txostenaren gomendioen arabera, 15 urtez azpiko haurrak – astean behin, gutxienez – 4 ordu baino gehiagoz egoten diren lekuetarako. Energia elektriko maiztasun industrialean (50 Hz) ekoizteak/eraldatzeak/eroateak 5 μ T ekarriko dizkio, gehienez, esandako maila objektibo horri.

▪ Etxetresna elektrikoak

Etxetresna elektriko arrunten inguruan ere –hozkailua, garbigailua...– izaten dira maiztasun apaleko eremu elektromagnetikoak. Tresna horietatik zentimetro gutxira eremu elektrikoaren eta indukzio magnetikoaren batez besteko 10 V/m eta 3 μ T-ko balioak egon daitezke, hurrenez hurren. Maila horiek bizkor jaisten dira iturritik urrundu ahala.

Ile-lehorgailu batek eta hargailu estereofoniko batek, 30 cm-ra, 80 V/m eta 180 V/m-ko eremu elektrikoak sor ditzakete, hurrenez hurren.

Sare-maiztasuneko eremu magnetiko bortitzenak, eskuarki, motor elektrikoetatik eta beste tresna elektriko batzuetatik oso hurbileko puntuetan egon ohi dira. Eremu magnetikoaren intentsitatea ez da etxetresna elektrikoaren tamainaren, konplexutasunaren, potentziaren edo zarataren baitan egoten, baizik eta produktuaren diseinuarekin izaten du zerikusia. Gainera, eremu magnetikoen intentsitateak oso desberdinak izan daitezke; baita itxuraz antzekoak diruditen tresnen artean ere. Esate baterako, ile-lehorgailu batzuek intentsitate handiko eremuak sortzen dituzte, eta beste batzuek, aldiz, ia ez dute eremu magnetikorik eragiten.

Etxetresna ereduaren eta distantziaren arabera, esposizio maila eraginkorrak dezente aldatzen badira ere, ondorengo taulak bi puntu garrantzitsu argitzen ditu: lehenik, tresna elektriko guztiak inguratzen dituen eremu magnetikoaren intentsitatea bizkor jaisten dela haiengandik aldentzen garen neurrian, eta, bigarren, kontuan izanik etxetresna gehienak ez direla gorputzetik oso hurbil erabiltzen, etxetresna elektriko gehienek sortzen dituzten eremu magnetikoak 100 baino gehiago aldiz apalagoak direla populazioarentzat, oro har, gomendatutako mugako balioak baino (100 μ T, 50 Hz-era, edo 83 μ T 60 Hz-era).

¹⁶ Iturria: OME. Eremu elektromagnetikoak. <http://www.who.int/peh-emf/es/>

Zenbait etxetresna elektrikoaren eremu magnetikoaren intentsitatea eta eremu elektrikoaren intentsitatea hainbat distantzia kontuan hartuta.

Tresna elektrikoa	Eremu magnetikoaren intentsitatea (μT)			Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m) 30 cm-tara
	3 cm-ko distantziara (μT)	30 cm-ko distantziara (μT)	Metro 1eko distantziara (μT)	
Ile-lehorgailua	6 – 2000	0,01 – 7	0,01 – 0,03	80
Bizar-makina elektrikoa	15 – 1500	0,08 – 9	0,01 – 0,03	
Xurgagailua	200 – 800	2 – 20	0,13 – 2	50
Argi fluoreszentea	40 – 400	0,5 – 2	0,02 – 0,25	
Mikrouhin-labea	73 – 200	4 – 8	0,25 – 0,6	
Irrati eramangarria	16 – 56	1	< 0,01	
Labe elektrikoa	1 – 50	0,15 – 0,5	0,01 – 0,04	8
Garbigailua	0,8 – 50	0,15 – 3	0,01 – 0,15	
Plantxa	8 – 30	0,12 – 0,3	0,01 – 0,03	120
Ontzi-garbigailua	3,5 – 20	0,6 – 3	0,07 – 0,3	
Ordenagailua	0,5 – 30	< 0,01		60
Hozkailua	0,5 – 1,7	0,01 – 0,25	<0,01	120
Koloretako telebista	2,5 - 50	0,04 – 2	0,01 – 0,15	60
Etxetresna elektriko gehienek kasuan, eremu magnetikoaren intentsitatea, 30 cm-ko distantzian, nabarmen txikiagoa da giza populazioarentzat gomendatutako mugako balioa baino (100 μT).				Gomendatutako muga 5000 V/m

Iturria: Segurtasun Erradiologikorako Alemaniako Bulego Federala (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS), 1999. (Ohiko erabilera-distantzia hizki lodiz adierazita dago)

MOA eremu elektromagnetikoei osasunean dituzten eraginak¹⁷⁻¹⁸

Eremu elektrikoak gai hartuta egindako azterlanek adierazten dute 20 kV/m gainditzen ez dituzten eremuekiko esposizioak efektu murrizak eta kaltegabeak sortzen dituela.

Eremu magnetikoei dagokienez, MOA edo maiztasun oso apaleko eremuen kasuan, berretsitako froga esperimental gutxi daude, etxeko ohiko edota ingurumeneko intentsitateetan, gizakien fisiologian eta portaeran eragina dutela erakusten dutenak. Hainbat boluntario 5000 μT arteko MOA eremuen eraginpean zenbait orduz egon ostean, efektu urriak antzeman zitzaizkien hematologia, elektrokardiografia, bihotzaren erritmoa, arteria-presioa edo gorputz tenperatura neurtzeko hainbat proba kliniko eta fisiologiko egin ondoren. Animalietan egindako azterketek ez dute frogatu MOA eremuen eraginpean egoteak minbiziaren intzidentzian eraginik duenik.

¹⁷World Health Organization. International EMF Project. 205. zenbakidun deskripzio-oharra. *Eremu elektromagnetikoak eta osasun publikoa: maiztasun oso apalak* (MOA). 1998. Hemen eskuragarri: http://www.who.int/docstore/peh-emf/publications/facts_press/sfact/nd205.htm

¹⁸ World Health Organization. International EMF Project. 322. zenbakidun deskripzio-oharra. *Eremu elektromagnetikoak eta osasun publikoa: maiztasun oso apaleko eremuekiko esposizioa*. (2007). Hemen eskuragarri: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/es/index.html>

Lantokian MOA eremuen esposizioari buruz egindako azterlan epidemiologikoetan, emaitzek ez zuten adierazi korrelazio aski onik aztertutako pertsonen minbizi arriskuaren eta MOA eremuen esposizioaren balio estimatuen artean.

Minbiziaren Ikerketarako Nazioarteko Agentziak (IARC) 2002an¹⁹, «gizakien balizko minbizi-eragile» gisa (2B taldea) sailkatu zituen MOA eremu magnetikoak, haurren leuzemiari buruz egindako azterlan epidemiologikoetan oinarrituta. IARCen ebaluazioa azterketa epidemiologiko jakin batzuetan oinarritu zen. Azterlan horiek iradokitzen zuten leuzemia gara zezaketen haurren kopurua bi aldiz handiagoa zela 0,3 - 0,4 μ T-tik gorako eremu magnetikoen eraginpean zegoen populazioan, esposizio apalagoetako populazioetan baino.

4.3.- MAIZTASUN ERTAINEKO (ME) EREMUAK, 300 Hz eta 10 MHz artekoak

▪ Etxeko indukzio-sukaldeak.

Sukalde hauek behar duten energia termikoa 25-40 kHz-eko maiztasuneko eremu magnetikoek sortzen dute. Erabilera baldintza ohikoetan, 30 cm-ko distantzian erregistratutako indukzio magnetikoko mailak, gutxi gorabehera, 0,2-0,3 μ T artekoak dira.

Indukzio-plaken egungo estandarrak ezartzen du unitate bakoitzak ICNIRPek gomendatutako 6,25 μ T-ko erreferentzia-balioa bete behar duela, 30 cm-ko distantzian, betiere, ontzi egokia eta behar bezala kokatuta erabiltzen den kasuan.

Esposizio hori murriz daiteke hainbat neurri hartuta: eltzearen tamaina plakarenera egokitzea, hondoa deformatua duen ontzirik ez erabiltzea, sukalde mota horretarako diseinatutako ontziak erabiltzea transferentzia eraginkorra izan dadin, sukaldetik 5-10 cm-ko distantzia errespetatzea, metalezko tresnarik ez erabiltzea plakaren gainean lanean aritzean, korrontea gorputzera igaro ez dadin.

Indukzio-sukaldeetarako (25-40 kHz-eko maiztasunak) gomendatzen diren mugak eta esposizio mailak²⁰

Oinarrizko mugaketak	Erreferentzia maila		Batez besteko esposizio mailak
Korrante-dentsitatea (mA/m ²)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (E) (V/m)	Fluxu magnetikoaren dentsitatea (μ T)	Fluxu magnetikoaren dentsitatea (μ T)
50-80	87	6,25	(5-10 cm- tara) < 6,25 (30 cm-tara) 0,2-0,3

¹⁹ International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. "Non Ionizing Radiations", 2002. 80. liburukia, I. zatia, Statics and Extremely Low Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields, Lyon, Frantzia. International Agency for research on cancer. Hemen eskuragarri <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/index.php>

²⁰ Iturria: Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

▪ **Energia aurrezteko bonbillak**

Energia aurrezteko lanparei lanpara fluoreszente konpaktu eta kontsumo apaleko lanpara ere esaten zaie. Lanparan zehar igarotzen den korrante elektrikoak maiztasun apaleko (50 Hz) eta ertaineko (25 eta 70 kHz artean) eremu elektrikoak eta magnetikoak sortzen ditu.

Lanparatik 15 cm-ra neurtu diren fluxu magnetikoaren dentsitate balioak oso apalak dira (0,5 µT ingurukoak), hala ere, 30 cm-ko distantziara egotea gomendatzen da, EEMekiko esposizioa murriztagoa izan dadin.

Lanpara horiek sortzen dituzten eremu elektrikoak distantziaren arabera dira. Egiaztatua dago, 20 cm-ko distantzian, gomendatutako korrante-dentsitatearen mugako balioaren (50 mA/m²-koa, 25 kHz-eko maiztasunetan; eta 140 mA/m²-koa, 70 kHz-eko maiztasunetan) % 2tik % 10era bitartekoa izaten dela.

Kontsumo apaleko bonbiletarako (25-70 kHz) gomendatzen diren mugak eta esposizio mailak²¹

	Oinarrizko mugaketak	Erreferentzia maila		Batez besteko esposizio mailak (15 cm-ra)	
		Eremu elektrikoaren intentsitatea (E) (V/m)	Fluxu magnetikoaren dentsitatea (µT)	Fluxu magnetikoaren dentsitatea (µT)	Korrante dentsitatea (mA/m ²)
50 Hz	2	5000	100	0,5	-
25-70 kHz	50-140	87	6,25	1-2	10-20

▪ **Segurtasun-sistemak**

Segurtasun-sistema gehienek maiztasun ertainen gamaren barruan funtzionatzen dute, nahiz eta, sistema motaren arabera, hogeitaka Hz-ekoetatik hasi eta hainbat GHz-eko maiztasunerainokoak aurki daitezkeen.

Denden sarreran egoten diren lapurreta-aurkako sistemek artikuluetara itsatsirik egon ohi diren markatzaileak hautematen dituzten gailuak erabiltzen dituzte.

Jendearen sarrera kontrolatzeko sistemak ere berdin funtzionatzen dute, baina hemen lapurreta-aurkako gailua giltzatakotan edo nortasun-txartel batean eraman ohi da. Liburutegietako segurtasun-sistemak nahi denean desaktiba daitezkeen (liburua maileguan hartzen denean) gailuak erabiltzen dituzte, liburua itzultzen denean berriro aktibatuzko.

Aireportuetako segurtasun-sistemak eta metal-detekttagailuek intentsitate handiko (100 µT-rainokoak) eremu magnetikoa sortzen dute eta metalezko gauzakirekin bat eremu horretan sartzen bada, perturbazioak eragiten ditu esandako eremuan. Detekttagailuaren markotik hurbileko puntuetan, eremu magnetikoaren intentsitatea gomendatutako muga-balioen gertukoa edota, batzuetan, muga horietatik gorakoa ere izan daiteke.

Maiztasun ertaineko eremuen eraginak osasunean

²¹ Iturria: Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00673/02326/index.html?lang=en>

Maiztasun apal eta ertaineko eremu elektromagnetikoen korrante elektrikoak eragin ditzakete gizakien gorputzean, eta intentsitate jakin batetik gora, nerbio eta gihar kitzikatzeak sortzen dituzte.

Gaur egun, ez dago daturik maiztasun ertaineko eremu elektromagnetikoen epe luzeko esposizioaren eraginei buruz, orain arte azterketa gutxi egin baita arlo horretan.

▪ **Telebistak eta ordenagailu-pantailak**

Ordenagailuen eta telebisten pantailak antzeko funtzionatze moduetan oinarritzen dira. Bi kasuetan, eremu elektriko estatikoak eta hainbat maiztasunetako eremu elektriko eta magnetiko alfernoak sortzen dituzte. Hala ere, zenbait ordenagailu eramangarriren (edo etxeko ordenagailu batzuen) kristal likidozko pantailak ez dute aintzat hartzeko moduko eremu elektriko nahiz magnetikorik sortzen. Ordenagailu modernoek pantaila eroaleek etxeko edo lantokiko hondoko ohiko mailaraino murrizten dute pantailaren eremu estatikoa. Erabiltzailearen kokalekuan (pantailatik 30-50 cm-tara), sareko maiztasunean, eremu magnetiko alfernoen fluxu-dentsitatea $0,7 \mu\text{T}$ -tik azpikoa izan ohi da. Eremu elektriko alfernoen intentsitateen balioak (eremu elektrikoaren intentsitatea), berriz, erabiltzailearen kokagunean, 1 V/m baino gutxiagokoetatik 10 V/m artekoak izaten dira.

Osasunean duten eragina

Ordenagailuen erabiltzaile taldeak xede hartuta egin diren azterlan ugarien artean, hainbat efektu deskribatu izan dira: buruko minak, nekea, larruzaleko arazoak, kataratak, berezko abortu goiztiarra eta haurdunaldiko beste arazo batzuk jasateko arriskua. Oro har, azterlan horiek guztiek diote ez liratekeela EEMak izango aipatutako arazo horien eragileak, baizik eta beste batzuk: faktore ergonomikoak (posizio desegokia); hautsaren edo airean igeri dauden beste material batzuen kontzentrazio handia, elektrizitate estatikoak erakarrita, eta laneko giroari lotutako beste zenbait (egoneko bizimodua, antsietatea...).

4.4.- IRRATI MAIZTASUNEN (IM) EREMUAK, 10 MHz eta 300 GHz artekoak

Irrati-maiztasuneko iturrien erabilera oso zabalduta dago. Etxetan, IMeko eremuen hainbat iturri izan ohi dira: mikrouhin-labeak, telefono mugikorak, lapurreta-aurkako alarmak, Wi-Fi gailuak, bluetootha eta abar. Ingurugiroan, eremu elektromagnetiko gehien jatorria irrati-teledifusioan eta telekomunikazio-instalazioetan egon ohi da.

Bada irrati-maiztasuneko iturrietatik datozen igorpenei buruzko informazioa, tokian bertan egindako neurketen bitartez lortutakoa, eta gomendatutako balioak betetzen diren edo ez ebaluatzeko erabil daitekeena. Hala ere, gizabanakoen esposizioari buruzko informazioa, batez ere azterketa epidemiologikoak egiteko beharrezkoa izan arren, urria da oraindik. Metodologia optimizatzea ezinbestekoa da pertsonaren banakako esposizioa ebaluatzeko. Gainera, garrantzi handia du hainbat esposizio-iturri kontuan hartzeak, iturri indibidualetan zentratu gabe, esate baterako, telefonia mugikorreko banaguneetan.

Azkenik, teknologia etengabe aldatzen ari denez –adibidez, telebista analogikotik digitalerako aldatzea, edota merkaturatu diren azken muturreko teknologiak, banda ultrazabala (UWB) kasu–, populazioaren epe luzeko esposizioaren ereduak ere aldatzen ari dira.

Irrati-maiztasuna (IM) potentzia-dentsitate moduan adierazi ohi da, watt/metro karratutan (W/m^2), eta dosimetria eraginetarako, berriz, xurgatze-tasa espezifikoa ([SAR](#) –Specific Absortion Rate– ingelesez) erabiltzen da. SAR horretan oinarritzen dira IMekiko esposizioari buruzko ia gidalerro guztiak. Xurgatze-tasa espezifikoa (SAR) watt/kilogramotan (W/kg) adierazten da eta IM energiaren xurgatze-tasa da, ehun-masa unitateko. Masa unitateko xurgatzen den energia adierazten du, denbora-tarte jakin batean. SAR maila gorputz osoari buruzkoa edota atal jakin bati buruzkoa izan daiteke. Hainbat faktore fisikok, biologikok eta ingurumenekok eragina izan dezakete xurgatze-tasa espezifikoan. Etxebizitzetan aurki daitezkeen material gehienek ez dituzte IM eremuak blokeatzen.

Giza gorputzetik hurbil erabiltzen diren iturrien artean daude telefono mugikorrek, hari gabekoak, Bluetootha eta Wi-Fi gailuak. Esposizio garrantzizkoena telefono mugikorrena da, tresna horien xurgatze-tasa espezifikoa ([SAR](#)) 0,2-tik 1,5 W/Kg artekoa izaten baita (potentzia handieneko egoeran).

Gorputzetik urrun egon ohi diren iturrien artean daude telefonia mugikorreko banaguneak, irrati eta telebista antenak edota radarrak.

4.4.1.- GORPUTZETIK HURBIL ERABILTZEN DIREN ITURRIAK

4.4.1.1.- Telefono mugikorrek

Telefono mugikoren IM uhinak tresnaren barruan dagoen antenatik datoz. Uhinak antena dagoen puntuan dira indartsuen eta energia galduz doaz telefonotik alden du ahala. Antena burutik zenbat eta hurbilago egon, pertsonaren IM energiarekiko esposizioa are handiagoa dela kalkulatzen da. Erradiazioa telefonoa transmititzen ari denean soilik da garrantzizkoa, ez itzarote-posizioan dagoenean.

Telefono dei bat egiten ari garenean, esposizioaren intentsitatea bi faktorek baldintzatzen dute: konexioaren kalitateak (zenbat eta konexio hobea, erradiazio gutxiago igorriko du) eta telefono-modeloak.

Europan gehien erabiltzen diren komunikazio mugikorreko teknologiak digitalak dira: GSM 900, GSM 1800 eta UMTS (Telekomunikazio Mugikoren Sistema Unibertsala). Teknologia analogikoak ia ez dira erabiltzen. GSM (Komunikazio mugikoren sistema orokorra) telefonia mugikorrerako estandar digitala da, batez ere, telefoniarako eta mezuak bidaltzeko erabiltzen dena; bigarren belaunaldiko (2G) mugikorrek esaten zaie. UMTS direlakoak, berriz, hirugarren belaunaldiko (3G) telefono mugikorrek dira. Azken horiek dira gaur egun gehien erabiltzen direnak eta telefonia mugikorra banda zabaleko Interneteko konexioarekin konbinatzen dute. GSM sistemarekin baino lastertasun handiagoz transferitzen dituzte datuak. Laugarren belaunaldiko mugikorrek (4G) hainbat teknologia eta protokolo bateratzezik sortu dira. Aurreko belaunaldiekiko alde nagusia lastertasun handiko transmisioa da ($50 - 100 \text{ Mpbs}$)²².

Oro har, pertsona batek jasaten duen IM energia kantitatea faktore askoren mende dago, ondorengo hauek barne direla:

- Telefonoa zenbat denboran erabiltzen duen.
- Telefonoaren modelo: Antzinako ereduak (analogikoak) energia gehiago erabiltzen dute modernoek baino (digitalak). Hirugarren belaunaldiko telefono baten IM esposizioa, zenbait azterlanen arabera, 1000 aldiz txikiagoa da 2G-ko batena baino (Baumann *et al.* 2006)²³.
- Buruarekiko hurbiltasuna, esku librekoa erabiltzea.

²² Mpbs= megabit segundoko = 10^6 bit segundoko

²³ Baumann J, Landstorfer FM, Geisbusch L, Georg R.: "Evaluation of radiation exposure by UMTS mobile phones". Electronics Letters 2006; 42:225-6.

- Hurbilen dagoen antenarekiko distantzia: antena zenbat eta urrunago egon, energia gehiago beharko da seinale egokia lortzeko; baita eraikin baten barruan egonez gero ere.
- Une eta eskualde jakin bateko telefonia-seinale zirkulazio kantitatea.

Telefono mugikorraren erabilerarako muga ondorengo xurgatze-tasa espezifiko (SAR) da: 2 W/kg gizakiaren bururako. Telefono mugikorrak ahal den baldintza okerrenetan probatzen dira, hau da, energia maila altuenean. Baldintza horietan, neurtu diren SAR balio handienak 0,2 eta 1,5 W/kg artean daude, telefono motaren arabera.

Telefonia mugikorreko aparatuek potentzia kontrolatzeko gailu bat izaten dute. Gailu horrek automatikoki jaisten du aparatuen potentzia (1000 arterainoko faktorean GSM-en kasuan eta 100 milioitaraino UMTS-en kasuan) intentsitate handiagoa behar ez denean transmisio egonkorra lortzeko.

Telefono fabrikatzaileek Europako Zuzentarauaren baldintzak betetzen dituztela frogatzeko eta egiten dituzten produktuen SAR mailaz informatzeko obligazioa dute. Telefono bakoitzak bere xurgatze-tasa espezifiko (SAR) maila du. European badira erakundeak –adibidez, Normalizazio Elektroteknikorako Europako Batzordea ([CENELEC](#))– telefono mugikorrak probatzeko erabili behar diren metodo arautuak zehazten dituztenak.

Telefono mugikorretarako gomendatzen diren mugak eta esposizio mailak²⁴.

Maiztasuna		Oinarrizko mugaketak	Erreferentzia maila	Populazioan neurtutako esposizio maila handienak	
		SAR (burua eta gorputz-enborra) ζ (W/kg)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	SAR (burua eta gorputz-enborra) (W/kg)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)
GSM	900-1800 MHz	2	4,5-9	0,2-1,5	mW/m ² hamarrekoak
UMTS	2100 MHz	2	10		< 1 mW/m ² ²⁵

Telefono mugikorren eraginak osasunean

Telefono mugikorrak burutik oso hurbil erabiltzen dira; hortaz, gorputz osoa berotzearen efektua aztertu ordez, erabiltzailearen buruak xurgatzen duen energiaren banaketa zehaztu behar da.

Zalantzak agertu dira telefono mugikorren maiztasunen esposizioak eragin ditzakeen beste efektu batzuen inguruan ere: «efektu ez termikoak» deitzen zaie. Iradoki izan da minbiziaren garapenean eragina izan lezaketen efektu sotilak gerta litezkeela zeluletan. Beste hipotesi batzuen arabera, estimulu elektrikoek gorputzeko zenbait ehun kitzika ditzakete eta eragina izan dezakete garunaren eta nerbio-ehunen funtzioan.

Epe luzeko eraginari buruz, IARC agentziak gizakientzako balizko minbizi-eragile gisa (2B taldea) katalogatu ditu irrati-maiztasuneko eremu elektromagnetikoak, 2011ko maiatzean. 2012aren hasieran, ez du oraindik monografia argitaratu.

²⁴ Iturria: SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. 2009ko urtarrilaren 19a

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

²⁵ 1 mW = 10⁻³ W = 0,001W

Azterlan ugari egin dira, baina ezin izan da behin-betiko osasun ebaluaziorik zehaztu ondorengo efektu hauei dagokienez:

Hormona eta immunitate sistemaren gaineo efektuak. Behatu dira zenbait efektu hainbat hormonaren gainean, telefono mugikorren irraden eraginpean egon ondoren, baina emaitzak funtsik gabeak izan dira eta, beraz, ez da inolako baloraziorik egin hormona-orekan izan ditzakeen efektuez. Immunitate-sisteman izan ditzakeen efektuei dagokienez, ezin izan dira ebaluatu lortutako emaitza urriak direla-eta.

Garuneko aktibitatearen gaineo efektuak. Telefono mugikorren irradek eragina izan dezakete garunaren aktibitatean, bai esna eta bai lo egotean, baina, gaur egun, ez dakigu eragindako aldaketa horiek zer nolako efektuak izan ditzaketen osasunean.

Ezagutza-funtzioak eta erreazio-denbora. Adierazi dute laburtu egin direla erreazio-denborak, telefono mugikorren erradiazioak direla-eta; baina emaitza horiek azterlan berrienetan soilik agertzen dira.

Mikrouhinekin lotutako entzumeneko sentsazioak. Ez dago, orain arte, telefono mugikorren erradiazioak akufenoen agerpena (kanpoko benetako soinuei ez dagozkien entzumen-sentsazioak) dakarrela adierazten duen emaitzarik.

Zirkulazio-sistemaren gaineo efektuak. Telefono mugikorren irradek arteria-presioan, pultsuan, bihotzaren taupada-maiztasunean edo odolaren zirkulazioan izan dezaketen eragina oso gutxitan aztertu izan da eta lan horiek ez dute emaitza frogaturik eman.

Ongizatearen gaineo efektuak. Erabiltzaileen artean egindako elkarrizketek agerian utzi dute guztiz zehatzak ez diren hainbat sintomaren agerpena: nekea, zorabioak, buruko minak. Azterlan epidemiologiko on bakar batek ere ezin izan du frogatu mugikorraren erabilpenaren eta esandako efektu horien arteko erlazioa. Edozein moduz ere, epe luzeko efektuak ezin izan dira, orain arte, errotik bururaino aztertu; beraz, ez da posible izan telefono mugikorren erradiazioek pertsonen ongizatean dituzten efektuei buruzko behin-betiko estimaziorik egitea.

Loaren gaineo efektuak. Laborategiko zenbait ikerketatan, telefono mugikorren erradiazioen eraginpean egotearen eta lokartze-denbora laburragoaren arteko erlazioa ezarri ahal izan da; baita, lo dagoen artean, garunaren aktibitate elektrikoa aldarazten duela ere. Baina, azterlan asko egin diren arren, ezin izan da frogatu telefono mugikorren irradek pertsonen loan efektu garrantzikorik dutenik. Azterketa epidemiologikoek ere ez dute inolako erlazioirik egiaztatu loaren kalitatearen eta maiztasun handiko erradiazioekiko esposizioaren artean.

Garuneko tumoreak pertsona helduetan. Hainbat informazio bildu dira maiztasun handiko erradiazioen efektu genotoxiko eta minbizi-eragileei buruz eta egungo ikerketak, batez ere, telefono mugikorren erradiazioek garuneko tumoreen arriskua areagotzen duten edo ez zehazten ahalegintzen dira. Orain arte egin diren azterlan gehienek ezin izan dute erlazio argirik ezarri telefono mugikorraren lehen 10 urteko erabileraren barruan. Azterlan batzuen eta besteen interpretazioa korapilatsua izan ohi da: alde batetik, azterketen dimentsio txikiagatik; bestetik, garuneko tumoreak denbora luzez egon ohi direlako sortasun egoeran; eta, azkenik, esposizioaren intentsitatea estimatzen zaila izaten delako. INTERPHONE azterlanean ez da ikusi hamar urtez edo gehiagoz telefono mugikorra erabiltzeak gliomak edo meningiomak jasateko arrisku handiagoa dakarrenik. Iradoki da, ordea, garuneko minbizia (glioma) jasateko arriskua handitu daitekeela telefono mugikorraren erabilera trinkoa egin duten pertsonen artean (30 minutu eguneko, 10 urtez). Ziurgabetasunak asko mugatzen du azterketa horietatik atera daitezkeen ondorioen indarra eta ez du uzten kausa-efektu harremanik ezartzen.

Beste tumore batzuk pertsona helduetan. Begiko minbiziaren eta telefono mugikorren erradiazioen arteko erlazioari buruz orain arte egindako azterlanek ez dute inolako

emaitza frogaturik adierazi, baina ez dute balizko arriskua baztertu. 2006an, Danimarkan, hamabost minbizi mota jasateko posibilitatea aztertu zen, 1982 eta 1995 artean telefonia mugikorreko operadore batekin kontratua zuten pertsonen artean. Ezin izan da erlazionatu mugikorraren erabilera eta minbizia.

2011ko urrian, Danimarkako hainbat mugikor erabiltzailerik egindako jarraipen baten eguneratzea argitaratu zen. Lan horretan, telefono mugikorren konpainietan izena emandako pertsonen jarraipena egin da, 1990etik 2007ra bitartean, eta garuneko tumoreen agerpena aztertu dute. Ez da aurkitu nerbio-sistema zentralerako tumorea garatzeko arriskua handitu denik; hau da, kausaltasun-harreman eskasa egiaztatzen ahal izan da.

Garuneko tumoreak haurretan. Ez dago haur eta nerabeetan garuneko tumoreak izateko arriskuari buruzko informaziorik. Erantsi behar da ziurgabetasuna dagoela oraindik nerbio-ehunak osatzen ari zaizkion haur baten buruan erradiazioa xurgatzeak izan ditzakeen eraginez; horregatik, erradiazio apaleko mugikorrak erabiltzea gomendatzen dugu, behin eta berriro, haurren eta nerabeen kasuan, bereziki.

Kontzentrazio-arazoak haurrengan. Argitaratu da eragin motaren bat badagoela maiztasun handiko irraden eta portaera arazoaren artean, baina azterketa gehiago behar dira erlazio hori berresteko.

Ugalkortasuna eta esperma. Efektu hori balioetsi duten azterlan gutxi egin da; hortaz, ez dago telefono mugikorren erradiazioak gizakion ugalkortasunean eragina duela dioten behin-behikoko estimaziorik. Azterketa gehienek espermatozoiden mugikortasunari buruzko efektuak ikertzen dituzte. Prebentzio gisa honako hau aholkatzen da: aparatua sexu-organoetatik hurbil ez edukitzea, esku libreko kita erabiltzen denean.

Interferentziak inplanteekin. Telefono mugikorrek interferentziak eragin ditzakete taupada-markagailuetan, txertaturik eramaten diren desfibrilagailuetan eta garuneko estimulagailuetan. Gaur egungoak ez dira horren sentiberak, baina 30 cm-ko tartea aholkatzen da, segurtasun neurri gisa.

4.4.1.2.- Hari gabeko telefonia finkoa, hari gabeko sare lokalak (WLAN, WI-FI), Bluetooth

Telefono mugikorrak ez ezik, beste zenbait aplikazio ere oso arruntak dira: hari gabeko telefonoak, DECT teknologia daramatenak (Digitalki Hobetutako Hari gabeko Telekomunikazioak), eta WLAN sareak (hari gabeko sare lokalak). Eskuarki, telefono mugikorrena baino irteerako potentzia apalagoarekin lan egiten dutenez, erabiltzailearen esposizioa telefonia mugikorrarenaren azpitik egon ohi da.

Hari gabeko telefonia finkoa

DECT sistemak telefono mugikorretako GSM sistemaren antzekoak dira, baina eragiketa-erradioa askoz laburragoa dute (25 eta 100 metro artean). DECT banagune baten batez besteko gehieneko potentzia maila 250 mW-koa da (adibide gisa kasurik okerrena harturik: 25 terminal aldi berean lanean). Familia arrunt baten kasuan, 10 mW ingurukoa izaten da gehieneko potentzia maila.

Neurtutako hari gabeko telefonoen esposizio mailak, gomendatutako mugak baino 40 bat aldiz apalagoak dira.

Era berean, banaguneetatik eratorritako esposizioa asko gutxitzen da distantziarekin; 20 cm-ra, esposizio maila 20 bat aldiz txikiagoa da gomendatutako muga baino, eta metro batera, berriz, 100 bat aldiz apalagoa.

DECTetarako gomendatzen diren mugak eta esposizio mailak.²⁶

Sistema	Maiztasuna	Oinarrizko mugaketak		Erreferentzia maila		Populazioan neurtutako esposizio mailak	
		SAR (gorputz osoa) (W/kg)	SAR (burua eta gorputz-enborra) (W/kg)	Ereku elektrikoaren intentsitatea (V/m)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	SAR (burua eta gorputz-enborra) (W/kg)	Ereku elektrikoaren intentsitatea (V/m)
DECT (telefonoa)	1,88-1,9 GHz	0,08	2	60	10	0,01-0,05	
DECT (banagunea)		0,08	2	60	10		(20 cm-tara) 3-6

Hari gabeko telefonoen eraginak osasunean

Bai banagunetik eta bai telefonotik igortzen den erradiazioa apala izaten da; beraz, epe laburrean, ez dago osasunean eragina izango duten beldurrik.

Hari gabeko telefonoaren epe luzeko eraginei dagokienez, azterketak egiten ari dira, zenbait kasutan, telefono mugikorren efektuak balioesten dituztenekin elkarlanean. Orain arte lortutako emaitzek ez dute loturarik aurkitu hari gabeko telefonoa erabiltzearen eta garuneko tumoreen artean. Loaren kalitatean izan ditzakeen eraginak ere aztertu dira, baina ez da emaitza eztabaidaezinik lortu. Ez dirudi barrera hematoentzefalikoaren funtzioan ere eraginik duenik.

Oinarriaren epe luzeko efektuei dagokienez, ez dago hari buruzko azterketa epidemiologiko zehatzik. Gainera, oso azterlan gutxi daude hain erradiazio ahularen – horixe baita hari gabekoaren oinarriaren kasua – epe luzeko eragin potentzialak balioesten dituztenak.

Ez hari gabeko telefonoek ez haien oinarriek ez dute interferentziarik sortzen taupada-markagailuetan, ezta desfibrilagailuetan ere.

WLAN eta WI-FI, hari gabeko sare lokalak

Wi-Fi teknologia da gehien erabiltzen dena hari gabeko sare lokaletan (WLAN). Gailuek eta tresnek erabiltzen dituzten sare horietan, komunikazioa konexio kableen bidez egin ordez, irrati-uhinen bitartez egiten da.

Wi-Fi gailuek antenaz hornituak egon izan behar dute, ezinbestean, hari gabeko konexioak egingo dituzten irrati-uhinak igorri eta jaso ahal izateko. 2,4 eta 5 GHz arteko maiztasunetan lan egiten dute.

Hari gabeko sare lokalen (WLAN) erabilpena asko hazi da denbora gutxian, malgutasuna eta mugikortasuna eskaintzen baititu. Hori dela-eta, arlo horretako teknologia zabalduena bilakatu da hainbat motatako erabiltzaileen artean, hezkuntza sektorea barne dela.

Sistema horretan, ordenagailuek Internetera konektatzeko hari gabeko sare lokala (WLAN) erabiltzen dute, eta kable bidezko konexioen beharra baztertu edota asko

²⁶ Iturria: Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

murrizten da. Wi-Fi seinaleak oso potentzia apalekoak dira, 0,1 watt (100 mW) ingurukoak, bai gailuan, bai routerrean. WLAN terminal baten gorenko balioa 200 mW-ekoa da; hala ere, batez besteko potentzia mailak zirkulazioaren baitan egoten dira, eta, eskuarki, dezente apalagoak izaten dira.

Erabilitako maiztasunak, oinarrian, IMko beste aplikazio batzuetakoen antzekoak dira; FMko irrati-telefonoak, telebista eta telefonia mugikorra kasu.

Gaur egun dakigunaren arabera, Wi-Fiaren irrati-maiztasunarekiko esposizioa, segur aski, telefono mugikorrena baino apalagoa da. Mugikorren esposizioarekin alderatzeko modukoa toki bakar batean aurki liteke: antenetatik oso hurbil dauden lekuetan. Sistema horiekiko esposizioa asko gutxitzen da distantziarekin; hala, erabilpen-baldintza normaletan, batez besteko buru/gorputz-enborreko SAR tasa 0,6 W/kg baino txikiagoa da.

WLAN (WI-FI) erradiaziorako gomendatzen diren mugak eta esposizio mailak.²⁷

Sistema	Maiztasuna	Oinarrizko mugaketak		Erreferentzia maila		Populazioan neurtutako esposizio mailak	
		SAR (gorputz osoa) (W/kg)	SAR (burua eta gorputz-enborra) (W/kg)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	SAR (burua eta gorputz-enborra) (W/kg)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m)
WI-FI 802.11	2,4-5 GHz	0,08	2	61	10	0,06-0,7	(metro batera) 1,5 0,39-1,7 ²⁸

Hari gabeko sare lokalen (WLAN WIFI) eragina osasunean

Egun dagikunaren arabera, Wi-Fi teknologiak igorritako maiztasun altuko erradiazioak ahulegiak dira haiek xurgatu eta tenperatura igoaraziz eragin larri atzemangarriak sortzeko. Epe luzeko efektuak eta termikoak ez direnak oso gutxi aztertu dira orain arte. Une honetan, sare lokalak indarrean dauden mugako balioen azpitik mantentzen badira, ez dago esaterik osasunerako arriskuak direnik.

Europar erabiltzen hasi den beste sistema bat UWB edo banda ultrazabala da. Gailu horiek 500 MHz-etik gorako banda zabaleran lan egiteaz gainera, 3,1 GHz eta 10,6 GHz

²⁷ Iturriak:

- SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. 2009ko urtarrilaen 19a
http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf
- Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

²⁸ Eremu elektrikoaren intentsitatearen (E) neurketa hauek Euskal Herriko Telekomunikazio Ingeniarren Elkargo Ofizialak egin zituen, Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza Sailaren aginduz, hainbat tokitan eta ahal ziren baldintza okerrenetan: ikastola bateko gelan 0,39 V/m-ko emaitza lortu zuten, eta 1,7 V/m-koa leku publiko batean.

arteko maiztasunak erabil ditzakete, eta horrek distantzia laburretan informazio-pakete oso handiak transmititzeko aukera ematen du. Teknologia honen potentzia-dentsitate mailak 0,0001 W/m²-z azpitik daude (erreferentzia maila: 10 W/m²).

Aplikazioetan, komunikazioa ez ezik, detekzioa eta identifikazioa ere sartzen dira. Hari gabeko mikrofonoak merkatuan daude jada eta luze baino lehen agertuko dira, segur aski, hainbat aplikazio bulegorako, jostaketarako, etxerako eta medikuntzarako aplikazioetan. Lurperatutako pertsonak hautemateko, zirkulazioko istripu edo talkak ekiditeko eta zirkulazioko datuak transmititzeko erabil daiteke (Schmid *et al.* 2008).²⁹

UWB erradiaziorako gomendatzen diren mugak eta esposizio mailak.³⁰

	Oinarrizko mugaketak		Erreferentzia maila		Populazioan neurtutako esposizio mailak		
Maiztasuna	SAR (gorputz osoa) (W/kg)	SAR (burua eta gorputzenborra) (W/kg)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	SAR (burua eta gorputzenborra) (W/kg)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m)
3,1-10,6 GHz	0,08	2	61	10	<0,0001		

Bluetooth

Bluetooth bidezko irratikonekzioak ahotsa eta datuak distantzia laburretara transmititzeko erabiltzen dira, maiztasun altuko erradiazioen bitartez. Sistema honek hainbat gailu kablerik gabe konektatzeko aukera ematen du: telefono mugikorra entzungailuarekin, ordenagailua inprimagailuarekin, eta abar. 2,4 GHz-eko maiztasunean lan egiten dute.

Ondorengo hauek dira sistemaren ohiko aplikazioak:

- Esku libreak telefono mugikorrarekin edo hari gabekoarekin
- Internet bidezko telefoniarako hari gabeko telefonoak (VoIP edo IP gaineko ahotsa)³¹
- Agenda elektronikoak beren artean edo ordenagailuarekin sinkronizatzeko
- Hari gabeko konekzioak audio, bideo edo MP3 erreproduzitzagailuentzat
- Hari gabeko konekzioak konputagailu, inprimagailu, sagu, kamera digital, eta abarren artean
- Telefono mugikorra ibilgailuko kanpoko antenarekin konektatzeko
- Ospitaletan gaixoak monitorizatzeko

²⁹ Schmid G, Cecil S, Petric B, Neubauer G, Pérez, LA: Bestimmung der Exposition durch Ultra – Wideband Technologien [German], June 2008, ARC-IT-0237. Disponible en: http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/dosimetrie/dosimetrie_abges/dosi_092.html

³⁰ Iturria: SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. 2009ko urtarrilaren 19a http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

³¹ VoIP: baliabide multzo honek ahots seinalea Internet bidez joatea ahalbidetzen du, horretarako IP protokoloa erabilia.

Hiru motatakoak daude (1, 2 eta 3), transmisio-potentziaren arabera. Mota batekoak edo besteak izan, gailu guztiak bateragarriak dira. Potentzia-kontrola beharrezkoa da 1. motarako; 2. eta 3. moten kasuan, hautazkoa da. Telefono mugikor batzuk 1. motako transmisioen bitartez sar daitezke Interneten.

1. motak igortzen duen energia oso altua denez, Interneteko konexioa deskonektatzea gomendatzen da aparatu hauekin deiak egiterakoan, esposizio gehigarria ekiditearren.

Potentzia	Igortze-potentzia handiena (mW)	Irismena
1. mota	100	100 metro
2. mota	2.5	40 metro
3. mota	1	10 metro

Bluetooth erradiatzorako gomendatzen diren mugak eta esposizio mailak³²

	Oinarritzko mugaketak		Erreferentzia maila		Populazioan neurtutako esposizio maila handienak	
	SAR (gorputz osoa) (W/kg)	SAR (burua eta gorputz-enborra) (W/kg)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	SAR (burua eta gorputz-enborra) (W/kg)	Eremu elektrikoaren intentsitatea (V/m)
Maiztasuna						
2,4 GHz	0,08	2	61	10	0,01-0,4	(20 cm-tara) 0,4-3

Bluetooth teknologiaren eraginak osasunean

Egun dakigunaren arabera, Bluetooth sareek igorritako maiztasun altuko erradiazioak ahulegiak dira haiek xurgatu eta tenperatura igoaraziz eragin larri atzemangarriak sortzeko.

Epe luzeko efektuak eta termikoak ez direnak oso gutxi aztertu dira orain arte. 2. eta 3. motatako Bluetooth aparatuen oinarrien dosiak eta igortze-potentziak oso apalak direnez, ez dago osasunean eragin txarra izango duten beldurrik.

Ez dira ezagutzen 1. motako Bluetooth oinarriek osasunean izan ditzaketen eraginak; hori dela-eta, nazioarteko ikerketak egiten ari dira.

4.4.2.- GORPUTZETIK URRUTI ERABILTZEN DIREN ITURRIAK

4.4.2.1.- Telebistako eta irratiko antenak

Informazioa nola igortzen den, bi irradi-seinale mota daude: hedadura-modulaziokoak (AM ingelesez) edo maiztasun-modulaziokoak (inglesezko siglengatik honi maiztasun modulatu ere esaten zaio, FM). AM irradi-seinaleak distantzia oso luzetara zabaltzeko

³² Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

erabil daitezke; FM uhinek, berriz, eremu txikiagotara heltzen badira ere, soinu-kalitate hobea eskain dezakete.

AM irrati-seinaleak antena-bateria handien bitartez igortzen dira; hamarka metroko garaiera izan dezakete, eta herritarrek erraz iristerik ez duten lekuetan egoten dira. Antenetatik eta elikadura-kableetatik oso gertuko tokietan esposizio maila handiak egon daitezke ($0,03 \text{ W/m}^2$ potentzia-dentsitate arte), baina mantentze-lanak egiten dituzten pertsoenei eragiten diete eta ez populazioari, oro har.

FMko telebista- eta irrati-antena AMkoak baino askoz txikiagoak dira eta dorre handietako gailurrean kokatuta egoten dira; dorreak, euskarri-egiturak baino ez dira izaten. Herritarrek dorre horien behekaldera hurbil daitezke, esposizio mailak gomendatutako mailen azpitik egoten direlako oinarritik gertu. Herritarrek iristeko moduko eremuetan neurtutako gehieneko balioak $0,01 \text{ W/m}^2$ baino txikiagoak dira (erreferentzia maila: 2 W/m^2). Batzuetan eraikinen gainean tokiko telebista- eta irrati-antena txikiak jartzen dituzte, eta horrelakoetan baliteke eremu horietarako sarbidea kontrolatu behar izatea.

TB digital (DVB-T) teknologia berriari dagokionez, Austrian eginiko ikerketa baten arabera (Giczi 2004)³³ harekin loturiko esposizio mailak $0,000003$ eta $0,04 \text{ W/m}^2$ bitartean egoten dira. Esposizio-tartea telebista-sistema analogikoen tartearen antzekoa da. Sistema digitalek, halere, analogikoek baino igorgailu gehiago behar dituzte; esposizio maila, ondorioz, apur bat handiagoa izango da.

Nabarmentzeko moduko iturrien artean daude, halaber, teknologia berriak; hala nola, audio digitalaren irrati bidezko hedapena (DAB) eta WiMAX sistema (datuak mikrouhinen bidez jasotzea eta irrati-uhinen bidez igortzea ahalbidetzen du). Sistema berri horien abantailatiko bat, populazio-dentsitate txikiagatik kablea edo zuntza hedatzea oso garestia den tokietan (landaguneak) banda zabaleko zerbitzuak eskaintzeko aukera da.

Irrati- eta telebista-antentzat gomendatutako mugak eta esposizio mailak ³⁴

		Oinarrizko mugaketak	Erreferentzia maila	Populazioan neurtutako esposizio maila handienak
Sistema	Maiztasuna	SAR (gorputz osoa) (W/kg)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)
FM irratia	100 MHz	0,08	2	<0,01
Lurreko telebista VHF	54-216 MHz	0,08	2	-
Lurreko telebista UHF	470-830 MHz	0,08	2,35-4,15	-
TB digitala	470-830 MHz	0,08	2,35-4,15	0,04

³³ Giczi W. Expertise EE-EMV-S 233/04, Elektromagnetische Felder in Graz, 2004.

³⁴ Iturria: SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. 2009ko urtarrilaren 19a http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

4.4.2.2.- Telefonía mugikorreko banaguneak

Telefonia mugikorreko sare batean bi komunikazio-elementu daude: telefona eta banagunea.

Telefonia mugikorren banaguneak eraikin edo dorreen gainean ipintzen dira, 15 eta 50 metro arteko garaieran. Banagune jakin batek helarazitako igorpen mailak aldakorrek dira, eta dei kopuruaren nahiz dei-egileen banaguneekiko distantziaren baitan egoten dira. Antenek irrati-uhin sorta oso estua igortzen dute, ia lurrarekiko paraleloan hedatzen dena. Ondorioz, lurraren mailan eta normalean herritarrak sar daitezkeen eremuetan, irrati-maiztasuneko eremuen intentsitatea arriskutsutzat jotakoa baino askoz txikiagoa izaten da. Gomendatutako maila horiek gainditzeko, pertsona bat antenetatik metro bat edo bira baino gutxiagora hurbildu beharko litzateke.

Telefono mugikorren erabilera orokortu arte, populazioa irrati- eta telebista-estazioetako irrati-maiztasunen igorpenen eraginpean zegoen batik bat. Gaur egun ere telefoniako dorreek ez dute ia handitzen nozitzen dugun esposizio maila osoa; izan ere, sarbide publikoko tokietan seinaleren intentsitatea urrutiko irrati- eta telebista-estazioenen antzekoa edo txikiagoa izaten da.

Populazioa 900 MHz-eko maiztasuneko esposiziorako dagoen erreferentzia maila 4,5 W/m²-ko potentzia-dentsitatekoa da. Herritarrek GSM seinalerikiko duten esposizio maila ehunka nW/m²-tatik hamarka mW/m²-tara dago, hainbat ingurumen-faktore gorabehera (tartean distantzia³⁵).

UMTS (2000 MHz-eko maiztasunak) seinalerikiko dagoenez, berriz, oso datu gutxi ditugu. Zenbaitetan 1 mW/m² baino gehixeagoko balioak neurtu dira, eta neurtutako gutxienerako mailak nW/m² ehunka gutxi batzuktakoak dira. UMTS seinalerikiko erreferentzia maila 9,55 W/m²-koa da.

Espanian, 1066/2001 Errege Dekretuak xedatzen du Industria, Turismo eta Merkataritza Ministerioaren zerbitzu teknikoek ikuskapen-planak egingo dituztela igorpen-instalazioek araudian ezarritakoa betetzen duten egiaztatzeko.

Industria, Turismo eta Merkataritza Ministerioak, 2009an egindako jardunei buruz 2010ean argitaratutako azken txostenean (ITMM 2009ko txostena) zehaztu zuen telefonia mugikorreko antenetatik gertu neurtutako kopuruak oso txikiak direla; hain zuzen, UMTS (9,55 W/m²) eta GSM (4,50 W/m²) banden igorpenetan baimendutako erreferentzia-balioak (potentzia-dentsitateari buruzkoak) baino ehunka edo milaka aldiz txikiagoak. Hala, probintzien araberrako batez bestekoetan neurtutako potentzia-dentsitateko gehieneko balioa 0,05 W/m² eta 900 MHz bitartean egoten da.

2009an (ikusitxoaren 1. eranskina) toki sentikorretan (haurtzaindegia, haur-hezkuntzako zentroak, osasun-zentroak, ospitaleak, parke publikoak) egindako neurketen emaitzak Madrilgo 0,022 W/m²-en eta Ceutako 0,00007 W/m²-en artean daude, eta Estatuko erradiazio mailaren batez bestekoa, berriz, 0,00462 W/m²-koa da. EAEn, 2009an, neurketak 18 toki sentikorretan egin dira (sei ikastetxe eta hamabi parke publiko) eta neurtutako batez besteko maila 0,00137 W/m²-koa izan zen.

Era berean, txosten horretan (2. eranskina), telefonia mugikorreko operadoreek ematen duten informazioaren baliozkotasuna egiaztatzeko aurkezten dituzten ziurtagirien ikuskaritzen emaitzak ere zehaztuta zeuden.

Telefonia mugikorreko banaguneen igorpenei buruzko informazio guztia Industria, Turismo eta Merkataritza Ministerioaren webgunean dago eskuragarri:

³⁵1nW = 10⁻⁹ W = 0,000000001 W
1 mW = 10⁻³ W = 0,001 W

<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/niveles.aspx>.

Telefonia mugikorrek³⁶ antenentzat gomendatutako mugak eta esposizio mailak

		Oinarrizko mugaketak	Erreferentzia maila	Populazioan neurtutako esposizio mailak
Sistema	Maiztasuna	SAR (gorputz osoa) (W/kg)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)
GSM	900-1800 MHz (0,9-1,8 GHz)	0,08	4,50	0,05
UMTS	2100 MHz (2,1 GHz)	0,08	9,55	0,001

4.4.2.3.- Radarrak

Radarrak nabigaziorako, eguraldia iragartzeko eta eginkizun militarretarako erabiltzen dira, besteak beste. Mikrouhin-pultsu moduko seinaleak igortzen dituzte. Pultsu bakoitzaren gehieneko potentzia handia izan daiteke, batez besteko potentzia txikia izan arren. Radar asko biratu edo gora eta behera mugitu daitezkeenez, horietatik hurbil dauden pertsonak nozitzen duten potentzia-dentsitatea murriztu egiten da.

4.4.3.- Mikrouhin-labeak

Etxeko mikrouhin-labeek oso potentzia handietan funtzionatzen dute. Nolanahi ere, babes eraginkorra dute eta labeetatik ihes egiten duen erradiazioa ia antzemanezina da. Hala ere, labeko atearen junturaren bitartez ihes txikiak egon daitezke, bertatik 5 cm-tara 10 W/m²-ko potentzia-dentsitatea izan dezaketenak. Mikrouhinen ihesen intentsitatea nabarmen murrizten da urrutiratu ahala. Herralde askotan fabrikazio-arauek labe berrietan onartzen diren erradiazio-ihesaren gehieneko mailak zehazten dituzte; arau horiek betetzen dituzten labeak ez dira inola ere arriskutsuak erabiltzaileentzat.

Mikrouhinek osasunaren gainean dituzten eraginak

Goi-maiztasuneko eremu magnetikoak. Begietan duten eragina aztertu da. Kristalinoa ez dago baskularizatuta; hortaz, pilatzen den beroa husterik ez dago, eta horrek berau opaku bihur dezake (katarata). Edonola ere, ikerketek frogatu dute atea itxita dagoenean erradiazioak oso ahulak direla. Ikerketetan ez dute aztertu gorputz-temperatura handitzearekin lotuta osasunean ondorioz egon daitekeen.

Behe-maiztasuneko eremu magnetikoak. Tresna horiek behe-maiztasuneko eremuak eragiten badituzte ere, jardueran oso denbora txikian egoten direnez, esposizioa urria izaten da. Egindako ikerketetan ez dute loturarik topatu mikrouhin-labeen eta osasunaren gaineko eraginen artean.

Mikrouhin-labeentzat gomendatutako mugak eta esposizio mailak (2,45 GHz)³⁷

³⁶ Industria, Turismo eta Merkataritza Ministerioa. 2009ko txostena. Hemen eskuragarri: http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informes/Informes%20anuales/informe_2009.pdf

Oinarrizko mugaketak			Erreferentzia maila		Populazioan neurtutako esposizio maila handienak		
SAR (gorputz osoa) (W/kg)	SAR (burua-enborra) (W/kg)	SAR (gorputz-adarrak) (W/kg)	Ereму elektrikoaren intentsitatea (V/m)	Potentzia-dentsitatea (W/m ²)	SAR (burua-enborra) (5 cm-tara)	SAR (gorputz osoa) (30 cm-tara)	Potentzia - dentsitatea (W/m ²)
0,08	2	4	61	10	0,256	0,0056	4,1

³⁷ Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00673/03752/index.html?lang=en>

5.- ONDORIOAK ETA GOMENDIOAK

- Eremu elektromagnetikoekiko esposizioa ez da berria; esaterako ekaitzetan sortzen diren eremu elektrikoaren eraginpean gaude, baita luraren nukleoaren eremu magnetikoaren eraginpean ere. Jatorria naturan ez duten eremu elektromagnetikoak ohiko etxetresna elektrikoek, goi-tentsioiko lineek eta, azkenaldian, telefono mugikorrek, telefoniako antenek, WIFI gailuek, eta abarrek sortzen dituzte.
Informazio gehiago nahi izanez gero: <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index.html>
- Gaur egun ditugun ezagutzekin ez dago adostasunik eremu elektromagnetikoaren esposizioak osasunean izan ditzakeen ondorioei buruz; hala ere, Minbiziaren Ikerketarako Nazioarteko Agentziak adierazi du honako hauek gizakiengan minbizia eragin dezaketela (2B multzoa): maiztasun oso apaleko eremu magnetikoak (goi-tentsioiko lineak, etxetresna elektriko batzuk – hozkailuak, ile-lehorgailuak...-) eta irrati-maiztasunekoak (mugikorrek, WIFI...).
Informazio gehiago nahi izanez gero: <http://www.gencat.cat/mediamb/sosten/telf/pdf/aecc.pdf>
- Europako Batzordeak eremu elektromagnetikoei eta osasunean dituzten ondorioei buruzko ikerketa finantzatzen jarraitzen du; hala, egun hainbat proiektu daude bidean (MOBI-KIDS³⁸, SEAWIND³⁹ eta ARIMMORA⁴⁰).
Informazio gehiago nahi izanez gero: http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/docs/pub_emf_ec_activitie_s2011_wik_en.pdf
- Europar Batasunak, Erradiazio ez-ionizatzaileen aurka babesteko nazioarteko batzordearen (ICNIRP⁴¹) zuzentarauak oinarri hartuta, 1999/519/EE gomendioa argitaratu zuen eremu elektromagnetikoaren esposizioari buruz (0 Hz eta 300 GHz artean), herritarrak eremuok osasunean izan ditzaketan ondorioetatik babesteko helburuz. Esandako gomendioaren irizpideak bere eginez, 2001ean, Estatuan araudi bat onartu zen; haren bidez, herri jabariko irrati-uhinen babes-baldintzak, igorpen erradioelektrikoaren mugaketak eta pertsonen osasuna igorpen erradioelektrikoetatik babesteko neurriak ezarri ziren. (1066/2001 Errege Dekretua).
- Europako Parlamentuko Batzordeak, 2011ko maiatzaren 27an, 1815. ebazpenaren bidez estatu kideei ondokoa lortzeko neurriak gomendatu zizkien:
 - Eremu elektromagnetikoekiko esposizioa murriztea, bereziki telefono mugikorren irrati-maiztasunekin loturikoekiko, eta zehazki umeen eta gazteen esposizioa –antza denez hauek buruko tumoreak garatzeko arrisku handiagoa dute–.
 - Umeak babestea.
 - Arriskuak eta prekauzio-neurriak ebaluatzea.

³⁸ www.mbkds.com

³⁹ <http://seawind-fp7.eu/>

⁴⁰ http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/docs/fp7_arimmora.pdf

⁴¹ Erradiazio Ez-ionizatzaileen Aurka Babesteko Nazioarteko Batzordea OMEK aitortutako erakundea da. Haren lana, egindako azterlan zientifikoetan oinarriturik hainbat zuzentarau prestatzea da, gomendatutako esposizio mugak finkatzeko.

Informazio gehiago nahi izanez gero: <http://assembly.coe.int/mainf.asp?link=/documents/adoptedtext/tal1/eres1815.htm>

- Industria, Turismo eta Merkataritza Ministerioak neurketak egiten ditu toki sentikorretan; bai eta operadoreek aurkeztutako ziurtagirien ikuskaritzak ere. Informazio gehiago nahi izanez gero: <http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/niveles.aspx>
- Epe luzeko esposizioek osasunean eta umeengan dituzten ondorioen gaineko daturik ez dagoenez, eremu elektromagnetikoak sortzen dituzten sistemak neurritz erabiltzea gomendatzen da, batez ere gorputzetik gertu erabiltzen direnei dagokienez. Kasu guztietan zenbat eta distantzia handiagoa, orduan eta esposizio txikiagoa; gainera, mugikorrei dagokienez, zenbat eta tresna berriagoa eta estaldura handiagoa, orduan eta esposizio txikiagoa egoten da. Umeek mugikorrek erabiltzeari buruzko informazio gehiago nahi izanez gero: <http://www.mmfa.org/public/docs/es/telefonosmovilesninos%2Epdf>

GOMENDIOAK

Kontsumo txikiko lanparak

- Erradiazio ultramoreen eta eremu elektrikoen esposizioa murrizteko, lanparetatik 30 cm-ra egon.

Indukzio-sukaldeak

- Kazolaren zabalera egoste-eremura egokitu. Ez erabili kazola txikiak eremu handi batean; aitzitik, egoste-eremua guztiz estali diametro egokia duten kazolak erabiliz. Ipini beti kazola egoste-eremuaren erdian.
- Ezinbestekoa da sukaldetik kazolara energia eraginkortasunez igortzea bermatzeko bereziki egindako kazolak erabiltzea. Fabrikatzaileek kazola horiek indukzio-sukaldeetarako egokiak direla adierazi ohi dute.
- Sukaldetik 5-10 cm-ra egonez gero, eremu magnetikoekiko esposizioa nabarmen murriztu daiteke.
- Ez erabili metalezko sukalde-tresnarik korronteak gorputzaren bidez jaritzea saihestearren.

Mikrouhin-labea

- Erabiltzeko eskuliburuan dauden jarraibideak eta segurtasun-aginduak irakurri.
- Ate-koadroa eta geldialdi-junturak garbi eduki; halaber, kontrolatu atea ixteko sistemek ongi funtzionatzen dutela, estankotasuna, eta tresnaren gorputza egoera onean dagoela. Ez erabili inola ere tresna akastunik.

Telefono mugikorra

- Esposizioa murrizteko, hauxe aholkatzen da:
 - SAR (Xurgatze-tasa espezifikoa) balio apala duen telefonoa erabiltzea.
 - Elkarrizketa laburrak edukitzea edo SMSa erabiltzea.

- Igorpen txikiko Bluetooth igorlea duen esku libreko kit bat erabiliz gero, buruak xurgatzen duen karga murrizten da.
- Ahal den neurrian, estaldura ona dagoenean bakarrik erabiltzea telefonoa.
- Informazio gehigarria:
 - Ez erabili mugikorra gidatzean, «esku libreko» kit bat eduki arren, istripua gertatzeko arriskua areagotzen baitu.
 - Kontuz «erradiazioaren aurkako osagai» deitutakoekin; komunikazio-kalitatea alda dezakete, eta esposizioa handitzeko arriskua dago.
 - Inplante medikoa dutenek 30 cm-ko tartea eduki behar dute mugikorraren eta inplantearen artean.

Haririk gabeko telefonoa

- 50 cm-ko tartea izan banagunearen (DECT) eta egonaldi luzeko tokien artean – atsedean hartu edo lan egiteko tokiak–.
- Telefonoz hitz egiten denbora asko ematen baduzu, erabili haridun telefono bat edo aurikularrak. Kontuan hartu behar dugu haridun telefono batzuek ere DECT teknologia erabiltzen dutela eta, ondorioz, erradiazioak igortzen dituztela.
- Merkatuan erradiazio ahula duten DECT teknologiadun telefonoak daude. Beste modelo batzuek ez dute erradiaziorik igortzen telefonoa eskegita dagoenean, eta beste batzuek oso erradiazio apala igortzen dute banagunearen eta tresnaren arteko lotura kalitate onekoa denean.

WLAN (hari gabeko sare lokala)

- WLAN sarea beharrezkoa denean bakarrik piztu. Garrantzitsua da eramangarrian WLAN funtzioa itzaltzea; horrela egin ezean, ordenagailuak sarea bilatzen jarraituko du, eta erradiazio gehigarriak sortuko ditu, bateria agortzeraino.
- Ez eduki eramangarria gorputzari itsatsita WLAN sarea konektatuta dagoenean.
- Sarbide-puntuak lan egin, egon edo atsedean hartzeko tokietatik metro batera kokatu, bertan denbora luzez egoten bagara.
- Sarbide-puntua erdian ipini, konektatutako tresna guztiek hartze ona eduki dezaten.
- WLAN igorgailua fabrikatzaileak emandako antenarekin baino ezin da erabili. Antena ez badagokio igorgailuari, gehieneko igorpen-potentzia gainditu daiteke.

Haurtxoentzako interfonoa

- Interfonoa umearen ohetik metro batera kokatu, gutxienez.
- Ez erabili etengabe igortzen duen gailurik; haurtxoaren moduluan «ahotsaz automatikoki abiaraztea» edo «VOX» aukera jarri.
- Interfonoa egokigailu bati lotuta badago, egokigailua gutxienez umearen ohetik 50 cm-ra egon beharko da.

6.- BIBLIOGRAFIA

[AFSSET-2009] *Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences*, Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Comité d'Experts Spécialisés liés à l'évaluation des risques liés aux agents physiques, aux nouvelles technologies et aux grands aménagements, Groupe de Travail Radiofréquences, 2009ko urria.

<http://www.afsset.fr/index.php?pageid=2456>

[Ahlbom -2009]

Ahlbom, A.: *Epidemiologic Evidence on Mobile Phones and Tumor Risk: A Review*, *Epidemiology* 20(5), 639-652 (2009).

http://journals.lww.com/epidem/Abstract/2009/09000/Epidemiologic_Evidence_on_Mobile_Phones_and_Tumor.5.aspx

[Baumann 2006]

Baumann J, Landstorfer FM, Geisbusch L, Georg R.: *Evaluation of radiation exposure by UMTS mobile phones*, *Electronics Letters*, 42:225-6, 2006.

[BioR-2007] *BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF)*.

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

[CCARS-2009] *Informe sobre radiofrecuencias y salud (2007-2008)*, Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS), Ed. Complutense, Madrid, 2009, ISBN 9788474919912

<http://www.ccars.es>

[CCARS-2011] *Informe sobre radiofrecuencias y salud (2009-2010)*, Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS). Hemen eskuragarri:

http://www.ccars.es/sites/default/files/Informe_CCARS_2009-2010.pdf

[CCARS-WI-FI-2011] *Informe sobre sistemas WI-Fi*, 2011ko urria.

http://www.ccars.es/sites/default/files/Doc_Posicionamiento_CCARS_Sistemas_WIFI.pdf

[Europako Kontseilua 2011] Council of Europe. Parliamentary Assembly. 2011ko maiatzaren 6ko 12608 dok., *The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment*.

<http://assembly.coe.int/main.asp?>

[Link=/documents/workingdocs/doc11/edoc12608.htm#P18_120](http://assembly.coe.int/main.asp?Link=/documents/workingdocs/doc11/edoc12608.htm#P18_120)

[COSMOS] *Cohort Study of Mobile Phone Use and Health*, (COSMOS).

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

[Deltour-2009] Deltour I., Johansen C., Auvinen A., Feychting M., Klaeboe L., Schüz J.: *Time trends in brain tumor incidence rates in Denmark, Finland, Norway, and Sweden, 1974-2003*, *J Natl Cancer Inst* 101(24), 1721-1724 (2009).

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19959779>

[EMFnEAR] *Exposure at UMTS electromagnetic fields: study on potential adverse effects on hearing*, Project funded by the European Commission, Framework of the Programme of Community Action in the Field of Public Health of the EC, DG Health and Consumer Protection.

Proiektuaren webgunea:

<http://www.emfnear.polimi.it/>

<http://ec.europa.eu/eahc/projects/database.html?prjno=2004127>

[EMF-NET] *Effects Of The Exposure To Electromagnetic Fields: From Science To Public Health*, March 1, 2004 - August 31, 2008. Project funded by the European Commission, 6th Framework Programme.

<http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/>

[Friburgo] Friburgoko Deklarazioa

http://www.igumed.de/images/fa_1_03.pdf

[Giczi 2004] Giczi W.: Expertise EE-EMV-S 233/04, Elektromagnetische Felder in Graz, 2004.

Eremu Elektromagnetikoen lantaldea 2011. Eremu elektromagnetikoein lotutako balizko demandak kudeatzeko metodologia.

[HPA-WIFI-2009] HPAREN Wi-Firi buruzko jarrera (2009ko urriak 26), Health Protection Agency (U.K.)

<http://www.hpa.org.uk/Topics/Radiation/UnderstandingRadiation/UnderstandingRadiationTopics/ElectromagneticFields/WiFi/>

[IARC 2002] International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Non Ionizing Radiations, 2002. Volume 80, Part I, Statics and Extremely Low Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields, Lyon, France. International Agency for research on cancer. Hemen eskuragarri:

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/PDFs/index.php>

[IARC 2011] International Agency for Research on Cancer. 208. zenbakidun prentsa-oharra.

http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

[ICNIRP-1998] ICNIRP Guidelines: *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Health Physics 74 (4), 494- 522 (1998)

<http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>

[ICNIRP-2009] ICNIRP Statement on the «Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)», Health Physics 97 (3), 257-258 (2009).

<http://www.icnirp.de/document/StatementEMF.pdf>

[INTERPHONE-2010] The INTERPHONE Study Group: *Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study*, International Journal of Epidemiology 39, 675–694 (2010)

<http://ije.oxfordjournals.org/content/39/3/675.full.pdf+html>

[INTERPHONE-IARC-2010] *Interphone study reports on mobile phone use and brain cancer risk*, International Agency for Research on Cancer (IARC). WHO. Press release N° 200, 2010eko maiatzak 17

http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2010/pdfs/pr200_E.pdf

[MICyT-2010] *Informe sobre la exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas de estaciones de radiocomunicación (Año 2009)*, Industria, Merkataritza eta Turismo Ministerioa, 2010eko apirila.

http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informes/Informes%20anuales/informe_2009.pdf

[Mobi-Kids] *Mobi-kids study on communication technology, environment and brain tumours in young people*, Study is funded by the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under Grant Agreement 226873.

<http://www.mbkds.net>

[OKM-2001] «Campos Electromagnéticos y Salud Pública» txostena, Aditu Independenteen Batzordeak egindako txosten teknikoa, Ingurumen Osasun eta Lan Osasuneko Zuzendariorde Nagusia, Osasun Publiko eta Kontsumoko Zuzendaritza Nagusia, Osasun eta Kontsumo Ministerioa, Osasun eta Kontsumo Ministerioak eginda, 2001eko maiatzak 11.

[NRPB 2001] National Radiological Protection Board NRPB: *ELF Electromagnetic fields and the risk of cancer*, Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. Doc. NRPB, 12, 1. zk., 2001.

http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947420620

[OME-1998] World Health Organization. International EMF Project. 205 zenbakidun deskribapen-oharra. *Campos Electromagnéticos y Salud Pública: las Frecuencias Extremadamente Bajas (ELF)*. 1998. Hemen eskuragarri:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/es/index.html>

[OME-2006a] World Health Organization, International EMF Project, 299 zenbakidun Deskribapen Oharra. *Campos Electromagnéticos y Salud Pública: Campos eléctricos y magnéticos estáticos*, 2006. Hemen eskuragarri:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs299/es/index.html>

[OME-2006b] 304 zenbakidun deskribapen-oharra, *Los campos electromagnéticos y la salud pública: Estaciones de base y tecnologías inalámbricas*, 2006ko maiatza.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/es/index.html>

[OME-2010] 193 zenbakidun deskribapen-oharra, *Campos electromagnéticos y salud pública: los teléfonos móviles*, 2010eko maiatza.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/index.html>

[EKT/23/2002 AGINDUA] EKT/23/2002 AGINDUA, urtarrilaren 11koa, irrati-komunikazioetako zerbitzuen operadoreek azterlan eta ziurtagiri jakin batzuk aurkezteko baldintzak ezartzen dituen.

<http://www.boe.es/boe/dias/2002/01/12/pdfs/A01528-01536.pdf>

[Europako Parlamentua 2009] Europako Parlamentuaren Ebazpena, 2009ko apirilaren 2koa, eremu elektromagnetikoekin lotutako osasun-kontsiderazioei buruzkoa (2008/2211 (INI)).

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2009-0216+0+DOC+XML+V0//ES>

[Europako Parlamentua 2011] Europako Parlamentuaren 1815. Ebazpena.

<http://assembly.coe.int/mainf.asp?link=/documents/adoptedtext/ta11/eres1815.htm>

[Redelmeier 1997]

Redelmeier, D. A. & Tibshirani, R. J.: *Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions*, N.Engl.J Med., 336, 453-458, 1997.

[1066-2001 ED] 2001eko irailaren 28ko 1066/2001 Errege Dekretua; horren bidez, herri jabariko irati-uhinen babes-baldintzak, igorpen erradioelektrikoen mugaketak eta pertsonen osasuna igorpen erradioelektrikoetatik babesteko neurriak ezartzen dituen araudia onartu zen.

<http://www.boe.es/boe/dias/2001/09/29/pdfs/A36217-36227.pdf>

[SCENIHR-2007] *Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health*, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), 2007ko martxoaren 21eko Europako Batzordea.

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_007.pdf

[SCENIHR-2009] *Health Effects of exposure to EMF*, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), 2009ko urtarrilaren 19ko Europako Batzordea.

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_022.pdf

[SCENIHR-2009b] *Health Effects and EMF – Research Recommendations* «Research needs and methodology to address the remaining knowledge gaps on the potential health effects of EMF», Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), 2009ko uztailaren 6a.

http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_024.Pdf

[Schmid 2008] Schmid G, Cecil S, Petric B, Neubauer G, Pérez, LA: *Bestimmung der Exposition durch Ultra –Wideband Technologien [German]*, June 2008, ARC-IT-0237.

[EB-1999] 1999ko uztailaren 12ko Kontseiluaren gomendioa, herritarrak oro har eremu elektromagnetikoen (0Hz eta 300 GHz artean) eraginpean egoteari buruzkoa (1999/519/EE).

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:199:0059:0070:ES:PDF>

[EB-2004] 2004/40/EE Zuzentaraua, Europako Parlamentuarena eta Kontseiluarena, 2004ko apirilaren 29koa, langileak eragile fisikoen arriskuetatik (eremu elektromagnetikoetatik) babesteko gutxieneko segurtasun eta osasun-xedapenei buruzkoa (hemezortzigarren zuzentarau espezifikoa 89/391/EEE), 2004/04/30eko Europako Komunitateen Egunkari Ofiziala, L159/1-L159/26.

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:159:0001:0026:ES:PDF>

[EB-2011] Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields).

http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/docs/emf_comparison_policies_en.pdf

Kontsulta-orriak eta informazio-iturriak.

AECC

Minbiziaren aurkako Espainiako elkarteak.

<http://www.gencat.cat/mediamb/sosten/telf/pdf/aecc.pdf>

AFSSET

(Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail),
Ingurumenaren eta Lanaren Osasun Segurtasuneko Frantziako Agentzia.

<http://www.afsset.fr>

INDUSTRY CANADA

<http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf08792.html>

CCARS

Irrati-maiztasuneko eta Osasuneko Aholku Batzorde Zientifikoa (Madrilgo Unibertsitate Konplutentsearen Fundazio Orokorren babespean sortua). <http://www.ccars.es>

EUROPAKO BATZORDEA

http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/policy/index_en.htm

FOPH

Federal Office of Public Health of Switzerland. Electromagnetic Fields EMF. Hemen eskuragarri: <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

HPA

(Health Protection Agency), U.K., Osasuna Babesteko Agentzia (Erresuma Batua).

<http://www.hpa.org.uk>

<http://www.hpa.org.uk/Topics/Radiation/UnderstandingRadiation/FrequentlyAskedQuestions/>

HEALTH CANADA

<http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/prod/monit-eng.php>

<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/index-eng.php>

ICNIRP

(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Erradiazio ez-ionizatzailearen aurka babesteko nazioarteko batzordea (OMEk bermatutako batzordea) <http://www.icnirp.de>

MITyC

Industria, Turismo eta Merkataritza Ministerioa <http://www.mityc.es>
<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/Informe.s.aspx>
<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/niveles.aspx>

MOVIL MANUFACTURERS FORUM

<http://www.mmfai.org/public/>
SAR bilatzeko informazioa
<http://www.mmfai.org/public/sar.cfm?lang=es>

OSALAN

Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
http://www.osalan.euskadi.net/s94-osa9999/es/contenidos/informacion/formacion_aula_virtual/es_aul_virt/adjuntos/Campos_electromagneticos/EMF-tool/evaluacion.html

SCENIHR

(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, European Commission), Sortzen ari diren eta orain gutxi identifikatu diren osasun-arriskuen batzorde zientifikoa (Europako Batzordea)
http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/index_en.htm

WHO / OME

(World Health Organization), Osasunaren Mundu Erakundea (OME).
<http://www.who.int/peh-emf/en/>

GLOSARIOA ETA AKRONIMOAK

Anperea

Anpere bat segundoko coulomb (C) bateko karga duen korrante elektriko baten fluxua da. Coulomb 1 = $6,24 \times 10^{28}$ elektroi.

Bluethootha

Informazioa hariarik gabe transmititzeko estandarra da. Distantzia laburretarako bakarrik erabil daiteke eta hari esker, ahotsa eta datuak igor daitezke hainbat gailuren artean 2,4 GHz-eko irrati-maiztasuneko bandan aritzen den loturaren bidez.

Eremu elektromagnetiko estatikoak (0 Hz)

Batetik bestera doan korrante elektriko etengabea denean sortzen dira.

Denborarekin aldatzen diren eremu elektromagnetikoak

Batetik bestera doan korrantea alternoa denean sortzen dira. Korrante alternoek alderantzikatu egiten dute norabidea, aldizka. Europako herrialde gehienetan, korrante alternoa 50 aldiz aldatzen da segundoko; hau da, 50 Hz-eko maiztasuna du (AEBn 60 Hz-ekoa).

Eremu elektrikoaren intentsitatea (E)

Eremu elektrikoaren intentsitatea magnitude bektoriala da (E), eta kargatutako partikula bati eragindako indarrari dagokio, espazioko mugimendua edozein dela ere. Metroko voltetan adierazten da (V/m). Maiztasun oso apalen (300 Hz arte) eremuen erreferentzia mailak eremu elektrikoaren (E) intentsitatearen eta/edo indukzio magnetikoaren edo fluxu magnetikoaren (B) dentsitatearen arabera deskribatzen dira, maiztasun txikietan eremu elektrikoak eta magnetikoak bereiz neurtzen baitira.

Eremu magnetikoaren intentsitatea (H)

Eremu magnetikoaren intentsitatea magnitude bektoriala da (H), eta indukzio magnetikoarekin batera (B), eremu magnetikoa espazioaren edozein puntutan zehazten du. Metroko anperetan adierazten da (A/m).

Fluxu magnetikoaren dentsitatea (B) edo indukzio magnetikoa

Teslatan adierazten da (T). Espazio librean eta material biologikoetan, fluxu-dentsitatea edo indukzio magnetikoa eta eremu magnetikoaren intentsitatea ekibalentzia hau erabiliz trukatu daitezke: $A/m \ 1 = 4\pi \ 10^{-7} \ T$.

Indukzio magnetikoak maiztasun jakin batzuentzat oinarritzko mugaketa gisa (0 Hz) balio du. Maiztasun oso apalen (300 Hz arte) eremuen erreferentzia mailak eremu elektrikoaren (E) intentsitatearen eta/edo indukzio magnetikoaren edo fluxu magnetikoaren (B) dentsitatearen arabera deskribatzen dira.

Korrante-dentsitatea (J)

Korrantearen noranzkoarekin perpendikularrean doan zeharkako sekzio-unitate batetik jariatzen den korrantea da. Metro koadroko anperetan adierazten da (A/m^2).

1 Hz eta 10 MHz-eko maiztasun-eremuentzat korrante-dentsitateko oinarritzko mugaketak ematen dira nerbio-sistema zentralaren eginkizunen gaineko ondorioak prebenitzeko. 100 kHz eta 10 MHz bitarteko gaman SARen oinarritzko mugaketak eskaintzen dira.

Potentzia-dentsitatea (S)

Potentzia area-unitateko. Metro koadroko wattetan adierazten da (W/m^2).

Irrati-maiztasunen eremuak deskribatzen dituen magnitudea da (10 MHz eta 300 GHz artekoak); izan ere, goi-maiztasunetan eremu elektrikoak eta magnetikoak batera hartzen dira, uhin elektromagnetikoaren bi osagaiak diren neurrian. Kopuru hori oinarritzko mugaketa gisa eta erreferentzia maila gisa erabiltzen da gorputzean barneratzeko sakonera txikia duten maiztasun oso handientzat (10 eta 300 GHz artean).

Potentzial-diferentzia (ikusi tentsioa)

Hipersentiberatasun elektromagnetikoa

Ustez eremu elektromagnetikoen ondorioz pertsona batzuek nozitzen dituzten sintomak (buruko mina, orientaziorik eza, nekea, insomnia, besteak beste).

Indukzio magnetikoa (ikusi fluxu magnetikoaren dentsitatea)

Korrontearen intentsitatea

Erolean zehar jariatzen den elektroikorrantea denbora-unitateko neurtzen du. Anperetan (A) neurtzen da; zenbat eta korronte-intentsitate handiagoa, orduan eta handiagoa izango da sortutako eremu magnetikoaren intentsitatea.

Erreferentzia mailak

Eremu elektrikoaren, magnetikoaren eta potentzia-dentsitatearen magnitude fisikoen balio horiek langileen eta populazioaren esposizioa mugatzeko gida orokortzat erabiltzen dira. Erreferentzia mailak betetzen badira esposizio oinarritzko mugaketak ere betetzen dira. Esposizio oso lokalizatuta dagoenean (telefono mugikorrak), ez da egokia erreferentzia mailak erabiltzea; beraz, lokalizatutako oinarritzko mugaketa zuzenean ebaluatu behar da.

Sistema elektriko baten potentzia

Wattetan (W) neurtzen da, eta potentzia-diferentzia (tentsioa) korronte-intentsitateaz biderkatzearen emaitza da.

Erradiazio ionizatzailea

Oso energia handiko eremu elektromagnetiko hauek materia ionizatzeko gauza dira; hala, loturak hausten dituzte eta elektroiak atomoari lotutako egoeretatik ateratzen dituzte.

Erradiazio ez-ionizatzailea

Molekuletan loturak hausteko edo eragiten dioten materiatik elektroiak erauzteko nahikoa energia ez duten eremu elektromagnetikoak. Erradiazio mota honen maiztasun-tartea behe-maiztasunetik ultramorera zabaltzen da gutxi gorabehera.

Oinarritzko mugaketa

Eremu magnetikoaren (eremu estatikoentzat), korronte-dentsitatearen (Hz 1 eta 10 MHz arteko maiztasun-eremuentzat), potentzia-dentsitatearen (10 eta 300 GHz arteko maiztasun-eremuentzat) eta SARen balioen mugaketak dira; osasunaren gainean dituzten ondorioetan eta kontsiderazio biologikoetan oinarrituta daude.

SAR. Energiaren xurgatze-tasa espezifikoa.

Gorputz-ehunen masa-unitateko xurgatutako potentzia da; haren batez bestekoa gorputz osoan edo zati batzuetan kalkulatu da, eta kilogramoko wattetan adierazten da (W/kg). Neurri hau 100 kHz eta 10 GHz arteko maiztasun-eremuetan oinarritutako mugaketa gisa erabiltzen da gorputz osoaren bero-nekea (gorputz osoaren SAR) eta ehunen gehiegizko berotze lokala (SAR lokalizatua) prebenitzeko. Esposizioa oso mugatuta dagoen kasuetan (telefono mugikorrek eta gizabanakoaren burua adibidez), mugaturiko SARa errespetatzen den ebaluatu behar da beti.

Voltajea (ikus tentsioa)

Tentsioa

Voltajea, tentsioa edo bi punturen arteko potentzial-diferentzia bi punturen arteko karga elektrikoak mugitzeko beharrezkoa den karga-unitateko energia da, eta voltetan (V) neurtzen da. Zenbat eta tentsio handiagoa, orduan eta handiagoa izango da sortutako eremu elektrikoaren intentsitatea.

AKRONIMOAK

ACCIS

(Automated Childhood Cancer Information System), Haur Minbiziari buruzko Informazio Sistema Automatizatua <http://accis.iarc.fr/>

AFSSET (ikus ANSES)
(Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail), Ingurumenaren eta Lanaren Osasun Segurtasuneko Frantziako Agentzia. <http://www.afsset.fr>

ALARA

(As Low As Reasonably Achievable). Ahal den bezain txikia.

ALATA

(As Low As Technique Allows). Teknikak ahalbidetzen duen bezain txikia.

ANSES

(Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail), Elikaduraren, Ingurumenaren eta Lanaren Osasun Segurtasunerako Frantziako Agentzia. Frantziako AFSSET eta AFSSA agentziek bat egitean sortua. 2010eko uztailaren 1etik aurrera dago jardunean. <http://www.anses.fr>

AM

(Amplitude Modulation). Hedadura-modulazioa. Uhinaren hedadura askotarikoa da, eta bere maiztasuna, aldiz, konstantea izaten da. Irrati-telefonian, uhin ertainetan, uhin laburretan erabiltzen da; baita VHFn ere. «Uhin Ertaina» deitutakoak (etxean erabiltzen diren hargailu gehienek har dezakete) 535 eta 1705 kHz arteko maiztasun-tartea biltzen du.

ARPANSA

Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. Segurtasun Nuklear eta Babes Erradiologikorako Australiako Agentzia. <http://www.arpansa.gov.au/>

CCARS

Irrati-maiztasun eta Osasuneko Aholku Batzorde Zientifikoa (Madrilgo Unibertsitate Konplutentsearen Fundazio Orokorraren babespean sortuta). <http://www.ccars.es>

EEM

Eremu elektromagnetikoa.

CENELEC

(Comité Européen de Normalisation Electrotechnique, European Committee for Electrotechnical Standardization), Normalizazio Elektroteknikoaren Europako Batzordea. <http://www.cenelec.eu>

COSMOS

Telefono Mugikorraren eta Osasunaren Kohorte Azterketa. <http://www.ukcosmos.org/>

DECT

(Digital Enhanced Cordless Telecommunications), Digitalki hobetutako haririk gabeko telekomunikazioak; haririk gabeko telefono digitalentzako ETSI estandarra da, etxerako eta helburu korporatiboetarako asko erabiltzen dena.

DVB-T

(Digital Video Broadcasting – Terrestrial). Lurreko bideo digitalaren hedapena. Lurreko telebista digitala igortzeko estandarra da.

ELF / MOA

(Extremely Low Frequency). Maiztasun Oso Apala. (< 300 Hz).

ETSI

(European Telecommunications Standards Institute), Telekomunikazioak Normalizatzeko Europako Erakundea. <http://www.etsi.org>

BM

Bitarteko maiztasuna. (300 Hz eta MHz artekoa).

FM

Maiztasun modulatu. Oso goi-maiztasuneko irrati-maiztasunetan erabili ohi da musikaren eta hizketaren irrati-difusioaren goi-fidelitateagatik. Telebista analogikoaren soinua ere FM bidez hedatzen da.

FOPH

Suitzako Osasun Publikoaren Bulego Federala.
<http://www.bag.admin.ch/index.html?lang=en>

GSM

(Groupe Special Mobile), Komunikazio Mugikorretarako Sistema Globala. Ahotsaz gain datuak igortzeko gauza ere bada. Horren bidez, ordenagailuarekin mezuak bidali eta jaso daitezke posta elektronikoa erabilia, Interneten nabiga daiteke, sare lokaletan sartu, eta datuak igortzeko beste funtzio digital batzuk erabili, mezu laburren zerbitzua barne (SMS). Bigarren belaunaldiko mugikorrek dira (2G).

HEP

Hautemandako hipersentiberatasun elektromagnetikoa. (Iku IAI).

HPA

(Health Protection Agency), U.K., Osasuna Babesteko Agentzia (Erresuma Batua). <http://www.hpa.org.uk>

IAI

Ingurumen Intolerantzia Idiopatikoa. (Ikus HEP).

IARC

(International Agency for Research on Cancer), Minbiziaren Ikerketarako Nazioarteko Agentzia. Osasunaren Mundu Erakundearen barruan dago (OME). <http://www.iarc.fr>

IEEE

(Institute of Electrical and Electronics Engineers), Eliktrizitate- eta elektronika-ingeniarren erakundea.
<http://www.ieee.org>

ICNIRP

(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Erradiazio ez-ionizatzailearen aurka babesteko nazioarteko batzordea (OMEk bermatutako batzordea)
<http://www.icnirp.de>

MITyC

Industria, Turismo eta Merkataritza Ministerioa <http://www.mityc.es>

MMF

Mobile Manufacturers Forum.
<http://www.mmfa.org/public/>

NRPB

National Radiological Protection Board. Babes erradiologikorako Erresuma Batuko kontseilu nazionala.
<http://www.hpa.org.uk/radiation>

OME

Osasunaren Munduko Erakundea.
<http://www.who.int/es>

EM

Erresonantzia magnetikoa.

IM

Irrati-maiztasunak. (10 MHz eta 300 GHz artean).

SAR

(Specific Absorption Rate), Energiaren xurgatze-tasa espezifikoa.

SCENIHR

(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, European Commission), Sortzen ari diren eta orain gutxi identifikatu diren osasun-arriskuen batzorde zientifikoa (Europako Batzordea).
http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/index_en.htm

SMS

(Short Message Service), Mezu laburren zerbitzua.

NSZ

Nerbio-sistema zentrala.

TM

Telefonia mugikorra.

EB

Europar Batasuna.

UHF

(Ultra High Frequency). Maiztasun ultra garaia. Espectro elektromagnetikoaren banda honek 300 MHz eta 3 GHz arteko maiztasun-tartea hartzen du. Gaur egun, lurreko telebista digitala (LTD) emateko erabiltzen da UHF banda.

UMTS

(Universal Mobile Telecommunications System, Telekomunikazio mugikorren sistema unibertsala). Teknologia honi hirugarren belaunaldiko telefonia mugikorra ere esaten zaio (3G TM). Interneterako abiadura handiko sarbidea eskaintzen du, eta, horri esker, gainera, audioa eta bideoa denbora errealean igor ditzake.

UWB

Ultra-Wide Band (Banda Ultra Zabala) W-PAN inguruneetan lan egiteko diseinatutako teknologia da. 3.1 GHz eta 10.6 GHz arteko maiztasunak erabil ditzake, eta informazio-pakete oso handiak igor ditzake oso distantzia laburretan (metro bakar batzuk).

VHF

(Very High Frequency). Espektrua elektromagnetikoaren banda honek 30 MHz eta 300 GHz arteko maiztasun-tartea hartzen du. Telebista eta FM irratia tarte horretan aritzen dira.

VoIP

(Voice over IP). Interneteko protokolo gaineko ahotsa. Baliabide sorta horren bitartez ahots-seinaleak Internet bidez bidaiatzen du IP protokoloa erabiliz (Interneteko protokoloa). Horrek esan nahi du ahots-seinalea modu digitalean igortzen dela, datu-paketetan.

WHO

(World Health Organization), Osasunaren Mundu Erakundearen (OME) siglak ingelesez.

Wi-Fi

Wi-Fi Alliance erakundeak erregistratutako terminoa da. Merkataritza-erakunde horrek haririk gabeko sare lokalekin lotutako 802.11 estandarrak hartu, probatu eta betetzen direla egiaztatzen du. Oro har, haririk gabeko konexioko teknologiak maiztasun-tarte estu batean adierazteko erabiltzen da.

WiMAX

(Worldwide Interoperability for Microwave Access). Mikrouhin bidezko sarbiderako munduko elkarreragingarritasuna. Datuak igortzeko arau honek irrati-uhinak 2,3 eta 3,5 GHz arteko maiztasunetan erabiltzen ditu. Sistema berri horien abantailetakoa bat, populazio-dentsitate txikiagatik kablea edo zuntza hedatzea oso garestia den tokietan (landaguneak) banda zabaleko zerbitzuak eskaintzeko aukera da.

WLAN

(Wireless Local Area Network). Haririk gabeko sare lokala. Datuak komunikatzeko haririk gabeko sistema.

WPAN

(Wireless Personal Area Network). Haririk gabeko sare pertsonala. Sarbide gunetik gertu dauden hainbat gailuren arteko komunikaziorako sarea da (ordenagailuak, Interneterako sarbide gunek, telefono mugikorrak, inprimagailuak,...). Sare horiek metro gutxi batzuk hartzen dituzte eta norberak erabiltzeko dira.

1. ERANSKINA.- Europar Batasuneko Osasun Ministroen Kontseiluaren gomendioa, 1999ko uztailaren 12koa, eremu elektromagnetikoei (0-300 GHz artekoak) eta haien eraginpean egon daitezkeen pertsonen buruzkoa (1999/519/EE). Ezarritako oinarriko mugaketen eta erreferentzia mailen laburpena.

Definizioak

Gomendio honen xedeetarako, eremu elektromagnetikoen terminoaren barruan honakoak sartzen dira: eremu estatikoak, maiztasun oso apaleko eremuak (MOA) eta irrati-maiztasuneko eremuak (IM) –mikrouhinak barne–. Hala, 0 Hz eta 300 GHz arteko maiztasun-gama barnean hartzen du.

Kantitate fisikoak

- Pertsona baten eta objektu baten arteko kontaktu-korrontea (I_c)⁴² anperetan adierazten da (A). Objektu eroale bat eremu elektriko batean egonik, eremuak berak karga dezake.
- Korronte-dentsitatea (J)⁴³ zera da, eroale bolumetrikoko batean –giza gorputza edo bere zati bat, adibidez– zeharkako sekzio-unitate batetik korrontearen noranzkoarekin perpendikularrean jariatzen den korrontea; metro koadroko anperetan adierazten da (A/m^2).
- Eremu elektrikoaren intentsitatea (E) kantitate bektoriala da, eta kargatutako partikula bati eragindako indarrari dagokio, haren espazioko mugimendua edozein dela ere. Metroko voltetan adierazten da (V/m).
- Eremu magnetikoaren intentsitatea kantitate bektoriala da (H), eta, indukzio magnetikoarekin batera (B), espazioaren edozein puntutako eremu magnetikoa zehazten du. Metroko anperetan adierazten da (A/m).
- Fluxu magnetikoaren edo indukzio magnetikoaren dentsitatea kantitate bektoriala da (B), eta mugimenduan dauden kargen gainean jarduten duen indarra eragiten du; teslatan adierazten da (T). Espazio librean eta material biologikoetan, fluxu-dentsitatea edo indukzio magnetikoa eta eremu magnetikoaren intentsitatea ekibalentzia hau erabiliz trukatu daitezke: $A/m \ 1 = 4\pi \ 10^{-7} \ T$.
- Potentzia-dentsitatea (S)⁴⁴ kantitate egokia da gorputzean barneratze-sakonera txikia duten maiztasun oso handientzako. Azalera batekiko perpendikularrean eragiten duen potentzia erradiatzailea da, azalaren areaz zatituta, eta metro koadroko wattetan adierazten da (W/m^2).
- Energia-xurgatze espezifiko (SA , *specific energy absorption*) ehun biologikoko masa-unitateko xurgatutako energia da, kilogramoko jouletan adierazita (J/kg). Gomendio honetan mikrouhinaren erradiazio taupakariaren ondorio ez-termikoak mugatzeko erabiltzen da.
- Energia-xurgatze espezifiko indizea (SAR , *specific energy absorption rate*) gorputz-ehunen masa-unitateko xurgatutako potentzia da; bere batez bestekoa gorputz osoan edo bere zati batzuetan kalkulatzen da, eta kilogramoko wattetan

⁴² Kontaktuko-korrontea (I_c) korrontearen intentsitatearen antzekoa da.

⁴³ Azalera-unitateko korronte-intentsitatea da (A/m^2).

⁴⁴ Irrati- eta mikrouhin-maiztasunetan, eremu elektrikoak eta magnetikoak, batera, uhin elektromagnetiko baten bi osagaitzat hartzen dira. Eremu horien intentsitatea potentzia-dentsitatearen bidez deskribatzen dira, metro koadroko wattetan neurtuta (W/m^2). Behe-maiztasuneko eremu elektriko eta magnetikoen neurketa bereiz egin behar da.

adierazten da (W/kg). Gorputz osoaren SAR indizea oso neurri onartua da ondorio termiko desegokiak irrati-maiztasunen esposizioarekin lotzeko. Gorputz osoaren SAR ertainarekin batera, SAR balio lokalak ere beharrezkoak dira esposizio-baldintza berezi batzuen ondorioz gorputzaren atal txiki batzuetan energiaren gehiegizko deposizioa mugatzeko; hala nola: lurrarekin kontaktuan dagoen pertsona baten MHz-eko gama txikiko irrati-maiztasunarekiko esposizioa, edo antena baten aldameneko espazioan eraginpean dauden pertsonak.

Kantitate horietatik, fluxu magnetikoaren dentsitatea, kontaktu-korrontea, eremu elektrikoaren eta eremu magnetikoaren intentsitateak, eta potentzia-dentsitatea zuzenean neur daitezke.

OINARRIZKO MUGAKETAK ETA ERREFERENTZIA MAILAK

Eremu elektromagnetikoen osasunaren gainean izan ditzaketan ondorioen ebaluazioan oinarritutako mugaketak aplikatu aurretik oinarrizko mugaketak eta erreferentzia mailak berezi behar ditugu⁴⁵.

Oinarrizko mugaketak. Denbora aldakorreko eremu elektriko, magnetiko eta elektromagnetikorekiko esposizioaren mugaketei, osasunaren gaineko ondorio ezagunetan eta kontsiderazio biologikoetan zuzenean oinarrituta daudenean, «oinarrizko mugaketa» esaten zaie. Eremuaren maiztasuna gorabehera, mugaketa horiek zehazteko kantitate fisiko hauek erabiltzen dira: indukzio magnetikoa (B), korronte-dentsitatea (J), energia-xurgatze espezifiko indizea (SAR) eta potentzia-dentsitatea (S). Indukzio magnetikoa eta potentzia-dentsitatea erraz neur daitezke eraginpean dauden gizabanakoengan.

Erreferentzia mailak. Maila horiek esposizioa ebaluatzeko eskaintzen dira, oinarrizko mugaketak gainditzeko aukera zehaztearren. Erreferentzia maila batzuk bidezko oinarrizko mugaketetatik deribatzen dira, hartarako neurketa edo teknika informatizatuak erabiliz, eta batzuek eremu elektromagnetikoen esposizioaren zeharkako ondorio desegokiei eta hautemateari egiten diete erreferentzia. Hauek dira deribatutako kantitateak: eremu elektrikoaren intentsitatea (E), eremu magnetikoaren intentsitatea (H), indukzio magnetikoa (B), potentzia-dentsitatea (S) eta gorputz-adarren korrontea (IL). Hautemateari eta zeharkako beste ondorio batzuei, berriz, kantitate hauek dagozkie: (kontaktu-)korrontea (IC) eta, eremu taupakarientzat, energia-xurgatze espezifikoa (SA). Edozein esposizio-egoera partikularretan, kantitate horietako edozeinen balio neurtu edo kalkulatuak erreferentzia maila egokiarekin aldera daitezke. Erreferentzia maila betetzeak dagokion oinarrizko mugaketa errespetatzea bermatuko du. Neurtutako balioak erreferentzia maila gainditzeak ez du esan nahi ezinbestean oinarrizko mugaketa gaindituko denik. Nolanahi ere, egoera horietan berau errespetatzen den egiaztatatu behar da.

Gomendio hauetan ez da eremu elektriko estatikoei buruzko mugaketa kuantitatiborik ezartzen. Dena den, azaleko karga elektrikoaren eta txinparten deskargen hautemate gogaikarria saihestea gomendatzen da, estresa edo enbarazuak eragiten baitituzte. Kantitate batzuek –indukzio magnetikoak (B) eta potentzia-dentsitateak (S), adibidez– maiztasun jakin batzuentzat oinarrizko mugaketa gisa eta erreferentzia maila gisa balio dute.

⁴⁵ Esposizioa mugatzeko oinarrizko mugaketak eta erreferentzia mailak garatzeko argitaratutako bibliografia zientifikoa aztertu da. Proposatutako esposizio mugaketetarako oinarri gisa egiaztatutako ondorioak baino ez dira erabili. Ez dago frogatuta minbizia eremu elektromagnetikorekiko epe luzeko esposizioaren ondorioetako bat denik.

ONARRIZKO MUGAKETAK

Maiztasunaren arabera, kantitate fisiko hauek (kantitate dosimetrokoak edo esposimetrokoak) erabiltzen dira eremu elektromagnetikoei buruzko oinarriko mugaketak zehazteko:

- 0 eta Hz 1 bitartean indukzio magnetikoaren oinarriko mugaketak ematen dira eremu magnetiko estatikoentzat (0 Hz), eta korrante-dentsitatearen denbora aldakorreko 1 Hz-eko eremuentzat, sistema kardiobaskularraren eta nerbio-sistema zentralaren gaineko ondorioak prebenitzeko.
- 1 Hz eta 10 MHz bitartean korrante-dentsitateko oinarriko mugaketak ematen dira nerbio-sistema zentralaren eginkizunen gaineko ondorioak prebenitzeko.
- 100 kHz eta 10 GHz⁴⁶ bitartean SARaren oinarriko mugaketak ematen dira gorputz osoaren bero-nekea eta ehunen gehiegizko berotze lokala prebenitzeko. 100 kHz eta 10 MHz bitarteko gaman korrante-dentsitatearen eta xurgatze-tasa espezifikoaren mugaketak eskaintzen dira.
- 10 GHz eta 300 GHz bitartean potentzia-dentsitatearen oinarriko mugaketak eskaintzen dira, gorputz-azalean edo harengandik gertu ehunen berotzea prebenitzeko xedez.⁴⁷

Azaldutako oinarriko mugaketa horiek ezartzeko, banako sentikortasunek eta ingurumen-baldintzek eragin ditzaketen aldaketak kontuan hartu dira; aintzat hartu da, halaber, herritarren adina eta osasun-egoera aldatzen dela.

Eremu elektriko, magnetiko eta elektromagnetikoentzako oinarriko mugaketak (0 Hz-300 GHz)

Maiztasun-gama	Indukzio magnetikoa (Tm)	Korrante-dentsitatea ((mA/m ²))	Gorputz osoko batez besteko	SAR lokalizatua	SAR lokalizatua	Potentzia-dentsitatea (S)
----------------	--------------------------	---------------------------------------------	-----------------------------	-----------------	-----------------	---------------------------

⁴⁶ 100 kHz eta 10 GHz arteko maiztasun-eremuak ehun bizietan barnera daitezke, eta beroa eragin dezakete ehun horiek energia xurgatzen dutelako. Horri efektu termikoa esaten zaio.

Ehun baten masa kantitate jakin batek xurgatzen duen eremu elektromagnetiko baten energia-tasa, xurgatze-tasa espezifikoaren (SAR, ingelesez) arabera neurtzen da. SAR unitatea eraginpeko ehun-kilogramoko watta da (W/kg). Babes erradiologikoari buruzko nazioarteko araudien arabera, gizakiei eragin desegokiak sortzeko, beharrezkoa da gorputz osoan batez besteko 4 W/kg-tik gorako SAR baloreak eragin dituzten eremu elektromagnetikoen esposizioak egotea. Efektu horiek igoera termikoaren arabera dira, eta honakoak biltzen dituzte: erantzun fisiologikoak; hala nola, zeregin intelektual edo fisiko batzuk egiteko trebetasuna galtzea (gradu bateko igoera termiko laburrak), gizonen ugalkortasuna galtzea, fetuaren kalteak edo kataratak eragitea (2-3° C bitarteko epe luzeko igoerak). Dorre garaietan kokatutako FM antenetatik metro gutxi batzuetara 4 W/kg inguruko SAR mailak neurtu dira (baina jendea ezin da horietara iritsi).

Azterketa esperimental batzuek iradokitzen dutenez, antena horiek sortutako eremuak intentsitate txikiegia dute ehunen ondorio termiko nabarmena indutzeko; halere, eremu elektromagnetiko horiekiko esposizio kronikoak ondorio kaltegarriak izan ditzake, hala nola: minbizia, alterazio elektrofisiologikoak eta transmisio sinaptikoaren aldaketak (nerbio-zelulen arteko komunikazioa), edo epe luzeko memoriaren alterazioak animalien gain. Nolanahi ere, laborategiko beste azterketa batzuek ez dituzte ondorio horiek baieztatu edo ez dute eragin ezagunik giza osasunaren gainean. Gaur egun, ez dago mekanismo biofisikorik eremu elektromagnetiko horiekiko esposizioaren (maila atermikoan) balizko ondorioak justifikatzeko.

⁴⁷ 10 GHz-etik gorako maiztasuneko eremu elektromagnetikoak oso gutxi barneratzen dira ehunetan, horregatik, gorputzaren azalak xurgatzen ditu, neurri handi batean, eta azalpeko ehunetara heltzen den energia oso txikia izan ohi da. Eremu horiek beren potentzia-dentsitatearen bidez bereiz daitezke, eta berau metro koadroko wattetan neurtzen da (W/m²). Potentzia-dentsitate hori mugatu behar da, maiztasun horietan gorputz-azalaren gehiegizko berotzea prebenituko badugu. 10 W/m²-tik oso gorako potentzia-dentsitateek epe laburrean ondorio desegokiak eragin ditzakete; hala nola, kataratak (begian zuzenean eragiten badute) edo erredurak.

		(rms)	SAR(W/kg)	(burua eta enborra) (W/kg)	(gorputz-adarrak) (W/kg)	(W/m ²)
0 Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz	-	8/f	-	-	-	-
4-1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1000 Hz-100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
100 kHz-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

f hizkiak maitasuna adierazten du Hz-tan

ERREFERENTZIA MAILAK

Esposizioaren erreferentzia mailak neurtutako kantitateen balioekin konparatzeko balio dute. Gomendutako erreferentzia maila guztiak errespetatzeak oinarizko mugaketak ere errespetatzea ekarriko du.

Neurtutako balioen kantitateak erreferentzia mailak baino handiagoak direnean, horrek ez du ezinbestean esan nahi oinarizko mugaketak gainditu direnik. Horrela gertatzen denean, ebaluazioa egin behar da, esposizio mailak oinarizko mugaketak baino txikiagoak diren egiaztatzeko.

Esposizioa mugatzeko erreferentzia mailak lortzeko, oinarizko mugaketak abiapuntu izaten dira; hala, eremuaren eta esposiziopeko gizabanakoaren artean gehieneko parekatzea dagoela jotzen da, era horretan ahalik eta babes handiena lortuta. Taulan erreferentzia mailen laburpen bat ageri da. Oro har, eraginpean dagoen gizabanakoaren gorputzaren zabalera osoaren gainean espazialki kalkulaturiko batez besteko balio gisa pentsatuta daude; nolahi ere, oso kontuan hartu da esposizio lokalizatuko oinarizko mugaketak gainditzetik ez dagoela.

Esposizioa oso lokalizatuta dagoenean (telefono mugikorrek eta gizabanakoaren buruarekin gertatu bezala), ez da egokia erreferentzia mailak erabiltzea. Horrelakoetan zuzenean ebaluatu behar da oinarizko mugaketa lokalizatua errespetatu den.

**Erreferentzia mailak eremu elektriko, magnetiko eta elektromagnetikoentzako
(0 Hz-300 GHz, rms balio asalgabeak)**

Maiztasun-gama	Eremu-intentsitateaE - (V/m)	Eremu-intentsitateaH - (A/m)	B eremua - (μ T)	Uhin lauko potentzia-dentsitate baliokidea (W/m ²)
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10 000	$4\,000/f$	$5\,000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2000 MHz	$1\,375 f^{1/2}$	$0,0037/f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

f maiztasun-gaman adierazten denaren arabera

2. ERANSKINA.- Europako legeriaren laburpena⁴⁸.

MAIZTASUN INDUSTRIALEKO EREMUAK

Maiztasun industrialeko eremu elektromagnetikoak elektrizitatearen ekoiztean, garraiatzean, banatzean eta erabiltzean sortzen dira. Afrikan, Asiako zati handi batean, Australian, Europan eta Hego Amerikako zati batean korrante alfernoa 50 Hz-ekoa da. Filipinetan, AEBetan, Hego Amerikako herrialdeetan, Saudi Arabian eta Japoniako zati batean, berriz, 60 Hz-ekoa.

Gomendioak, nerbio-sistemaren funtzioen gaineko ondorioak prebenitzeko, korrantedentsitatearen maiztasun industrialerako 2 mA/m²-ko oinarritzko mugaketak ezartzen ditu. Ezarritako erreferentzia mailak eremu elektrikoaren (E) intentsitateko 5 kV/m-koak eta fluxu magnetikoaren dentsitatearentzat 100 µT-koak dira (B eremua). Gomendioan, erreferentzia mailak gainditzeak ez dakar ezinbestean oinarritzko mugaketak gainditzea.

MAIZTASUN INDUSTRIALA EUROPAR BATASUNEAN.

1.- Ondoko herrialde hauek gomendioa beren araudi nazionalean txertatu dute; ondorioz, oinarritzko mugaketak eta erreferentzia mailak nahitaez bete beharrekoak dira: Txekiar Errepublikak, Estonia, Grezia, Hungaria eta Luxenburgok.

- Luxenburgok, gainera, ministerio-gomendio bat ere badu; haren bidez, goitentsioko lineen inguruan (20-30 m) etxebizitzak eraikitzea debekatzen da.
- Frantziak, mugak instalazio berrietan edo aldatzen dituztenetan baino ez dira aplikagarri.

2.- Ondoko herrialde hauetan legeria nazionala gomendioaren mugetan oinarriturik dago, baina horiek ez dira lotesleak; ez dira hain murriztaileak, edo ez dago legeriarik: Austria, Zipre, Danimarka, Finlandia, Irlanda, Letonia, Malta, Herbehereak eta Erresuma Batua.

Herrialde horietako batzuetan prekauzio-printzipioak ezartzea aholkatzen dute, eta konpainia elektrikoek beren borondatez beren gain har ditzakete. Espainian estatu-legeria ez da zuzen aplikatzekoa herritarrek 50 Hz-eko eremu elektromagnetikoen eraginpean daudenean; nolatan ere, autonomia-erkidego batzuek etxeetatik, eskoleetatik eta esparru publikoetatik gertu linea elektriko berriak eraikitzea debekatzen dute.

3.- Erreferentzia mailak eta/edo oinarritzko mugaketa murriztaileagoak dituzten herrialdeak. Oro har, erreferentzia mailak gainditu ezinako mugak dira (Alemanian edo Eslovakian, adibidez) edo mugaketa gehigarri batzuk gaineratzen dituzte; azken horiek honakoak eduki ditzakete: muga murriztaileagoak, esposizio-iturrietarako gutxieneko distantziak, «zentsuz saihestu» gomendioak edo esposizioa ALARA (As Low As Reasonably Achievable/ahal den bezain txikia) edo ALATA (As Low As Technique Allows/teknikak ahalbidetzen duen bezain txikia) mailetara murriztekoak.

⁴⁸ "Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields)" dokumentuan oinarriturik; hemen eskuragarri:

http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/docs/emf_comparison_policies_en.pdf

Informazio gehiago nahi izanez gero, begiratu dokumentua.

Arau eta muga asko daude; jarraian adibide batzuk zehaztu ditugu:

- Belgika.- Maiztasun industrialerako muga estatala gomendioarena bera da. Flandrian, 2004tik erabaki bat dago indarrean barneko esparruentzat; horren bidez, etxebizitzetan eta eraikin publikoetan fluxu magnetikoaren dentsitate muga gomendioaren erreferentzia mailaren % 10 da (10 μ T).
- Danimarka.- Etxeetatik edo haurrak dauden egoitzetatik gertu linea elektriko berriak ez eraikitzea gomendatzen da (ezta etxeak linea elektrikoetatik gertu ere). Bete beharreko distantziak kontsiderazio praktikoetan oinarriturik zeuden. 2007an, gobernuak eta sektore elektrikoak hitzarmena sinatu zuten; haren bidez, urteko esposizioaren batez bestekoa 0,4 μ T baino handiagoa izanez gero (gomendioaren maila % 0,4 da), eremu magnetikoa arrazoizko preziora murrizteko neurriak aztertu behar zituzten.
- Italia.- Fluxu magnetikoaren dentsitaterako mugak gomendioak emandako berberak dira, baina arreta-balioa 10 aldiz txikiagoa da etxe, ikastetxe edo jendea egunean lau orduz baino gehiagoz egon daitekeen beste toki batzuetarako. Horretaz gain, % 3ko kalitate maila ezartzen du (3 μ T) linea elektrikoetatik, azpiestazioetatik edo transformadoreetatik gertu dauden etxe eraiki berrientzat, parkeentzat eta eskolentzat. Eskualde batzuetan fluxu magnetikoaren dentsitaterako % 0,2ko (0,2 μ T) muga dute –gomendioarena– etxeentzat, ikastetxeentzat edo jendea egunean lau orduz baino gehiagoz egon daitekeen beste toki batzuentzat.
- Herbehereak.- Toki-agintariei eta energia-hornitzaileei gomendatzen zaie umeak egon daitezkeen tokietan goi-tentsioko linearik ez jartzea, baldin eta, urtean batez beste, 0,4 μ T-tik gorako fluxu magnetikoaren dentsitatea badute.
- Suedia.- Lehendik dauden instalazioei dagokienez, fluxu magnetikoaren dentsitatea hondoko esposizio mailarekiko nabarmen ezberdina denean (gomendioaren erreferentzia mailaren % 0,1), ahal den bezain laster murriztu behar da. Kokapen berrietan, berriz, esposizioa murrizteko ahalegina egin behar da.

Beste herrialde batzuk:

- Australian, 50 Hz-eko eremu elektromagnetikoentzako mugak Europakoak bezalakoak dira, baina mugak ez dira hain murriztaileak iraupen laburreko esposizioentzat. Australiako Erradiazio Babeserako eta Segurtasun Nuklearrerako Agentzia ([ARPANSA](#)) zirriborro estandar bat prestatzen ari da 3 KHz arteko maiztasunentzat, eta bertan dentsitate magnetikoko fluxuaren erreferentzia maila gomendioarena halako 3 da. Prekautzio-neurriak are gehiago nabarmentzen ditu; esposizioa minimizatzeke aukera aztertzeke betebeharra, adibidez. Zirriborroa berrikuste-fasean dago oraindik.
- Errusia.- Gomendioaren erreferentzia mailen % 10.
- Suitza.- Indarreko esposizio mailak gomendioaren erreferentzia mailak bezalakoak dira jendea sartzeko moduko eremu guztientzat. Instalazio berrientzat fluxu magnetikoaren dentsitatearen prekautzio muga % 1ekoa da, sustatzaileak apurka-apurka hobetuko duela, eta esposizioa murrizteko hartu ahal diren neurri tekniko eta ekonomiko guztiak hartu dituela frogatu ezean. Lehendik dauden instalazioek, berriz, prekautzio muga gainditzen badute, pixkanaka hobetu beharko dute.
- AEB.- Ez dago indarreko legeria federalik. Estatu batzuetan (Colorado, Ohio...), 60 Hz-eko eremu elektromagnetikoekiko jendearen esposizioa arrazoizko prezioan mugatu behar da. Beste batzuetan, aldiz, jendearen esposizioarentzat muga finkoak dituzte eremu elektriko edo eremu magnetikoen peko eraginari dagokionez; muga horiek gomendioaren % 20tik % 240 artera doaz.

IRRATI MAIZTASUNAK

1.- Ondoko herrialde hauek gomendioa beren araudi nazionalean txertatu dute; ondorioz, erreferentzia mailak eta oinarritzko mugaketak nahitaez bete beharrekoak dira: Zipre, Txekiar Errepublika, Estonia, Finlandia, Frantzia, Hungaria, Irlanda, Malta, Portugal, Errumania eta Espainia.

2.- Ondoko herrialde hauetan legeria nazionala gomendioaren mugetan oinarriturik dago, baina horiek ez dira lotesleak; ez dira hain murriztaileak, edo ez dago legeriarik: Austria, Danimarka, Letonia, Herbehereak eta Erresuma Batua. Erresuma Batuan telekomunikazioetako konpainiek araudi bat sinatu dute gomendioa errespetatzeko.

3.- Herrialde horiek, prekauxio-printzipioan oinarriturik, erreferentzia maila eta/edo oinarritzko mugaketa murriztaileagoak dituzte. Askotan, mugak «ahal bezain txikia, zerbitzua arriskuan jarri gabe» printzipioan oinarrituta daude.

Estatu askotan erreferentzia mailak gainditu ezinako esposizio mugatzat hartzen dira (Alemanian eta Eslovakian, esaterako).

Maiztasun industrialean ikusi bezala, hemen ere araudi mota ugari daude; jarraian adibide batzuk zehaztu ditugu:

- Belgika.- 10 MHz eta 10 GHz arteko maiztasunentzat muga murriztaileagoak zituen erabaki nazional bat konstituzioaren aurkakoa zela ebatzi zuten; ondorioz, erregulazioa eskualde-gobernuen esku utzi zuten. Adibidez, Flandriako legerian telekomunikazioetako antenentzat indarrean zegoen eremu elektrikoaren mugak gomendioaren % 7koak dira pertsonak egon ohi diren tokientzat (etxebizitzak, ikastetxeak, egoitzak edo haurtzaindegia, esate baterako).
- Bulgaria: eremu elektrikoaren intentsitatearentzat eta potentzia-dentsitatearentzat ezarritako mugak aldatu egiten dira; beraz, gomendioaren erreferentzia mailen ehunekoak maiztasunarekin murrizten dira.
- Grezia: gomendioarenen % 70eko oinarritzko mugaketak ezartzen ditu, eta % 60koak telefonia mugikorrek banaguneak ikastetxeetatik, haurtzaindegietatik, ospitaleetatik edo zaharrak zaintzeko egoitzetatik 300 metrora baino gutxiagora daudenean. Horretaz gain, aipatutako toki horien jabetza muga barruan ezin da telefonia mugikorrek antenarik jarri.
- Italia: Erreferentzia mailak gainditu ezin diren esposizio muga bilakatu dira. Gomendioan ezarritako mugak -3 MHz eta 3 GHz artekoak- ez bezala, muga finkoak dira (ez daude maiztasunaren mende).

900 MHz-eko eremu magnetikoaren intentsitaterako esposizio muga gomendioaren erreferentzia mailaren % 45koa da (potentzia-dentsitatearen % 22). Etxeetan, ikastetxeetan, haur-parkeetan eta pertsonak 4 lau orduz baino gehiagoz egon daitezkeen tokietan, 900 MHz-eko eremu magnetikoaren intentsitaterako, «arreta-balioa» gomendioaren erreferentzia mailaren % 14koa da (potentzia-dentsitatearen % 2). Instalazio berrientzako «kalitate-helburua» arreta-balioarena bera da.

- Polonia: Jendea sar daitezkeen tokientzat, maiztasunaren arabera, gomendioaren erreferentzia mailak baino esposizio muga txikiagoak ezartzen dira eremu elektrikoaren intentsitatearentzat eta potentzia-dentsitatearentzat. Adibidez, 900 MHz-eko maiztasunetan eremu elektrikoaren intentsitate muga gomendioaren erreferentzia mailaren % 17koa da (potentzia-dentsitatearen % 2).

- Eslovenia: 10 kHz-etik gorako maiztasunentzat, «gune sentikorretan» (etxeak, ikastetxeak, ospitaleak...) eremu elektrikoaren eta eremu magnetikoaren intentsitaterako esposizio mugak gomendioaren erreferentzia mailen % 31koak dira (potentzia-dentsitatearen % 10). Gainerako toki guztietan gomendioaren erreferentzia mailak gainditu ezineko esposizio mugak izaten dira.
- Espainia: Katalunian, irrati-maiztasunentzako eremu elektrikoaren eta eremu magnetikoaren intentsitaterako esposizio mugak gomendioaren erreferentzia mailen % 65 dira (potentzia-dentsitatearen % 44), eta antenatarako gutxieneko distantziak ere ezarrita daude⁴⁹.

BESTE HERRIALDE BATZUK

- Australia.- Irrati-maiztasunen eremuentzat ezarritako mailak Europako Parlamentuaren gomendioak ezarritako berak dira.
- Errusian, berriz, 300 MHz eta 300 GHz bitarteko maiztasunak dituzten eremuentzat, potentzia-dentsitaterako esposizio muga Europako gomendioaren erreferentzia mailen % 2koa da.
- Suitza.- Indarreko esposizio mailak gomendioaren erreferentzia mailak bezalakoak dira jendea sar daitekeen eremu guztientzat. Telefonía mugikorreko antenei dagokienez, prekaizio maila murriztaileagoa ezartzen du gomendioaren erreferentzia mailaren % 10eko eremu elektrikoaren intentsitatearentzat.

Beste transmisore eta radarrentzat, berriz, maiztasunaren arabera, gomendioan ezarritako erreferentzia mailaren % 11 eta % 3 arteko eremu elektrikoaren intentsitatearentzat esposizio mugak ezartzen ditu.

⁴⁹ http://www.gencat.cat/web/multimedia/cas/antenes/index_hm.htm.

3. ERANSKINA: Eremu elektrikoek osasunean dituzten ondorioen balorazioa, hainbat azterketaren arabera. (CCARS Irrati-maiztasun eta Osasuneko Aholku Batzorde Zientifikoak 2011ko urtarrilean argitaratutako txostenean oinarrituta)

1. **Azterketa esperimentalak** (ondorioak nazioarteko batzordeek egindako berrikuspen-azterketetatik atera dira). Azterketa esperimentalei buruzko datuak, gehienbat, hiru arlori dagozkie: biologia zelularra, neurobiologia eta immunologia.

1.1. Irrati-maiztasunetikiko esposizioak biologia zelularrean dituen ondorioak: *in vitro* eta *in vivo* azterketak. Lan hauetan ondorio genotoxikoak, minbizi-eragileak edo teratogenoak dauden aztertu dute.

Batzorde horiek, orain arte, ondorio hauek atera dituzte:

- Telefonia mugikorrek eremu elektromagnetikoek ez dute oxigenoaren erradikal askerik sortzen; ezta estres oxidatiboa bultzatzen ere.
- Ez dira genotoxikoak edo mutagenikoak.
- Itxuraz ez dute apoptosirik sortzen (zelulen suizidioa), ez eraginik ugalketaren edo garapenaren gainean.
- Eta are garrantzitsuago, ez da uhinen eta zelulen arteko elkarreragin-mekanismorik ezagutzen.

Lan batzuk zorrozki berraztertzean, ordea, emaitzak ez direla nahikoak eta batzuetan kontraesankorrak ere badirela ondorioztatu dugu; hortaz, azterketa gehiago egin behar dira, eta ikerketa-protokolo estandarrak ezarri, emaitzak hobeto konparatu ahal izateko.

1.2. Nerbio-sistemari buruzko azterketak

Galdera hauxe da: erradiazioek kaltetu al dezakete material genetikoa? eta zehazkiago; nerbio-sisteman eraginik izan al dezakete?

1.2.1 Burmuineko odol-fluxuari buruzko azterketak. Zenbait azterketak antzemandakoaren arabera, alde batzuetan fluxua handitu egiten da eta beste batzuetan murriztu.

1.2.2 Memoriari buruzko azterketak arratoi gazteetan. Emaitzan ikusi zen eraginpeko arratoiaren memoriak hobera egiten zuela eraginpean ez zeuden memoriaren aldean.

1.2.3 Neurona-hazkuntzari buruzko azterketak. Lan batzuek erakutsi dute neuronaren bideragarritasunaren gaineko ondorioak daudela; beste batzuek, aldiz, ADNaren zatiketa.

1.2.4 Glia-zelulen hazkuntzari buruzko azterketak. Aztertutako parametroen gainean ez da ondorio ikusi, edo ondorio ezdeusak izan dira. Azterketaren batean entzima jakin batzuen jardueraren gaineko ondorioak ikusi dira; nolana ere, azterketa horiek esposizio-baldintza drastikoetan egin dira.

1.3. Sistema immunologikoaren gaineko eraginak.

Askotariko datuak daude, eta zaila da laburtzea. Ondorio orokorreari dagokienez, saguengan zelula guraso hematopoietikoen ugaritzea ikusi da; halere, hori ingurumen-faktoreen eta tenperaturaren araberakoa izaten da. Untxien T zeluletan ondorioaren bat egiaztatu da, baina ez saguaren B linfzitoetan.

Beste sintoma batzuei dagokienez, arratoien azaleko zeluletan serotonina gehiago sortzen dela ikusi da.

Nolanahi ere, argitaratutako lanen artean, eztabaida handia dago ondorio zitogenetikoei buruz. 1990etik 2003ra arteko artikulua berrikusi ondoren, artikuluen % 58tan ondorioak negatiboak ziren; % 23tan positiboak, eta % 19tan ez zegoen ondorio argirik.

2. Azterketa klinikoak eta epidemiologikoak

Azken bibliografia berraztertu ondoren, berrikuspenak eta metanalisiak lehenetsi dira, bereziki nazioarteko agentziek egindakoak.

2.1. Irrati-maiztasunen eremu elektromagnetikoen osasunaren gainean dituzten ondorioak

Telefonia mugikorraren irrati-maiztasunen ondorioak garuneko tumoreekin, hipersentiberatasun elektromagnetikoarekin eta beste sintoma batzuekin lotu izan dira. Orain arte ez dago frogarik iritzi horiek baieztatzeke; dena den, zuhurtziaz ikerketa jarraitzeko beharra nabarmentzen da, oso denbora gutxi igaro baita telefonia mugikorra sortu zenetik.

Telefono mugikorraren erabileraren eta, nerbio-sistema zentralaren (gliomak, meningiomak eta akustikoaren neurinoma) eta listu-guruinaren tumoreen arteko balizko loturak aztertu dira. Prebalentzia txikiko tumoreak dira, sortasunaldi luzeak dituztenak. Epidemiologia-azterketen arazo nagusia esposizioaren ebaluazioa da. Berau neurtzeko elkarizketak, galdesortak edo dei-erregistroak erabiltzen dira; metodo horietan gerta liteke memoriaren eta informazioaren alborapenak egotea. Halaber, mugikorraren telekomunikazio-teknologian oso aldaketa azkarrak egoten dira, eta ondorioz emisio-intentsitatea ere aldatu da.

Mugikorraren bidezko telekomunikazioekiko esposizioak aldaketak eragin ditzake garuneko jardueran, baina ez da eragin sendorik antzeman errendimendu kognitiboan. Beste ondorio batzuk (hala nola, buruko mina, nekea, azaleko azkura) eremu elektromagnetikoen esposiziopeko giroei egotzi zaizkie, baina ez dira egiaztatu probokazio-azterketetan. Hipotesi onargarriena da hipersentiberak direla dioten pertsonengan faktore psikologikoen eragiten dutela; adibidez, eragin negatibo baten itxaropena (nozebo-efektua).

Europako Batzordeak finantzaturako azterketa batek ([EMFnEAR⁵⁰](#)) ondorioztatu zuen [UMTS](#) (Universal Mobile Telecommunication Systems) igortzen duen iturri batekiko epe laburreko esposizioak ez duela berehalako ondorioz giza entzumen-sisteman.

Besteak beste, 1993-2005 aldian Alzheimer eritasuna, dementsia, lo-arazoak, finituz edo burrunbak (kanpoko benetako ezein soinuri ez dagokion entzumen-sentipena), garuneko hodieko eritasunak, kardiopatia iskemikoak, buruko mina eta migrainak aztertu dira –beren harremana, intzidentzia eta prebalentzia–, eta ez da ikusi eritasun horien hazkunderik; horregatik ez da Friburgoko adierazpena berresten

⁵⁰ http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2004/action1/docs/action1_2004_07ab_en.pdf

(horren bidez, Alemaniako sendagile talde batek, 2002an, herritarrengan sintoma eta eritasunen intzidentziaren «hazkunde drastikoaz» ohartarazi zuen).

Danimarkako Minbiziaren Epidemiologia Erakundeak garuneko tumoreen intzidentzia-tasak aztertu ditu. Mugikorren erabilera areagotu egin zen 90eko hamarkadan; horregatik, 1998 ostean gliomen eta meningiomen intzidentzia aztertu da Danimarkako, Finlandiako, Suediako eta Norvegiako 20-79 urte bitarteko helduengan. 1974 eta 2003 bitartean, guztira, 59.984 laguni egin zaie gaixotasun horien diagnostikoa. Tumore horien intzidentzian ez da aldaketa nabarmenik egon 1998 eta 2003 bitartean (mugikorren goralditik 5 eta 10 urtera). Azterketa mugatua bada ere, datuok bat datoz Erresuma Batuko beste azterketa batzuekin.

2.2. Telefono mugikorrak

Gailu horiek 80ko hamarkadaren erdialdean agertu ziren; beraz, garuneko tumoreen intzidentziaren denbora-joeran hazkundera ikusi beharko litzateke. Joera hori zaintzeko erregistro zorrotz eta eraginkorrek behar dira.

Ahlbom-ek (2009) azterketa zorrotzenetako bat egin zuen, eta honakoa ondorioztatu zuen: «Orain arte argitaratutako azterketek, oro har, ez dute frogatzen 10 urteko erabileraren ondoren garuneko tumoreak nozitzeko arriskua handitu denik». Nolanahi ere, tumore batzuek sortasunaldi luzeak dituzte (meningioma eta akustikoaren neurinoma); horrenbestez, oraindik ere ikertzen jarraitu behar da. Edonola ere, koherentea da ondorioztatzea kausaltasun-harremana egongo balitz sortasun txikiagoko tumoreen intzidentzian honezkero antzemango zela.

Lan batzuek mugikorra erabiltzeagatik arrisku handiagoa dagoela adierazten dute, baina zenbaitek haien metodologia kritikatu dute.

Mugikorra 10 urtez baino gehiagoz erabili duten erabiltzaileak aztertu behar dira, beraz. Gaur egun, [Mobi-Kids](#) proiektuaren tankerako beste azterketa batzuk dira abian. Adierazitako horrek 13 herrialdetako kasuak aztertu eta kontrolak egin ditu, 5 urtez, 10 eta 24 urte arteko gazteen tumoreak baloratzeko asmoz.

2.2.1. Haurren (0-14 urte) nerbio-sistemaren tumoreen intzidentziaren denbora-joera Espainian.

Europar eta Iparramerikan tumore horien intzidentzia 20-40 kasu bitartekoa da miloi bat umeko (tasa estandarizaturik munduko biztanleriako). Espainian nerbio-sistema zentralaren intzidentzia-tasa honako hau da: tasa gordina 31,9 kasu/1.000.000 eta 32,8/1.000.000 tasa estandarizaturik 1983-2002 aldirako.

[ACCIS](#) proiektuak (Hautzaroko Minbiziaren Informazio Sistema Automatizaturik) Europar haurren tumoreen (0-14 urte) goranzko joera erakutsi zuen 1978-1997 aldirako; hala, urtean tasa % 1,7 handitu zen batez beste.

Espainiako azterketa baten emaitzek goranzko joera nabarmena erakutsi dute aldi osorako (1983-2002); horren arabera, urtetik urtera nerbio-sistema zentralaren tumoreen tasa % 2,18 handitzen da, baina hazkunde hori % 1,46 murrizten da tumore ez-gaiztoak azterketatik ateratzen direnean. Dena den, bistan da joera goranzkoa dela, eta estatistikoki adierazgarria dela.

Jointpont bayestarraren bidezko analisiak, halere, 90eko hamarkadaren lehen erdialdean joera-aldaketa erakusten du, hala nerbio-sistema zentralaren tumore guztientzat (aldaketa-unea 1993an dago), nola gaiztoentzat bakarrik (hauetan aldaketa-unea 1994an dago). Bi taldeotan, aldaketa aurreko tasaren urteko

aldaketa-ehunekoak positiboak eta estatistikoki adierazgarriak dira, baina joera-aldaketaren ostean estatistikoki adierazgarriak izateari uzten diote. Hortaz, tumore-intzidentziaren goranzko joera aldiaren lehen zatian baino ez dago, eta ez da horrelakorik 90eko hamarkadaren hasieratik aurrera.

Ez AEBetn (1992tik aurrera), ez Erresuma Batuan (1979-2003), ez da goranzko joerarik antzeman. Danimarkan, Finlandian, Suedian eta Norvegian ere ez da horrelakorik izan 1974-2003 aldian.

Diagnostikoak egiteko teknologia berrien hedapenagatik azal daiteke joera-aldaketa hori, eta ondoren saturazioa egon da, intzidentzia egonkortuta. Tumoreak baloratzeko zaintza luzeagoa edo zehatzagoa behar da.

2.2.2. INTERPHONE azterketa

IARC agentziak 2010eko maiatzean INTERPHONE azterketaren emaitzak argitaratu zituen; 2000n hasitako azterketa horren bidez harremana aztertu zuten telefono mugikorren erabileraren eta garuneko lau tumore mota (gliomak eta meningiomak), entzumen-nerbioaren tumorea (neurinoma edo Schwannoma) eta parotida-guruinaren tumorea nozitzeko arriskuaren artean.

Azterketa horren bidez jakin nahi zuten telefono mugikorrek igorritako irrati-maiztasunaren erradiazioaren energia minbizi-eragilea zen. Gogorazi behar dugu garuneko tumoreen etiologia ezezaguna dela, eta zalantzarik gabe gliomaren arriskua handitzearekin lotutako faktore bakarra irrati-terapiarekiko esposizioa dela, zehazki umeengan leuzemia linfoblastikoa tratatzeko.

Hainbat herrialdetan egindako kasu-kontrol azterketa da (Australia, Kanada, Danimarka, Finlandia, Alemania, Israel, Italia, Japonia, Zeelanda Berria, Norvegia, Suedia eta Erresuma Batua). Guztira, 2.708 glioma eta 2.409 meningioma aztertu dira; baita haien kontrolak ere. Entzumen-nerbioaren eta parotida-guruinaren tumoreen emaitzarik ez dute aurkeztu. Azterketaren barruan 30-59 urte bitarteko herritarrak sartzen dira, uste baita talde horrek mugikorra asko erabili izan duela aurreko 5-10 urteetan.

Ez da ikusi gutxienez 10 urtez telefonoa erabiltzeak gliomak edo meningiomak nozitzeko arrisku handiagoa dakarrenik. OMEren iritziz: «Telefono mugikorra ordu gehien erabiltzen zuten pertsonen % 10aren artean glioma garatzeko arriskua handiagoa denaren zenbait zantzu daude». Nolanahi ere, gehiago erabilia, ez da arriskua hazteko joera uniformerik ikusi.

Emaitza horiek ez dute gaia ebatzita uzten. *In vivo*, *in vitro* azterketa gehiago behar dira kausaltasuna hobeto ezagutu ahal izateko. Telefonía mugikorrarekiko esposizioaren epe luzeko ondorioak gehiago aztertu behar dira; sortasunaldi luzea eta biztanle oso gazteen esposizioa kontuan hartuz gero, hobe izango litzateke kohorte-azterketak egitea.

Ondorioa da ez dela ikusi garuneko tumoreen arriskuaren hazkunderik; esposizio maila handieneko taldearen emaitzek eta azterketa hasi zenetik erabilera-ereduak aldatu izanak, dena den, ikertzen jarraitzeko beharra justifikatzen dute.

Ohitura berriek (esku libreak, mezu laburrak, Internet bidezko komunikazioa...) buruak telefonía mugikorrarekiko duen esposizioa murrizten dute.

2.3. Nazioarteko azterketa eta errebisio zientifikoaren laburpena

2.3.1 SCENHIR batzordeak (Sortzen ari diren eta orain gutxi identifikatu diren osasun-arriskuen batzorde zientifikoa) irrati-maiztasuneko eremu elektromagnetikoen, maiztasun ertainekoen, behe-maiztasunekoeren eta eremu estatikoen arriskuak aztertu ditu.

Argitaratutako azterketa berriak berrikusi ondoren, 2009an ondorioztatu zuen nekez gerta daitekeela irrati-maiztasuneko eremuen esposizioak gizakiengan minbizi kasuak areagotzea. Adierazten duenez, telefonia mugikorrarekiko esposizioaldia tumore batzuen indukzioaldia baino txikiagoa da; horrenbestez, azterketa gehiago egin behar dira.

Sintoma subjektiboek dagokienez, ondorioztatu dute azterketa zientifikoek ez dutela babesten esposizioaren eta sintoma subjektiboaren artean harremana dagoenik; hori dela-eta, baztertu egin dute edozein pertsona («hipersentiberatasun elektromagnetikoa» dutela diotenak barne) eremu elektromagnetikoen eraginpean noiz dauden eta noiz ez bereizteko gauza denik.

Aldiz, «efektu nozeboa» deritzona hauteman dute; hots, zerbait osasunarentzat kaltegarria izateko itxaropenak edo sinesmenak eragindako aurkako ondorio zehaztugabea.

Irrati-maiztasuneko eremu elektromagnetikokiko esposizioak loaldian eta elektroentzefalograman eragin dezakeelako frogaren bat egon badago, baina osasunean eraginik duen ez dago argi.

Memoriaren, funtzio kognitiboaren gaineko ondorioz eta ondorio sentorialik, aitzitik, ez dute aurkitu.

Umeengan dituzten ondorioen gaineko informazioa mugatua da. Halaber, ikerketan honakoak lehenestea proposatzen dute:

- Tumoreen eta mugikorraren erabileraren arteko lotura 10 urtetik gorako aldietan.
- Kohorte-azterketa garuneko tumoreen eta 10 urtetik gorako telefonia mugikorraren erabileraren artean harremanik dagoen ikertzeko.
- Gizabanakoek irrati-maiztasunarekiko duten esposizio osoa ebaluatzea dosimetro indibidualak erabilita.
- Azterketa esperimentalak erreplikatzeko edo horiek zabaltzeko genotoxizitatearen, loaldiaren eta elektroentzefalogramaren gaineko efektuen bat berretsi edo baztertzeko.

2.3.2. ICNIRP (Erradiazio ez-ionizatzaileen aurka babesteko nazioarteko batzordea)

Argitaratutako azterlanek ez dute frogatzen garuneko tumoreen arriskua handitzen denik telefono mugikorraren 10 urteko (gutxi gorabehera) erabilerdian. Erabilgarri dauden datuek ez dute kausaltasun-loturarik iradokitzen telefono mugikorraren erabileraren eta hazkunde azkarreko tumoreen artean (helduen glioma adibidez, sortasunaldi laburreko tumorea dena). Hazkunde laburreko tumoreei (meningioma eta akustikoaren neurinoma) eta epe luzeko erabiltzaileen gliomari dagokienez, berriz, loturarik eza ez da hain erabatekoa; jarraipen handiagoa behar da.

Ez dago daturik haurrak telefonia mugikorraren eraginpean izateak minbizia sortzeko aukerak areagotzen dituen zehazten duenik.

2.3.3. [AFSSET](#) agentziak (Elikaduraren, Ingurumenaren eta Lanaren Osasun Segurtasuneko Frantziako Agentzia) 2009an txosten bat argitaratu zuen.

- Eskuragarri dauden azterketa epidemiologikoez ez dute iradokitzen telefonia mugikorrak epe laburrean ondorioak izan ditzakeenik; halere, zalantzak daude epe luzeko ondorioen gainean.
- Hipersentiberatasun elektromagnetikoari dagokionez, ez da aurkitu harremana azaltzen duen mekanismo fisiopatologikorik.
- Irrati-maiztasunarekiko esposizioaren neurriei dagokienez:
 - Hautzaroko irrati-maiztasunarekiko esposizioaren ezaugarriak eta haren balizko ondorioak gaizki azalduta daude.
 - Telefono mugikorraren erabilerak igorritako irrati-maiztasunaren eremu elektromagnetikoezko esposizioa banaguneek (antena) sortutako esposizioa baino handiagoa da.
 - Telefonia mugikorraren antenek ez dute behe-maiztasuneko eremu elektromagnetikorik igortzen.
 - Irrati-maiztasuna erabiltzen duten teknologia garatu berriek ez dute aurrekoen izaera eta intentsitatearen bestelako esposiziorik induzitzen.

Eta ikerketa-proposamen hauek egiten dituzte:

- Epe luzeko ondorioak ebaluatzea.
- Azterketa esperimenteren kalitatea zaintzea.
- Azterketak erreplikatzeko.
- Dosimetria hobetzea biztanleen benetako esposizioaren ezaugarriak hobeto ezartzeko.

Ohartarazi dute banaguneen igorpen-potentzia murrizteak buruaren esposizioa handitzea ekar lezakeela; telefono mugikorrek, seinalea hartzeko, potentzia handitu beharko luketelako.

Zuhurtziako neurri gisa, proposatu dute umeez telefono mugikorra gutxiago erabiltzea; izan ere, epe luzeko ondorioak ezezagunak dira.

Ondorio ez-termikoen gaineko azterketen emaitzak aztertutakoan, ez du zentzurik esposizio muga berriak proposatzea.

2.3.4. OME.- [EMF-NET](#) nazioarteko proiektuaren bitartez eremu elektromagnetikoen arriskuak ebaluatzea. 2010.

Energia irrati-elektrikoaren eta giza gorputzaren arteko elkarreraginaren ondorio nagusia ehunak berotzea da. Telefono mugikorrek erabilitako maiztasunei dagokienez, energia gehiena azalak eta azaleko beste ehun batzuek xurgatzen dute.

Ez dago frogarik adierazteko ehunak berotzea eragiten dutenak baino maila txikiagoko irrati-maiztasuneko eremuekiko esposizioak osasunean ondorio kaltegarriak dituenik

(funtzio kognitiboa, loaldia, bihotz-erritmoa...). Era berean, ez da kausaltasun-loturarik aurkitu eremu elektromagnetikoekiko esposizioaren eta hipersentiberatasun elektromagnetikoaren artean.

Epe luzeko ondorioei dagokienez, OMEk adierazi du animaliekin egindako azterketen bitartez ondorioztatu dutela irrati-maiztasuneko eremuekiko epe luzeko esposizioak ez duela handitzen minbizia garatzeko arriskua.

Garatu bidean dauden azterketak:

COSMOS (Telefono Mugikorraren erabileraren eta Osasunaren Kohorte Azterketa)

INTERPHONE, mugikorraren erabileraren eta garuneko minbizia garatzeko arriskuaren lotura ikertzen jarraitzeko beharra.

2.3.5. Frantziako Medikuntza Akademia, Zientzia Akademia eta Teknologia Akademia. 2009ko abendua.

Txostenaren izenak berak asko esaten du: «Telefoniako antenen uhinekiko esposizioa murriztea ez dago zientifikoki justifikatuta».

- Ez dago arrazoi zientifikorik telefonia mugikorraren uhin elektromagnetikoen gaur egungo esposizio mugei murrizketa justifikatzen duenik.
- Gaur egungo esposizioa murrizteko metodorik eraginkorrena antena-kopurua eta haien estaldura handitzea da.
- Irrati-maiztasuneko eremu elektromagnetikoekiko esposizioak ez du erradikal askerik sortzen; ez dira genotoxikoak, ez mutagenikoak; ez dira minbizi-eragileak, eta ez dute beste eragin ez-termikorik sortzen.
- Gaur egun, ez dago frogatuta telefonia mugikorraren ohiko erabilerak, sustapen-mekanismo baten bidez, garuneko tumoreen arriskua handitzen duenik.
- Ez dago frogatuta hipersentiberatasun elektromagnetikoa deitutakoa uhin elektromagnetikoek sortua denik.
- Telefonia mugikorraren antenekiko esposizioak ez du osasun-arriskurik sortzen instalazio horietatik gertu bizi diren herritarrengan.

2.4. Telefonia mugikorreko antenak

Zailtasun handiena benetako esposizioa zehaztea da. Aipatu ditugun azterketa horiek kasu gutxi ikertu dituzte; aukeraketa- eta partaidetza-alborapenak egon dira (efektu nozeboak eragindakoak), eta ez dituzte bestelako esposizio-iturriak kontrolatu.

Elliot-ek 2010ean aztertu zuen antenetatik gertu bizi diren emakume haurdunen seme-alabek minbizia garatzeko arriskua handiagorik duten (nerbio-sistema zentralaren tumoreak, leuzemia, ez-Hodgkin linfomak eta era guztietako minbizi konbinatuak); ez zuen loturarik aurkitu.

Japoniako azterketa batek UMTS antenen epe laburreko esposizioa ere aztertu du; probokazioko kasu-kontrol itsua da. Beren erantzun psikologikoen, kognitiboen edo autonomoen ebaluazioa aintzat hartuta, aztertutako emakumeek erantzun berberak

eman zituzten esposizioa benetakoa edo simulatua izan. Ez zuten ezein kausaltasun-harremanen frogarik aurkitu.

Ingurumen Intolerantzia Idiopatikoari buruzko azterketa sistematiko batean (lehen «hipersentiberatasun elektromagnetiko» deitua) ez da froga sendorik aurkitu teoria hori babesten duenik; egindako azterketek, aldiz, efektu nozeborik izan badela berresten dute.

2.5. Eskandinaviako agintarien adierazpena

Gaur egun, bizi-baldintza normalean, ez dago froga zientifikorik irrati-maiztasuneko eremuen intentsitateek osasunari eragindako aurkako ondorioen gainean; horrenbestez, ez dute beharrezkotzat jotzen irrati-maiztasunen eremu hauek murrizteko neurri berriak hartzeko gomendio komunik egitea. Halere, teknologia batzuk oraindik oso epe laburrean erabili direnez, balizko osasun-ondorioen gaineko ikerketa aktiboa jarraitzea beharrezkoa da.

2.6. Azken oharrak

- Gaur egun dagoen ezagutzarekin ez dago kausaltasun-harremanik telefonia mugikorraren irrati-maiztasunen esposizioaren eta osasunaren aurkako ondorioen artean.
- Esposizioa neurtzeko orduan, oraindik ere, arazoak daude azterketa fidagarriak, sendoak eta erkagarriak egin ahal izateko.
- Beren buruak telefonia mugikorraren eta antenen irrati-maiztasuneko eremu magnetikoekiko hipersentiberatza dauzkaten pertsonei buruz egin diren azterketa kontrolatuek ez dute frogatu kausaltasun-harremanik dagoenik pertsona horiek adierazten duten sintomatologiaren eta mota horretako irrati-maiztasuneko esposizioaren artean.
- Globalki interpretatuta, garuneko tumoreez eta telefono mugikorraren erabileraz orain arte argitaratu diren azterketa epidemiologikoen emaitzek ez dute frogatu arriskua areagotu denik 10 urteko erabileraren ondoren.
- Azterlanen batean ikusi da igo egin dela apur bat tumoreak pairatzeko arriskua telefono mugikorra ordu gehiagoz erabiltzen dutenen taldean. Azterlan horietan hauteman diren hutsegiteak eta alborapenak direla eta, ezinezkoa gertatzen da kausaltasun-harremanak ezartzea.
- Telefonia mugikorrarekiko esposizio masiboaren ondoriozko efekturen bat egonez gero, berau garuneko tumoreen intzidentziaren joeretan islatuko litzateke. Aldaketa horiek ez dira ikusi hainbat herrialdetan egindako azterketetan.
- Telefonia mugikorrare peko esposizioaldi laburrek eta garuneko tumoreen sortasunaldi luzeek telefonia mugikorraren eraginei buruz epe luzeko azterketak egiten jarraitzea aholkatzen dute.