Investigación e innovación en enfermedades cardiovasculares. Análisis de situación y recomendaciones a futuro

Coordinadores

Juan José Gómez Doblas / Javier Bermejo Thomas /
Antonio Ignacio Fernández Ortiz

SOCIEDAD
ESPAÑOLA DE
CARDIOLOGÍA

Investigación e innovación en enfermedades cardiovasculares. Análisis de situación y recomendaciones a futuro

Coordinadores

Juan José Gómez Doblas
Javier Bermejo Thomas
Antonio Ignacio Fernández Ortiz

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA

Mapa estratégico para el fomento de la I+D+i en enfermedades cardiovasculares.

©2023 Sociedad Española de Cardiología.

ISBN 978-84-09-93866-7

SEC: 2026-H

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida ni transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo las fotocopias o grabaciones en cualquier sistema de recuperación de almacenaje de información, sin el permiso escrito del titular del copyright.

CONTENIDO

Capítulo 1

¿Por qué investigar en enfermedades cardiovasculares? 8

Capítulo 2

La investigación cardiovascular en España 35

Capítulo 3

¿Qué dificultades y necesidades afronta la I+D+i en España? 156

Capítulo 4

Análisis benchmark de iniciativas relevantes 163

Capítulo 5

Oportunidades en la investigación cardiovascular 193

Capítulo 6

Estrategia para la mejora de la investigación cardiovascular en España 208

Capítulo 7

Indicadores del Observatorio de la I+D+i cardiovascular 218

Anexos

Anexo I: Cuestionario de opinión 223
Anexo II: Comparativa de las subdisciplinas en 237
ECV Anexo III: Índice de tablas e imágenes 239

Colaboradores

Juan José Gómez Doblas

Jefe de Sección y director de la UGC Área del Corazón, Hospital Universitario Virgen de la Victoria, Málaga. Vicepresidente SEC.

Javier Bermejo Thomas

Jefe de Sección y director del Área de Cardiología No Invasiva e Imagen Cardiovascular, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid. Director Científico CIBERCV.

Antonio Ignacio Fernández Ortiz

Jefe de Cardiología Intervencionista, Hospital Universitario Clínico San Carlos, Madrid.

Prólogo

Juan José Gómez Doblas, Javier Bermejo Thomas, Antonio Ignacio Fernández Ortiz

Este trabajo surge de la necesidad de contextualizar la investigación y la innovación que sobre las patologías cardiovasculares se desarrolla en nuestro país. Unas enfermedades que desgraciadamente lideran la lista de mortalidad tanto en España como en Europa y que se caracterizan por su alto impacto tanto en la sociedad como en el Sistema Nacional de Salud.

Nuestro objetivo, con este proyecto, ha sido el de establecer una serie de recomendaciones que orienten el progreso de la actividad de I+D+i en nuestro país a corto, medio y largo plazo, posicionándonos como líder mundial. Un liderazgo que además ha de verse reflejado en la mejora de los indicadores de salud y bienestar de la sociedad española y en la generación de riqueza para el Estado.

Se incluyen un total de 44 recomendaciones agrupadas en ocho ejes que abordan las principales barreras y oportunidades identificadas para la I+D+i cardiovascular en España. Estos ejes incluyen el establecimiento de la Misión Cardiovascular en España y Europa, la potenciación de los recursos humanos en investigación e innovación en ECV, el desarrollo y acceso para la comunidad investigadora a técnicas y tecnologías de vanguardia que permitan fomentar las áreas consideradas como prioritarias, acciones encaminadas a reforzar la investigación e innovación responsable, el impulso de la investigación clínica, el traslado de los resultados a la práctica clínica en beneficio de las y los pacientes y la necesaria monitorización periódica de la actividad en I+D+i en ECV en España.

Este proyecto sólo ha sido posible gracias a la colaboración desinteresada de las y los profesionales que desde centros de investigación y del Sistema Nacional de Salud han aportado sus reflexiones al mismo. A todas y todos ellos, nuestro sincero agradecimiento.

¿Por qué investigar en enfermedades cardiovasculares?

Las enfermedades del sistema circulatorio son la primera causa de muerte en la Unión Europea y en España. Son la primera causa de muerte entre las mujeres españolas y la segunda entre los hombres. En particular, la insuficiencia cardíaca causó el 21% de los fallecimientos, el infarto agudo de miocardio el 15%, las enfermedades hipertensivas son responsables del 14%. La aterosclerosis y otras enfermedades de los vasos sanguíneos causaron el 6% de las muertes. Después de las enfermedades clasificadas como "Otras enfermedades del corazón", las mujeres españolas mueren más de insuficiencia cardíaca y enfermedades hipertensivas, mientras que los hombres de enfermedades isquémicas del corazón, seguidas de infarto agudo de miocardio.

Las enfermedades del sistema circulatorio causaron sólo en 2021 430 mil años potenciales de vida perdidos (APVP) en España, 12,2 APVP por término medio, una cifra similar a la de los tumores (13,37). Las mujeres ven reducida su esperanza de vida en más de 10 años. Algo más de 13 años es la cifra en hombres.

Además, las enfermedades del sistema circulatorio acumulan la mayor tasa de morbilidad hospitalaria por 100.000 habitantes. Destacan las enfermedades cerebrovasculares y la enfermedad hipertensiva. Un impacto sanitario que se visibiliza en el número de altas hospitalarias que generan en nuestro país (más de 580 mil en 2021). La estancia media hospitalaria debida a las enfermedades. del sistema circulatorio alanzó los 8,72 días en conjunto, si bien, las enfermedades cerebrovasculares, aterosclerosis, insuficiencia cardíaca y las enfermedades de la circulación pulmonar superaron este valor medio. En conjunto, las enfermedades del sistema circulatorio generaron un coste medio

APR de más de seis mil euros, ocupando la cuarta posición en 2021. Y este coste muestra una tendencia positiva entre 2019 y 2021.

Los factores de riesgo cardiovascular apuntan a que la prevalencia de estas enfermedades no se verá reducida en los próximos años: una población envejecida, un descenso de la población fumadora ralentizado desde 2011, la alta prevalencia de la obesidad y el sobrepeso en la población, el alto porcentaje de personas sedentarias, estable desde 2014, un descenso del consumo de frutas y/o verduras y el aumento de la hipertensión, entre otros, dificultan la mejora de los indicadores antes mencionados.

EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES (ECV)

Análisis de la mortalidad.

Las enfermedades del sistema circulatorio suponen la primera causa de mortalidad en los Estados Miembro de la Unión Europea, según datos de EUROSTAT[1]. En total, fueron responsables de más de ocho millones ochocientas mil muertes en la Unión Europea entre los años 2016 y 2020. Lo que representa un 35% de todos los fallecimientos en este periodo. Porcentualmente, los estados con mayor mortalidad debida a las enfermedades cardiovasculares son Bulgaria (64,8%), Rumanía (57%), Lituania (55,5%) y Letonia (55,1%). En el extremo opuesto se localizan países como España, con un porcentaje de muertes debidas a las enfermedades cardiovasculares por debajo del 30%. En particular,

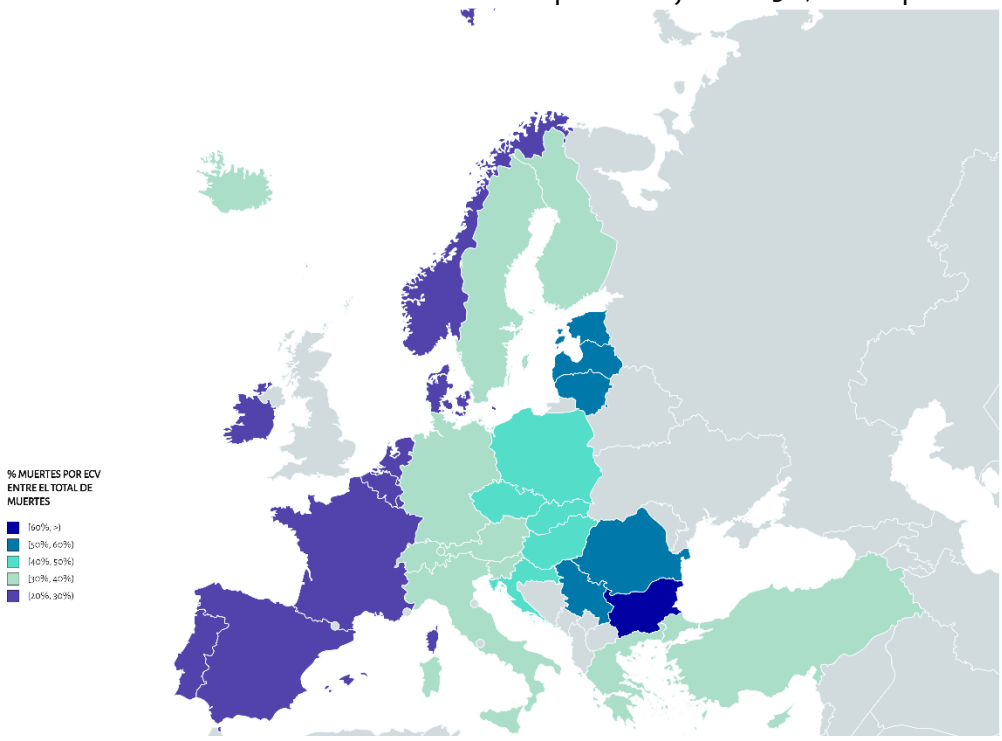


Imagen 1.- Porcentaje de muertes (por país de residencia y acontecimientos) debidas a las enfermedades cardiovasculares en la Unión Europea 27 entre 2016 y 2020. EUROSTAT.

Dinamarca y Francia son los estados con menor porcentaje de defunciones causadas por las ECV (22,8 y 22,4%, respectivamente), seguidas de Holanda (24,5%), Bélgica (25,26%), Noruega (24,5%) y España (27,6%).

En nuestro país, las enfermedades cardiovasculares causaron casi seiscientos mil fallecimientos. De estos, las enfermedades isquémicas del corazón ocasionaron el 25,7% de todas las muertes por ECV, siendo la segunda causa de muerte por ECV, por detrás de otras enfermedades isquémicas del corazón (33,08%). El 22,2% de las muertes causadas fueron causadas por enfermedades cerebrovasculares, y el 19,14% restante corresponde a otras enfermedades del sistema circulatorio.

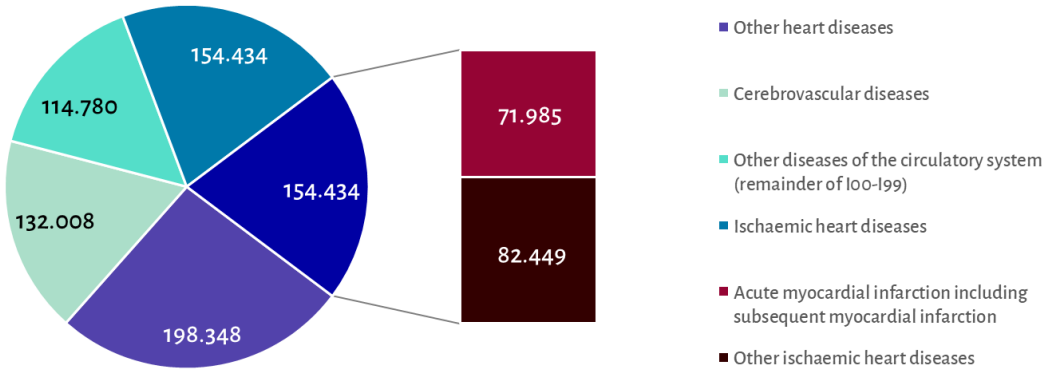


Imagen 2.- Muertes debidas a las enfermedades cardiovasculares en España (país de residencia y acontecimientos) entre 2016 y 2020, según sistema de clasificación estadístico internacional de enfermedades. EUROSTAT.

Tomando como referencia los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística[2] sobre el número de defunciones en España por causa de muerte entre los años 2018 y 2022 (enero-junio), el total de fallecimientos por enfermedades del sistema circulatorio ascendió en el periodo a más de 312 mil, con un promedio anual de 62.444, lo que las posiciona como como la **primera causa de muerte en el Estado**. El 27% de todos los fallecimientos se debieron a enfermedades del sistema circulatorio.

Causas de muerte en España. Total.INE.	Total	Promedio	% sobre el total
053-061 IX.Enfermedades del sistema circulatorio	**312.218**	**62.443,60**	**27%**
009-041 II.Tumores	281.168	56.233,60	24%
062-067 X.Enfermedades del sistema respiratorio	123.922	24.784,40	11%
001-008 I.Enfermedades infecciosas y parasitarias	113.156	22.631,20	10%
050-052 VI-VIII.Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos	66.569	13.313,80	6%
046-049 V.Trastornos mentales y del comportamiento	55.404	11.080,80	5%
068-072 XI.Enfermedades del sistema digestivo	55.307	11.061,40	5%

Causas de muerte en España. Total.INE.	Total	Promedio	% sobre el total
090-102 XX.Causas externas de mortalidad	40.175	8.035,00	3%
077-080 XIV.Enfermedades del sistema genitourinario	39.343	7.868,60	3%
044-045 IV.Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	37.662	7.532,40	3%
086-089 XVIII.Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	25.838	5.167,60	2%
074-076 XIII.Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	13.338	2.667,60	1%
042-043 III.Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan al mecanismo de la inmunidad	5.409	1.081,80	0%
073 XII.Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	4.779	955,80	0%
083-085 XVII.Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	2.076	415,20	0%
082 XVI.Afecciones originadas en el periodo perinatal	1.330	266,00	0%
081 XV.Embarazo, parto y puerperio	21	4,20	0%
Total	**1.177.715**		

Tabla 1. Causas de muerte en España 2018-2020. INE.

Esta primera posición se mantiene cuando analizamos los datos de mortalidad en mujeres. Así, las enfermedades del sistema circulatorio son responsables en promedio de más de 33 mil fallecimientos al año, y supusieron en 2018-2022 un total de 166,5 mil muertes de mujeres en España (el 29% de todos los fallecimientos de mujeres). Este es un dato muy superior al valor de fallecimientos causados por tumores (segunda causa de muerte entre las mujeres en España), que se situaron en el 19%, con un total de casi 113 mil fallecimientos en el periodo analizado, y un valor promedio anual de 22.585 muertes.

Causas de muerte en España. Mujeres.INE.	Total	Promedio	% sobre el total
053-061 IX.Enfermedades del sistema circulatorio	**166.509**	**33.301,80**	**29%**
009-041 II.Tumores	112.923	22.584,60	19%
062-067 X.Enfermedades del sistema respiratorio	55.614	11.122,80	10%
001-008 I.Enfermedades infecciosas y parasitarias	53.189	10.637,80	9%
050-052 VI-VIII.Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos	40.489	8.097,80	7%
046-049 V.Trastornos mentales y del comportamiento	36.656	7.331,20	6%
068-072 XI.Enfermedades del sistema digestivo	26.539	5.307,80	5%

077-080 XIV.Enfermedades del sistema genitourinario	22.232	4.446,40	4%
044-045 IV.Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	20.938	4.187,60	4%
090-102 XX.Causas externas de mortalidad	14.954	2.990,80	3%
086-089 XVIII.Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	14.183	2.836,60	2%
074-076 XIII.Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	8.898	1.779,60	2%
042-043 III.Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan al mecanismo de la inmunidad	3.093	618,60	1%
073 XII.Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	3.052	610,40	1%
083-085 XVII.Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	984	196,80	0%
082 XVI.Afecciones originadas en el periodo perinatal	582	116,40	0%
081 XV.Embarazo, parto y puerperio	21	4,20	0%
Total	**580.856**		

Tabla 2.- Causa de muerte en España. 2018-2022. Mujeres. INE.

En el caso de los hombres, las enfermedades del sistema circulatorio fueron la segunda causa de muerte, siendo responsables del 24% de los fallecimientos, sólo por detrás de los tumores (28%). Así, entre los años 2018 y 2022 estas enfermedades causaron un total de 145,7 mil muertes de hombres en España, con un valor promedio anual de 29.142 fallecimientos.

Causas de muerte en España. Hombres. INE.	Total	Promedio	% sobre el total
009-041 II.Tumores	168.245	33.649,00	28%
053-061 IX.Enfermedades del sistema circulatorio	**145.709**	**29.141,80**	**24%**
062-067 X.Enfermedades del sistema respiratorio	68.308	13.661,60	11%
001-008 I.Enfermedades infecciosas y parasitarias	59.967	11.993,40	10%
068-072 XI.Enfermedades del sistema digestivo	28.768	5.753,60	5%
050-052 VI-VIII.Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos	26.080	5.216,00	4%
090-102 XX.Causas externas de mortalidad	25.221	5.044,20	4%
046-049 V.Trastornos mentales y del comportamiento	18.748	3.749,60	3%
077-080 XIV.Enfermedades del sistema genitourinario	17.111	3.422,20	3%
044-045 IV.Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	16.724	3.344,80	3%

086-089 XVIII.Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	11.655	2.331,00	2%
074-076 XIII.Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	4.440	888,00	1%
042-043 III.Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan al mecanismo de la inmunidad	2.316	463,20	0%
073 XII.Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	1.727	345,40	0%
083-085 XVII.Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	1.092	218,40	0%
082 XVI.Afecciones originadas en el periodo perinatal	748	149,60	0%
081 XV.Embarazo, parto y puerperio	-	-	-
Total	596.859	37.304	

Tabla 3. Causa de muerte en España. 2018-2022. Hombres. INE.

Atendiendo a la **evolución de la mortalidad**, se aprecia que, a pesar de un moderado descenso de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio - un 5% antes de la aparición del COVID-19, y un 7% en el total del periodo 2018-2022-, en todas las anualidades del periodo analizado las ECV siguen siendo la mayor causa de mortalidad en España.

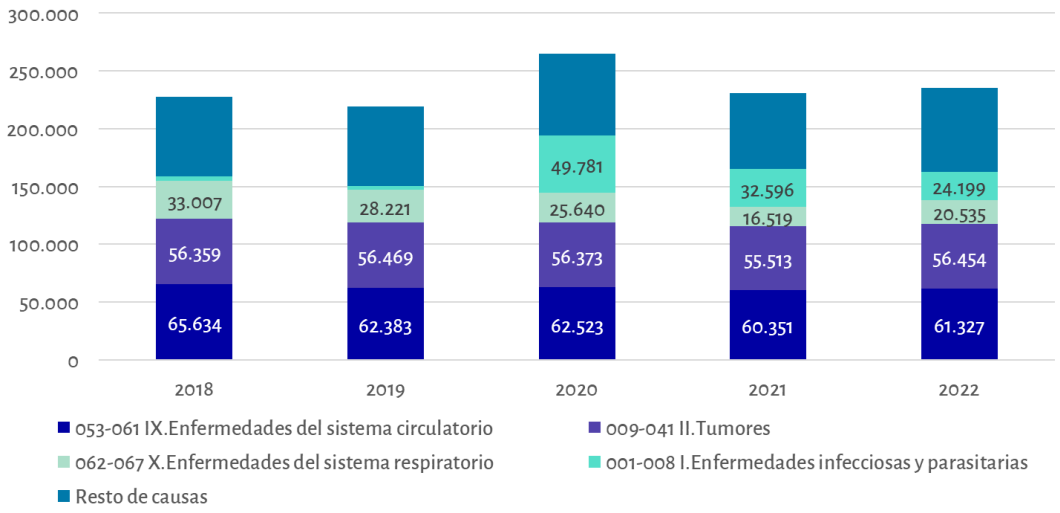


Imagen 3.- Evolución de la mortalidad en 2018-2022. Causas de muerte. INE.

Este descenso responde en mayor medida a la disminución de la mortalidad entre las mujeres, que alcanza el 9% si comparamos los valores alcanzados en 2018 y 2022.

Por tipo de enfermedad, el 21% de los fallecimientos por ECV se deben a la insuficiencia cardíaca y el 26% a otras enfermedades del corazón. El infarto agudo de miocardio y otras enfermedades isquémicas del corazón ocasionan respectivamente el 15% y el 17% de todas las muertes por ECV. Las enfermedades cardíacas reumáticas crónicas son causa del 1% de estas muertes, y el 26% responden a otras enfermedades del corazón. Por otra parte, las enfermedades hipertensivas causan el 14% de los fallecimientos por ECV. En cuanto a la arterioesclerosis (1%) y otras enfermedades de los vasos sanguíneos (5%) son responsables del 6% de las muertes por ECV en España en el periodo.

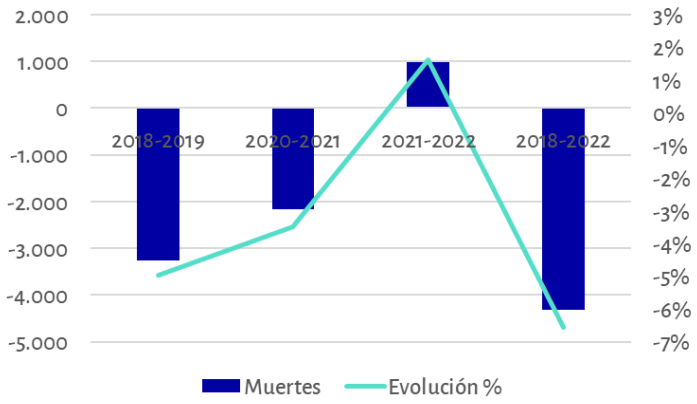


Imagen 4.- Evolución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio. Periodo 2018-2022. INE

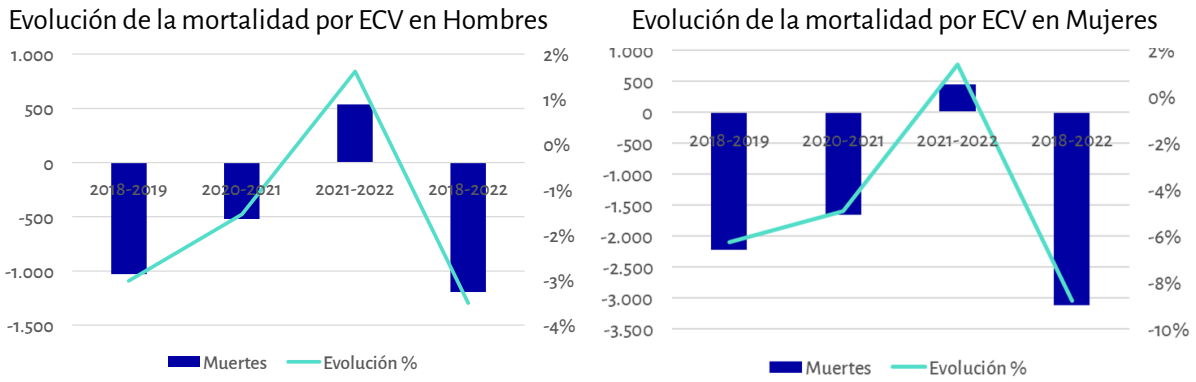


Imagen 5.- Evolución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según sexo. Periodo 2018-2022. INE.

Aunque en ambos sexos la mortalidad mayor la ocupan las enfermedades catalogadas como "Otras enfermedades del corazón", en el caso de las mujeres, es la insuficiencia cardíaca (25%) la que se posiciona como segunda causa de muerte por ECV entre los años 2018 y 2020, a la que siguen las enfermedades hipertensivas (18%) y otras enfermedades isquémicas del corazón (12%). En los hombres la segunda posición la ocupan otras enfermedades isquémicas del corazón (21%), seguidas del infarto agudo de miocardio (19%) y la insuficiencia cardíaca (17%).

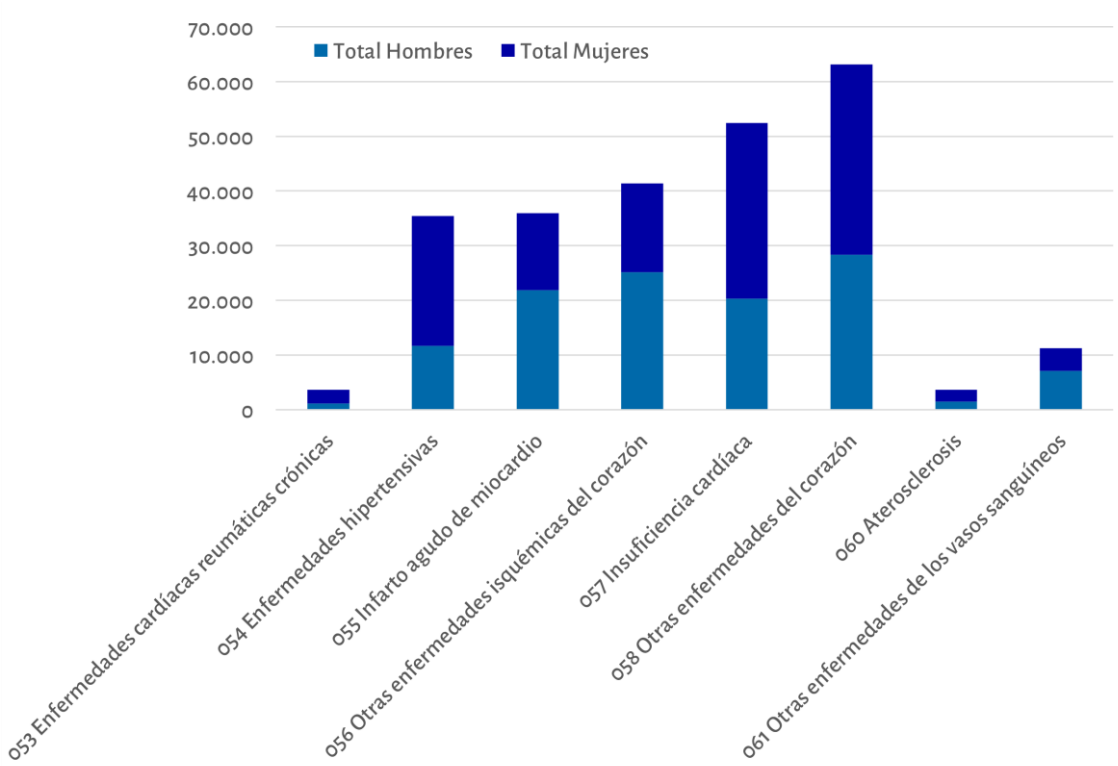


Imagen 6.- Defunciones por causa de muerte. Años 2018-2022. INE.

A continuación, se muestran los datos sobre la evolución temporal de la mortalidad (número de muertes) por estas enfermedades en el periodo 2018-2022.

Año	Sexo	053 Enfermedades cardíacas reumáticas crónicas	054 Enfermedades hipertensivas	055 Infarto agudo de miocardio	056 Otras enfermedades isquémicas del corazón	057 Insuficiencia cardíaca	058 Otras enfermedades del corazón	060 Aterosclerosis	061 Otras enfermedades de los vasos sanguíneos	Total
2018	Hombres	257	2.225	4.639	5.346	3.962	**5.908**	316	1.430	24.083
	Mujeres	640	4.550	3.136	3.769	6.708	**7.450**	466	824	27.543
2019	Hombres	264	2.056	4.441	5.102	4.023	**5.742**	324	1.431	23.383
	Mujeres	549	4.336	2.850	3.349	6.418	**6.999**	442	773	25.716
2020	Hombres	190	2.460	4.387	4.987	3.966	**5.554**	278	1.345	23.167
	Mujeres	496	4.986	2.791	3.229	6.310	**7.044**	408	786	26.050
2021	Hombres	199	2.463	4.174	4.966	3.962	**5.494**	289	1.358	22.905
	Mujeres	457	4.904	2.672	2.943	6.172	**6.625**	389	832	24.994
2022	Hombres	194	2.498	4.252	4.764	4.358	**5.615**	294	1.558	23.533
	Mujeres	415	4.917	2.612	2.901	6.590	**6.699**	427	900	25.461
Total	Hombres	1.104	11.702	**21.893**	**25.165**	**20.271**	**28.313**	1.501	7.122	117.071
	Mujeres	2.557	**23.693**	14.061	**16.191**	**32.198**	**34.817**	2.132	4.115	129.764
Total ambos sexos		3.661	35.395	35.954	41.356	52.469	**63.130**	3.633	11.237	246.835

Tabla 4.- Defunciones por causa de muerte. Años 2018-2022. INE.

Análisis de los Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP)

En conjunto, según datos INE, las enfermedades del sistema circulatorio fueron responsables en 2021 de un total de cerca de 430 mil años potenciales de vida perdidos, un valor sólo superado por las enfermedades tumorales que superan los 926 mil en toda España.

Causa de muerte. INE.	Núm. APVP
Tumores	926.693,50
Enfermedades del sistema circulatorio	**429.696,00**
Causas externas de mortalidad	273.446,00
Enfermedades infecciosas y parasitarias	211.386,00

Causa de muerte. INE.	Núm. APVP
Enfermedades del sistema digestivo	132.959,50
Enfermedades del sistema respiratorio	109.315,50
Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos	90.237,00
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	51.983,50
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	41.075,00
Enfermedades del sistema genitourinario	23.395,00
Trastornos mentales y del comportamiento	22.367,00
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	15.821,00
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	9.260,00
Enfermedades sangre y de órganos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan al mecanismo de la inmunidad	9.023,50
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	3.527,50
Afecciones originadas en el periodo perinatal	1.517,00
Embarazo, parto y puerperio	497,50

Tabla 5.- Años potenciales de vida perdidos por causa de muerte (capítulos CIE10). INE.

Si tenemos en consideración la variable sexo de la o el paciente, el orden no se ve modificado en las dos primeras posiciones, si bien se aprecia que el número potencial de años de vida perdidos es muy superior en hombres que en mujeres.

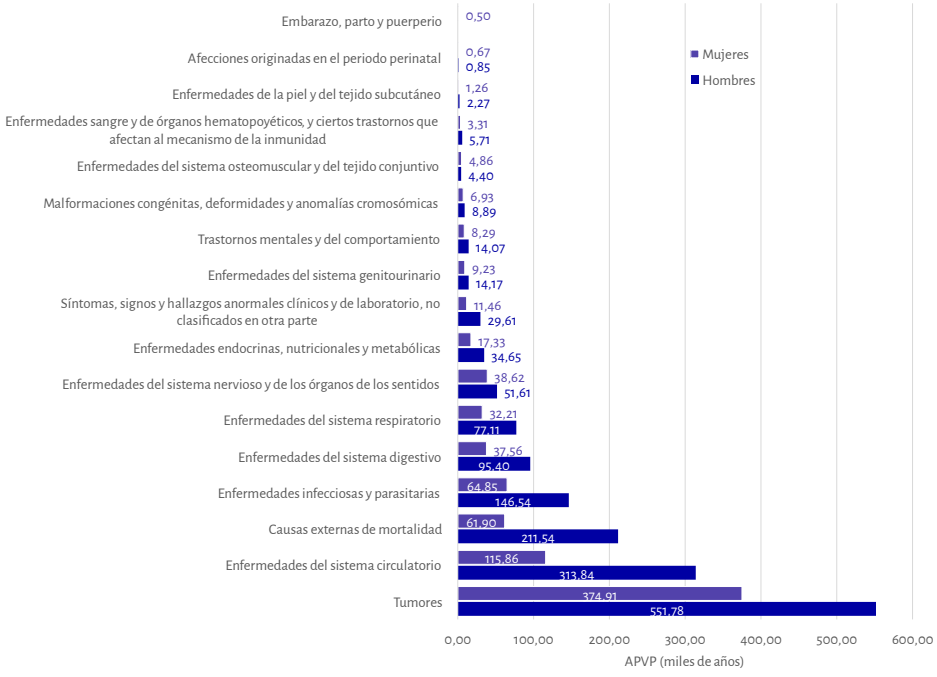


Imagen 7.- Años potenciales de vida perdidos por causa de muerte (CIE10) y sexo. INE.

Si tenemos en cuenta los años potenciales de vida perdidos de media, las enfermedades del sistema circulatorio se posicionan en novena posición, al causar por término medio 12,22 APVP, una cifra muy similar a los 13,37 APVP debidos a los tumores.

Causa de muerte. INE.	Núm. medio APVP
Embarazo, parto y puerperio	45,23
Afecciones originadas en el periodo perinatal	43,34
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	29,14
Causas externas de mortalidad	26,63
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	17,77
Enfermedades sangre y de órganos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan al mecanismo de la inmunidad	14,87
Enfermedades del sistema digestivo	13,94
Tumores	13,37
Enfermedades del sistema circulatorio	**12,22**
Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos	11,76
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	11,71
Enfermedades infecciosas y parasitarias	11,55
Enfermedades del sistema respiratorio	10,88
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	10,33
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	9,16
Trastornos mentales y del comportamiento	8,59
Enfermedades del sistema genitourinario	8,19

Tabla 6.- Años potenciales de vida perdidos (número medio) por causa de muerte (CIE10). INE.

Por término medio a las mujeres españolas pierden potencialmente 10,38 años de vida debido a las enfermedades del sistema cardiovascular, una cifra inferior a la de los hombres, que ven reducida su esperanza de vida en 13,07 años. En el caso de los hombres, este valor supera al de los tumores (12,71) y a las enfermedades neurológicas (12,53), entre otras, ocupando la séptima posición. Sin embargo, los APVP de media por las mujeres debido a las enfermedades del sistema circulatorio ocupan la posición 13ª, sólo por delante de la pérdida causada por las enfermedades. del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo (10), del sistema genitourinario (7,62), de la piel y del tejido subcutáneo (7,47) y por los trastornos mentales y del comportamiento (7,45).

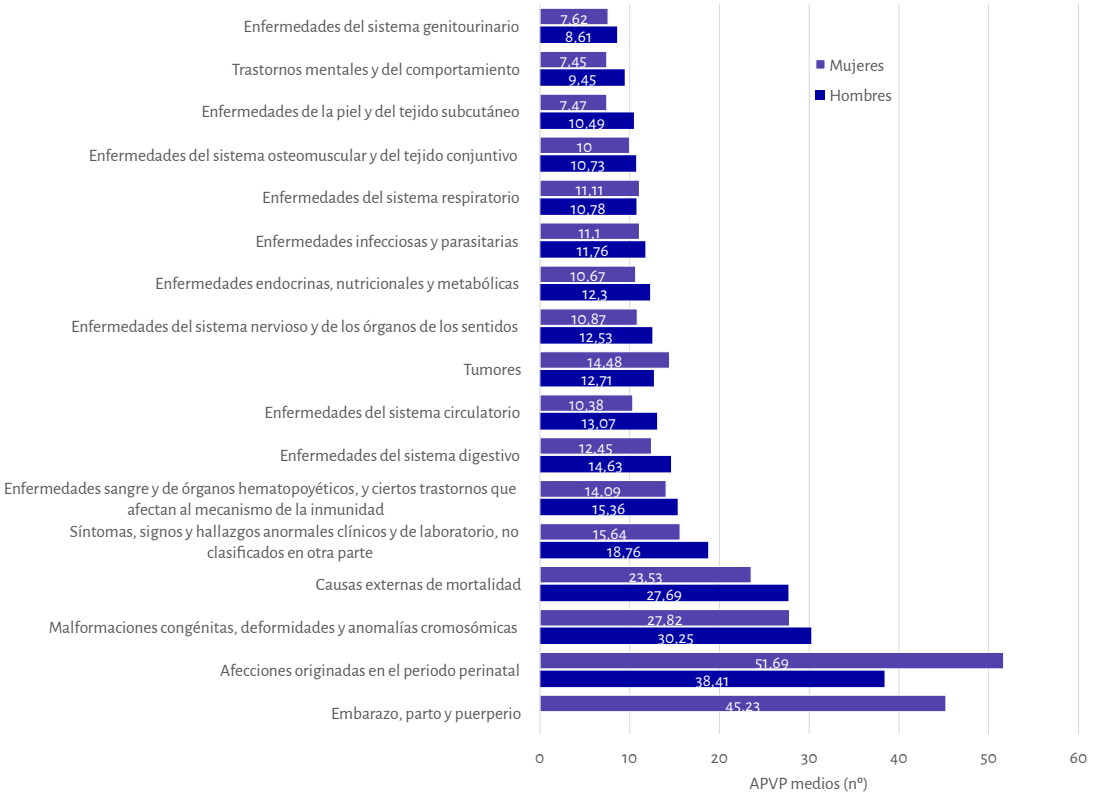


Imagen 8.- Años potenciales de vida perdidos (número medio) por causa de muerte (CIE10) y sexo. INE.

FACTORES DE RIESGO DE LAS ECV

Los factores de riesgo cardiovascular son características biológicas, hábitos o estilos de vida que incrementan la posibilidad de sufrir una ECV. Estos pueden ser modificables o no modificables.

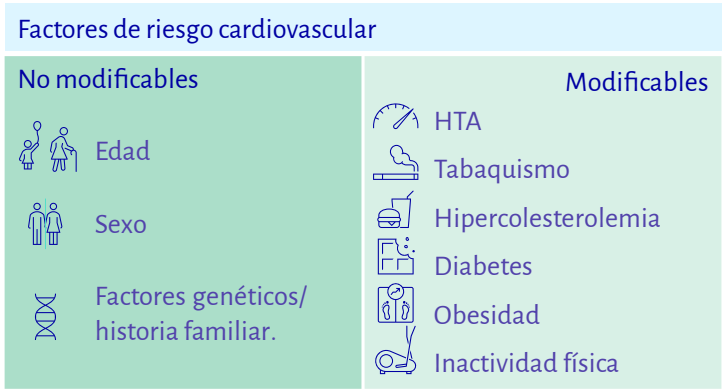


Imagen 9.- Principales factores de riesgo cardiovascular[3].

La población europea envejece[4]. Según datos del INE, la proporción de mayores de 80 años casi se duplicó en los veinte primeros años de este siglo. Esta tendencia es común a todos los Estados a excepción de Suecia, donde se mantiene constante. La proporción de menores de 20 años se suma a esta tendencia para mostrar una Europa cada vez más envejecida. España se sitúa por encima de la media UE en población mayor de 80 años. En 2017 y 2018 alcanzó el 6,2% de la población total, con un descenso en 2019 y 2020 de dos puntos porcentuales. El porcentaje de población entre 65 y 79 años, a pesar de ser menor que el de la media europea, sostiene un fuerte incremento desde 2010, situándose en 2020 en el 13,6%. Mientras, la población entre 20 y 64 años sigue disminuyendo, pasando del 63,9% en 2008 al 60,8% en 2020. La población entre 15 y 19 años se mantiene en torno al 5% y los menores de 15 en descenso casi constante desde 2001, alcanzaron en 2020 el 15% de la población total. Esta tendencia se aprecia también en la edad mediana en años - que ha pasado de los 37,6 en 2001, a los 39,9 en 2010 y los 44,3 en 2020- y en el descenso de la tasa bruta de natalidad, que desde 2011 se mantiene bajo la media europea, reduciéndose a 7,2 en 2020.

En cuanto a la distribución de esta población por sexo, la ciudadanía europea es mayoritariamente mujer[4]. Pero parece que la diferencia entre ambos sexos se va equilibrando lentamente: mientras que en 2001 el porcentaje de mujeres sobre el de hombres era del 5,5%, en 2020 ascendió al 4,7%.

Según el informe anual del SNS 2020 -2021[5], el 19,8% de la población con 15 o más años fuman a diario. Este porcentaje es mayor en hombres (23,3%) que en mujeres (16,4%). La evolución de este factor muestra una disminución desde 1993, si bien se ha ralentizado desde 2011.

Por otra parte, la prevalencia de la obesidad se sitúa en el 16% de la población mayor de edad, con un punto porcentual mayor en el caso de los hombres (16,5% frente al 15,5% en mujeres). Si tomamos en consideración tanto la obesidad como el sobrepeso, el porcentaje de personas con estos factores de riesgo supera el 50% (53,6%). Este factor viene mostrando una tendencia creciente desde 1993, con una ligera disminución entre 2011 y 2014. Además, resulta relevante señalar que el exceso de peso presenta un gradiente social importante, afectando más a las clases menos acomodadas.

El 36,4% de la población con edades a partir de los 15 años se declara sedentaria en su tiempo libre. Este hábito perjudicial, entre otros para la salud cardiovascular, afecta en mayor medida a las mujeres (40,3% frente al 32,3% en hombres) y a las clases sociales menos favorecidas, como veíamos en el caso del sobrepeso. En cuanto a su evolución, cabe decir que muestra estabilidad desde el año 2014. Esta evolución corre paralela en el grupo de edad de 15 a 24 años, si bien las diferencias por sexo son mayores que en la población general.

En nuestro país, el consumo diario de frutas y/o verduras en adultos decreció entre los años 2017 y 2020, pasando del 22,08% de las personas que respondieron a la Encuesta Nacional de Salud de España al 19,78%. Sin embargo, el consumo de estos alimentos se ha incrementado entre la población joven, pasando del 57,53% en 2017 al 60,03% en 2020.

La prevalencia de la diabetes mellitus en población general experimentó un crecimiento entre 2018 y 2019, pasando del 6,85% al 7,19%. No obstante, este valor se ha visto reducido hasta el 5,71% alcanzado en 2021. Esta prevalencia es mayor en hombres que en mujeres.

Por último y en cuanto a la prevalencia registrada de la hipertensión arterial en población general entre 2017 y 2021, los datos que arroja la aplicación que recoge los indicadores clave del Sistema Nacional de Salud[6], sitúan el valor medio anual en 17,5%, con un incrementado mayor en los años 2019 y 2021. En el caso de la HTA cabe destacar que esta evolución positiva se refleja en ambos sexos, con una mayor prevalencia en las mujeres.

IMPACTO DE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES EN EL SNS

Hospitalizaciones y morbilidad hospitalaria

Las enfermedades del sistema circulatorio fueron causa en 2021 de la mayor tasa de morbilidad hospitalaria por 100.000 habitantes en España. Una tasa que alcanzó los 1.231, por delante de las enfermedades del aparato digestivo (1.170) y las neoplasias (927).

Diagnóstico principal. INE.	Tasa Morbilidad Hospitalaria por 100.000 hab.
Enfermedades del sistema circulatorio I00-I99	**1.231**
Enfermedades del aparato digestivo K00-K95	1.170
Neoplasias C00-D49	927
Lesiones y envenenamientos S00-T88	899
Complicaciones del embarazo, parto y puerperio O00-O9A	792
Enfermedades del sistema respiratorio J00-J99	756
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias A00-B99, U07.1	715
Enfermedades del sistema genitourinario N00-N99	702
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo M00-M99	652
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte R00-R99	346
Trastornos mentales F01-F99	240

Diagnóstico principal. INE.	Tasa Morbilidad Hospitalaria por 100.000 hab.
Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios sanitarios Z00-Z99	230
Enfermedades inflamatorias del sistema nervioso G00-G99	228
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas E00-E89	187
Ciertas enfermedades con origen en el período perinatal P00-P96	119
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo L00-L99	96
Enfermedades de la sangre, de los órganos hematopoyéticos y ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad D50-D89	88
Anomalías congénitas Q00-Q99	65
Enfermedades del ojo y sus anexos H00-H59	37
Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides H60-H95	36

Tabla 7.- Tasas de Morbilidad Hospitalaria por 100.000 habitantes según el diagnóstico principal. 2021. INE.

Entre las distintas patologías que incluyen las enfermedades del sistema circulatorio, la mayor tasa de morbilidad hospitalaria por 100.000 hab. corresponde a las enfermedades cerebrovasculares, seguidas de la enfermedad hipertensiva.

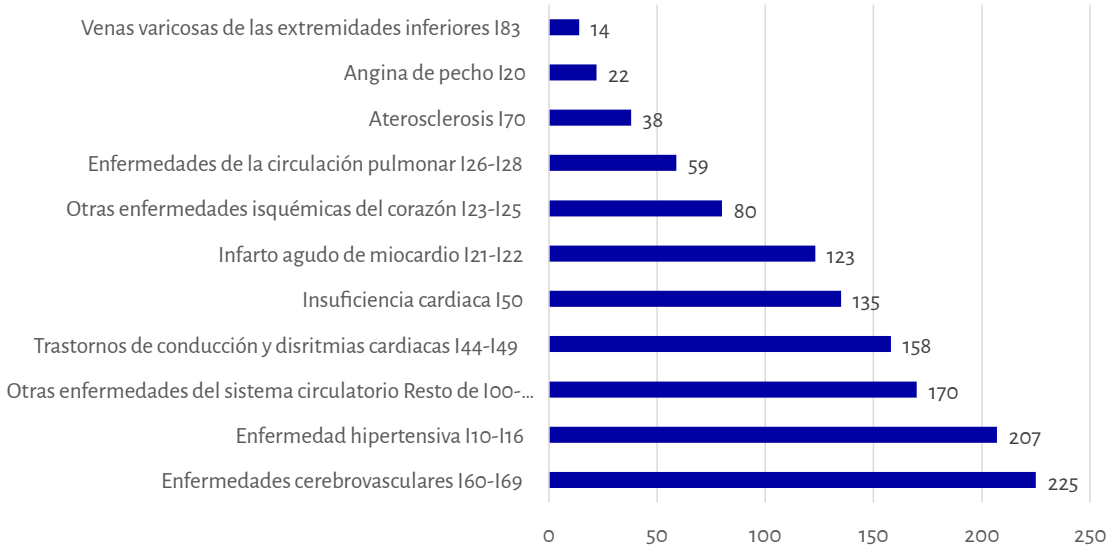


Imagen 10.- Tasas de Morbilidad Hospitalaria por 100.000 habitantes según el diagnóstico principal. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021. INE.

A nivel autonómico, corresponde al Principado de Asturias las mayores tasas de morbilidad hospitalaria, prácticamente en todos los diagnósticos relacionados con las enfermedades del sistema circulatorio, a excepción del caso de la enfermedad hipertensiva, los trastornos de conducción y disritmias cardiacas y aquellos diagnósticos incluidos en la categoría "otras enfermedades del sistema circulatorio". Son, respectivamente, Castilla y León, País Vasco y Cantabria las Comunidades Autónomas que

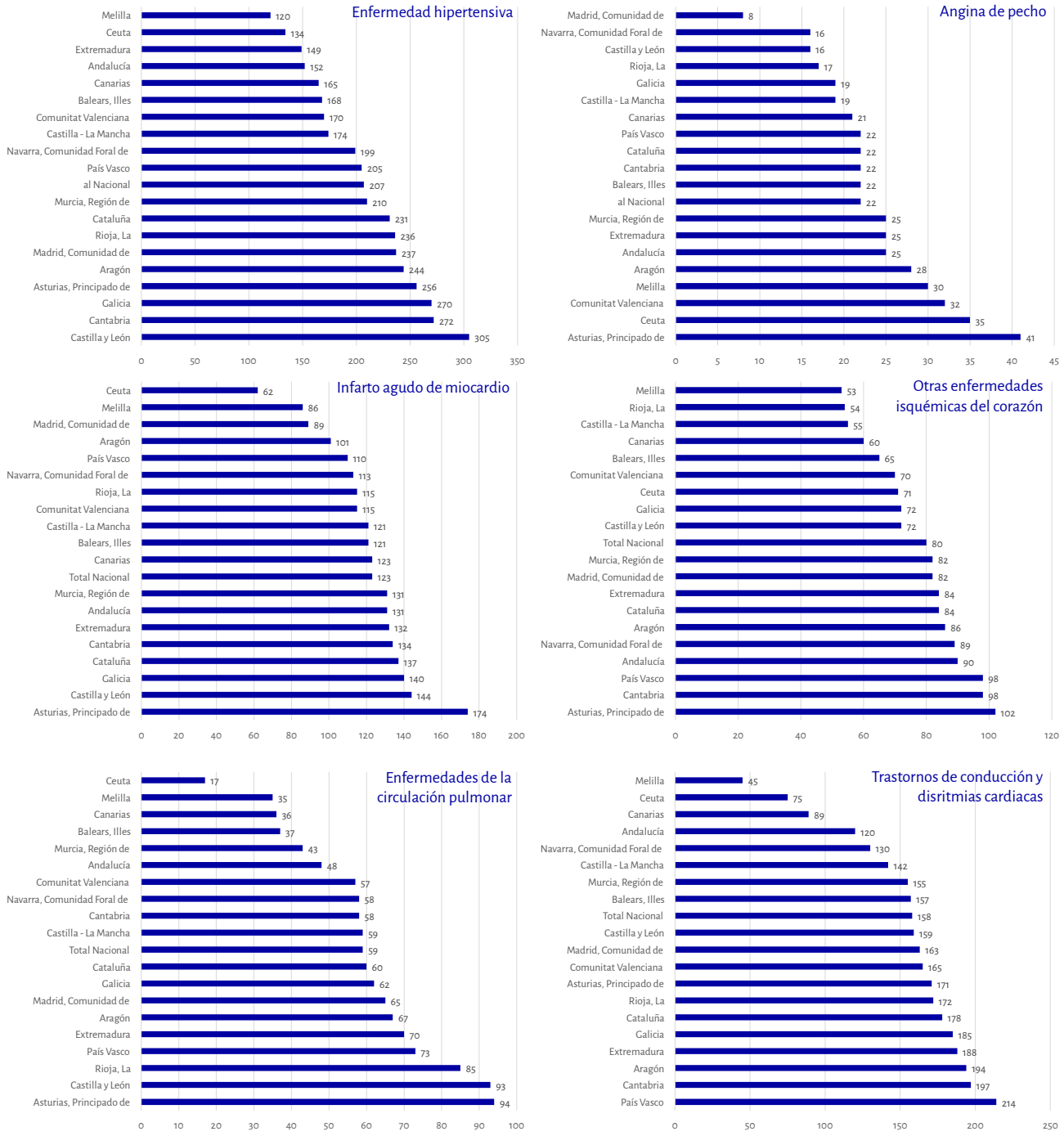


Imagen 11.- Tasas de Morbilidad Hospitalaria por 100.000 habitantes según el diagnóstico principal y Comunidad Autónoma de hospitalización. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021 (1). INE.

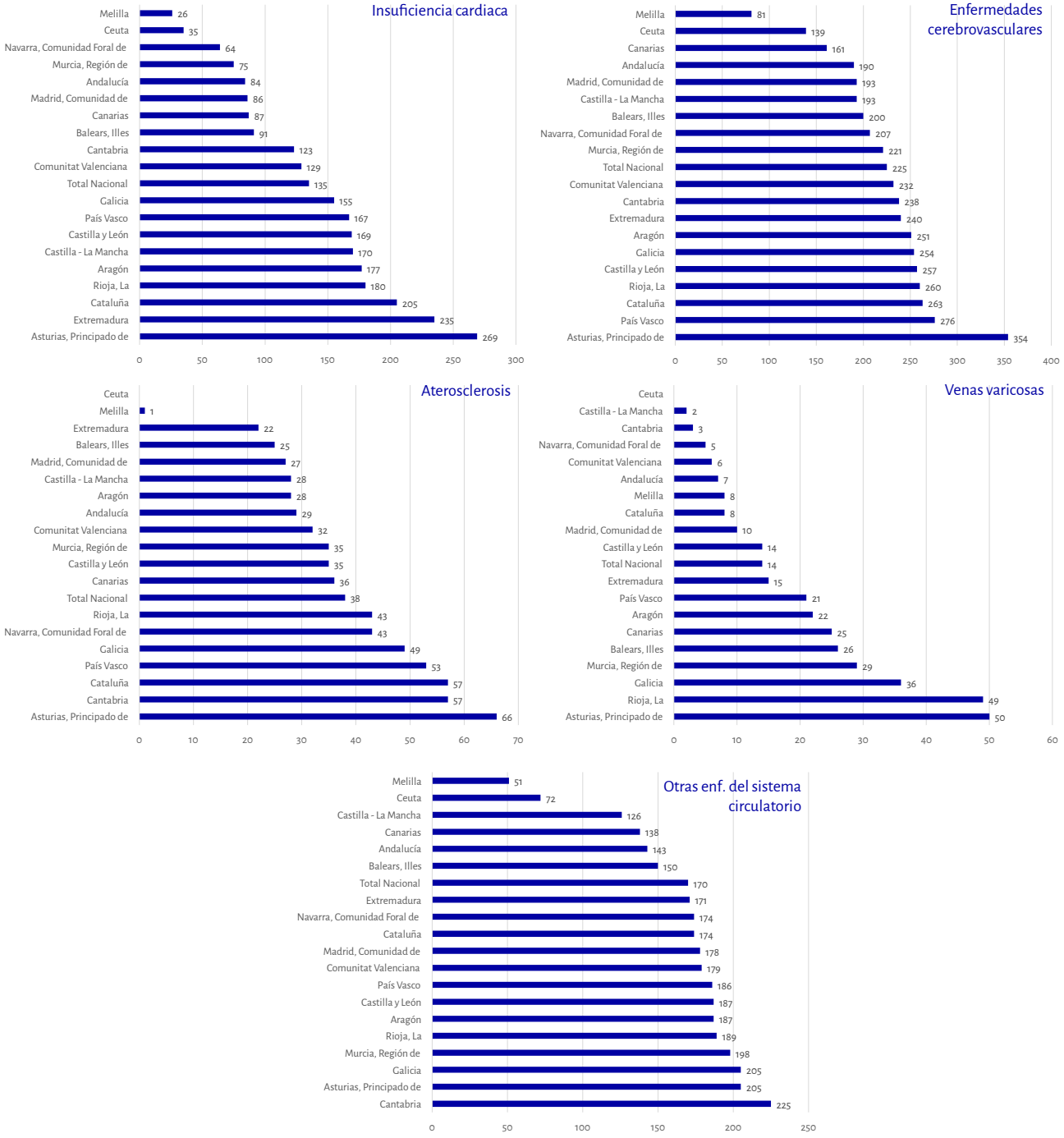


Imagen 12.- Tasas de Morbilidad Hospitalaria por 100.000 habitantes según el diagnóstico principal y Comunidad Autónoma de hospitalización. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021 (2). INE.

ocupan la primera posición en cuanto a las tasas de morbilidad hospitalaria en estas patologías.

Asimismo, las enfermedades del sistema circulatorio fueron responsables de un total de 583 mil altas hospitalarias en España en 2021. Fueron el diagnóstico principal que más altas causó entre hombres (algo más de 328 mil) y el segundo en el caso de las mujeres (254 mil) sólo por detrás de las complicaciones en el embarazo, parto y puerperio.

Diagnóstico principal. INE	Hombres	Mujeres	Total
Enfermedades del sistema circulatorio	**328.316**	**254.130**	**582.446**
Enfermedades del aparato digestivo	304.920	248.904	553.824
Neoplasias	229.158	209.465	438.623
Lesiones y envenenamientos	214.420	211.089	425.508
Complicaciones del embarazo, parto y puerperio		374.708	374.708
Enfermedades del sistema respiratorio	205.064	152.903	357.967
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias	192.289	146.318	338.607
Enfermedades del sistema genitourinario	163.488	168.868	332.356
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	146.517	162.009	308.526
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	87.344	76.628	163.972
Trastornos mentales	57.315	56.500	113.815
Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios sanitarios	44.874	64.055	108.929
Enfermedades inflamatorias del sistema nervioso	55.088	52.775	107.862
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	38.419	50.316	88.735
Ciertas enfermedades con origen en el período perinatal	31.192	25.285	56.477
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	23.179	22.232	45.411
Enfermedades de la sangre, de los órganos hematopoyéticos y ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad	20.359	21.325	41.684
Anomalías congénitas	16.908	13.703	30.610
Enfermedades del ojo y sus anexos	8.811	8.818	17.629
Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides	8.164	8.679	16.843

Tabla 8.- Altas hospitalarias según diagnóstico principal y sexo. 2021. INE.

Si analizamos los datos en función de las patologías concretas que causaron el alta, las enfermedades cerebrovasculares ocupan la primera posición con un total aproximado de 107 mil altas en 2021. Le siguen la enfermedad hipertensiva, que causó algo menos de 98 mil altas, y el conjunto de enfermedades del sistema circulatorio agrupados en las categorías I00 a I99.

Diagnóstico principal. Altas INE	**Total**
Enfermedades cerebrovasculares	106.517
Enfermedad hipertensiva	97.845
Otras enfermedades del sistema circulatorio Resto de 100-190	80.533
Trastornos de conducción y disritmias cardiacas	74.669
Insuficiencia cardiaca	64.044
Infarto agudo de miocardio	58.298
Otras enfermedades isquémicas del corazón	37.920
Enfermedades de la circulación pulmonar	28.115
Aterosclerosis	17.809

Diagnóstico principal. Altas INE	Total
Angina de pecho	10.263
Venas varicosas de las extremidades inferiores	6.433

Tabla 9.- Altas hospitalarias según diagnóstico principal. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021. INE.

Se aprecian ciertas diferencias en función del sexo. Así, en los hombres las enfermedades cerebrovasculares mantienen la primera posición en cuanto a número de altas causadas, mientras que en las muyeres es la enfermedad hipertensiva la que lidera esta clasificación.

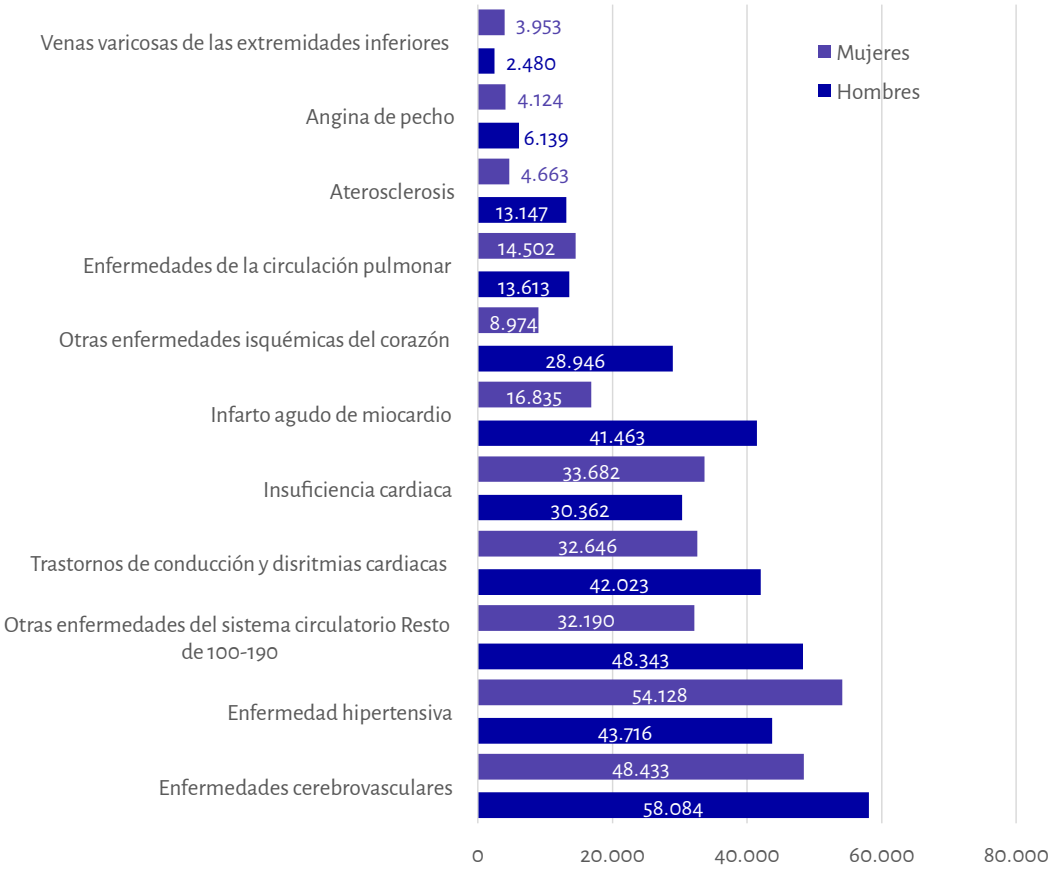


Imagen 13.- Altas hospitalarias según sexo y diagnóstico principal. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021. INE.

En cuanto a la estancia media causada en 2021 por las distintas patologías, las enfermedades del sistema circulatorio ocupan la sexta posición, con un valor de 8,72, por detrás, entre otros, de los trastornos mentales que muestran la mayor estancia media (45,06).

Diagnóstico principal. INE	Hombres	Mujeres	Total
Trastornos mentales	53,12	61,07	45,06
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	12,39	12,03	12,80

Diagnóstico principal. INE	Hombres	Mujeres	Total
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias a00-b99	11,57	12,21	10,72
Enfermedades inflamatorias del sistema nervioso	9,96	9,59	10,36
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	8,73	8,57	8,90
Enfermedades del sistema circulatorio	**8,54**	**8,41**	**8,72**
Ciertas enfermedades con origen en el período perinatal	8,30	8,34	8,25
Lesiones y envenenamientos	7,68	7,35	8,01
Enfermedades de la sangre, de los órganos hematopoyticos y ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad	7,64	7,91	7,38
Enfermedades del sistema respiratorio	7,21	7,35	7,02
Neoplasias	7,64	8,36	6,85
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	7,00	8,58	5,79
Enfermedades del aparato digestivo	5,65	5,63	5,69
Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios sanitarios	6,80	8,54	5,58
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	4,74	4,51	4,96
Enfermedades del sistema genitourinario	5,04	5,14	4,94
Anomalías congnitas	4,85	4,81	4,88
Enfermedades del ojo y sus anexos	3,36	3,41	3,31
Complicaciones del embarazo, parto y puerperio	2,95		2,95
Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides	2,85	2,93	2,77

Tabla 10.- Estancia media según el sexo y el diagnóstico principal. 2021. INE.

Las enfermedades cerebrovasculares y la aterosclerosis son las patologías con mayor estancia media. El tercer lugar lo ocupa la insuficiencia cardíaca, seguida de las enfermedades de la circulación pulmonar y la enfermedad hipertensiva.

Diagnóstico principal. Altas INE	**Total**
Enfermedades cerebrovasculares	12,88
Aterosclerosis	11,41
Insuficiencia cardiaca	9,61
Enfermedades de la circulación pulmonar	8,78
Enfermedad hipertensiva	8,61
Otras enfermedades del sistema circulatorio Resto de I00-I99	8,58
Infarto agudo de miocardio	6,68
Otras enfermedades isquémicas del corazón	5,24
Angina de pecho	5,02
Trastornos de conducción y disritmias cardiacas	4,62
Venas varicosas de las extremidades inferiores	3,50

Tabla 11.- Estancia media según diagnóstico principal. 2021. Enfermedades del sistema circulatorio. INE.

Este orden no se ve modificado si atendemos al sexo de las y los pacientes.

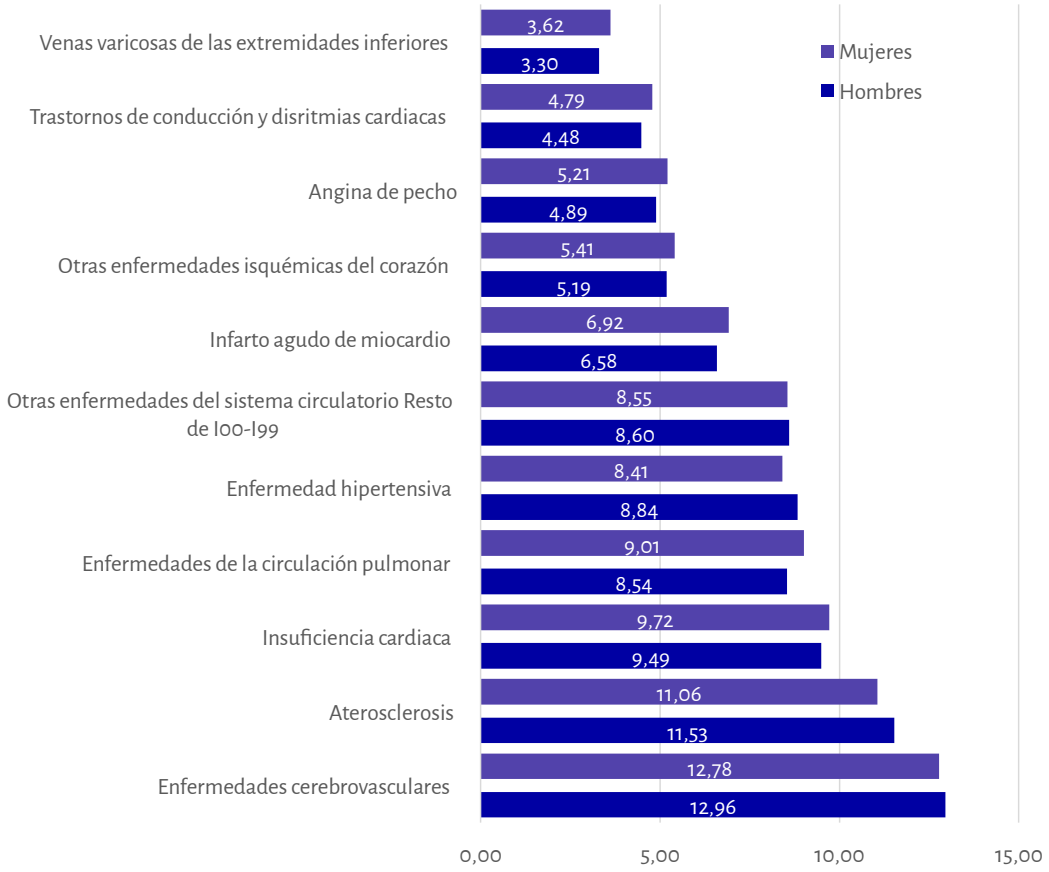


Imagen 14.- Estancia media según el sexo y el diagnóstico principal. 2021. Enfermedades del sistema circulatorio. INE

Costes de las enfermedades cardiovasculares

Conforme a los datos publicados por el Ministerio de Sanidad a través del portal estadístico del SNS[7], se estima que las enfermedades del sistema circulatorio generaron en 2021 un coste medio APR de 6.201,71, lo que la sitúa en la cuarta posición por detrás de tres capítulos CIE10: los códigos para propósitos especiales (7.906,86), ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal (6.504,73) y las lesiones traumáticas, envenenamientos y otras consecuencias de causas externas (6.356,69).

Capítulo CIE10	Coste Medio APR 2021
Códigos para propósitos especiales (U00-U85)	7.906,86
Ciertas afecciones originadas en el período perinatal (P00-P96)	6.504,73
Lesiones traumáticas, envenenamientos y otras consecuencias de causas externas (S00-T88)	6.356,69
Enfermedades del aparato circulatorio (I00-I99)	**6.201,71**
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias (A00-B99)	6.002,45
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas (Q00-Q99)	5.035,70
Neoplasias (C00-D49)	4.472,78
Enfermedades del aparato musculoesquelético y del tejido conectivo (M00-M99)	4.454,68
Enfermedades del aparato respiratorio (J00-J99)	3.788,81
Embarazo, parto y puerperio (O00-O9A)	3.598,86
Trastornos mentales y de comportamiento (F01-F99)	3.573,12
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas (E00-E89)	3.562,95
Enfermedades del aparato digestivo (K00-K95)	3.380,55
Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides (H60-H95)	2.956,03
Síntomas, signos y resultados anormales de pruebas complementarias, no clasificados bajo otro concepto (R00-R99)	2.692,93
Enfermedades del aparato genitourinario (N00-N99)	2.692,19
Enfermedades del sistema nervioso (G00-G99)	2.487,85
Enfermedades de la sangre y órganos hematopoyéticos y ciertos trastornos que afectan al mecanismo inmunológico (D50-D89)	2.332,65
Sin determinar	2.297,95
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo (L00-L99)	1.875,14
Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios sanitarios (Z00-Z99)	1.577,33
Enfermedades del ojo y sus anexos (H00-H59)	1.247,28
Causas externas de morbilidad (V00-Y99)	
Total	**3.611,10**

Tabla 12.- Coste medio APR 2021 según capítulos CIE10. Ministerio de Sanidad. Subdirección General de Información Sanitaria. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD.

Si tratamos de ajustar esta cuantía tomando en consideración las categorías CIE 10 96 a 121, este importe alcanza los 5.751,10, cuyo desglose por servicios se muestra a continuación.

Servicio	Coste medio APR	Servicio	Coste medio APR
ACV-Angiología y Cirugía Vascular	5.526,51	NEO-Neonatología	5.257,27
ADM-Admisión y documentación clínica	1.431,30	NFC-Neurofisiología Clínica	5.665,66
ALG-Alergología	3.180,93	NML-Neumología	5.320,73
ANR-Anestesia y Reanimación	18.963,25	NRC-Neurocirugía	14.404,86
BCS-Banco de Sangre		NRL-Neurología	6.007,58
CAR-Cardiología	6.172,10	OBG-Obstetricia y Ginecología	4.912,76
CCA-Cirugía Cardiaca	20.537,54	OFT-Oftalmología	2.444,07
CCI-Cirugía Cardiaca Infantil	20.387,90	ONC-Oncología Médica	5.506,50
CIR-Cirugía General y Digestiva	2.670,06	ONR-Oncología Radioterápica	5.158,03
CMF-Cirugía Maxilofacial	2.435,42	ORL-Otorrinolaringología	3.903,59
CPE-Cirugía Pediátrica	5.238,21	OTR-Otros	3.606,93
CPL-Cirugía Plástica y Reparadora	3.630,12	PED-Pediatría	4.867,15
CTO-Cirugía Torácica	12.745,83	PSQ-Psiquiatría	4.435,50
DCL-Documentación Clínica		RAD-Radiología	4.771,54
DER-Dermatología	1.249,66	RAI-Radiología Intervencionista	4.725,31
DIE-Dietética		RDT-Radioterapia	5.096,69
DIG-Digestivo	2.007,80	REH-Rehabilitación	4.504,46
END-Endocrinología	2.660,80	REU-Reumatología	3.025,86
EST-Estomatología		TRA-Traumatología y C. Ortopédica	6.278,26
FAR-Farmacia		UCE-Unidad de Corta Estancia	3.453,86
GRT-Geriatría	4.658,15	UCP-Unidad de Cuidados Paliativos	5.738,51
HEM-Hematología Clínica	4.078,06	UCR-Unidad de Coronaria	11.214,49
INF-Enfermedades infecciosas	8.332,06	UDO-Unidad del Dolor	2.649,44
INM-Inmunología	1.130,01	UHD-Unidad de Hemodiálisis	
MFC-Medicina Familiar y Comunitaria	4.159,03	ULE-Unidad de Larga Estancia	5.680,86
MIC-Microbiología y Parasitología	12.675,24	ULM-Unidad de Lesionados Medulares	60.140,70
MIN-Medicina Intensiva Neonatal	5.296,22	URG-Urgencias	3.806,71
MIP-Medicina Intensiva Pediátrica	12.119,04	URO-Urología	4.009,56
MIR-Medicina Interna	4.558,43	USO-Unidad del Sueño	1.130,01
MIV-Medicina Intensiva	11.321,21	UTR-Unidades de Extracción y Trasplantes	22.315,70
MNU-Medicina Nuclear	1.268,73	UTX-Unidad de Desintoxicación	2.617,07

Servicio	Coste medio APR	Servicio	Coste medio APR
NEF-Nefrología	2.377,47	ZZZ-Otros/desconocido	3.398,58
TOTAL			**5.751,10**

Tabla 13.- Desglose por servicios del coste medio APR 2021 según categorías CIE10 96 a 121. Ministerio de Sanidad. Subdirección General de Información Sanitaria. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD.

Tomando en consideración únicamente los costes medios APR causados en los servicios de angiología y cirugía vascular, cardiología, cirugía cardíaca y cirugía cardíaca infantil, se aprecia que el coste medio disminuyó entre los años 2016 a 2019 sufriendo un importante crecimiento en 2020. Si bien en 2021 se aprecia cierta reducción esta no permite aproximarse a los valores de 2016.

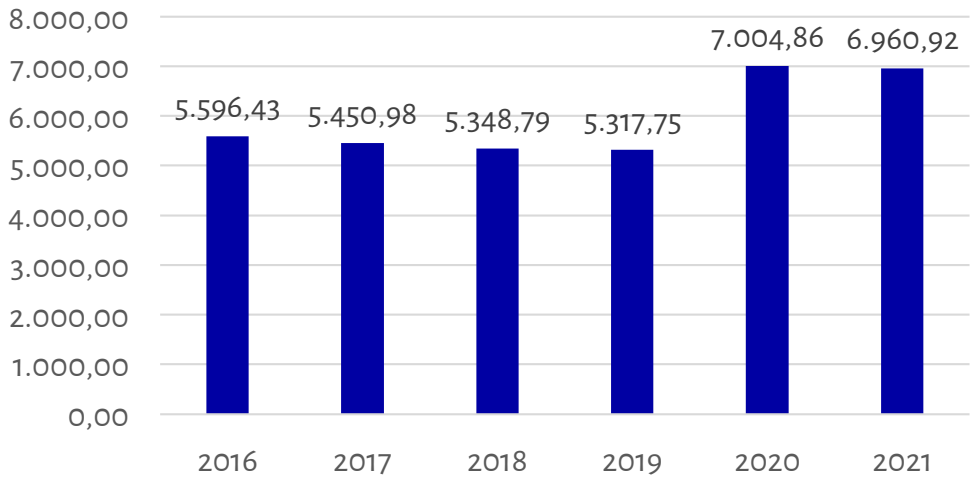


Imagen 15.- Evolución de los costes medios APR de las ECV en los servicios de angiología y cirugía vascular, cardiología, cirugía cardíaca y cirugía cardíaca infantil. Ministerio de Sanidad. Subdirección General de Información Sanitaria. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD.

Centros CSUR relacionados con las enfermedades cardiovasculares

Los CSUR son centros, servicios y unidades de referencia del Sistema Nacional de Salud, que ofrecen cobertura a todo el territorio nacional a través de un equipo multidisciplinar en un procedimiento o patología determinada. Se designan por orden del Ministerio de Sanidad, siempre con el visto bueno previo de la Comunidad Autónoma donde se ubican. Actualmente existen 296 CSUR en 52 centros, relacionados con 70 patologías o procedimientos.

En el campo de las enfermedades cardiovasculares son 18 los centros hospitalarios designados como CSUR para un total de diez patologías o procedimientos en personas adultas o niñas. Por Comunidades Autónomas, Madrid acumula un total de 18 CSUR, seguido por Cataluña (11) y Comunidad Valenciana (6). Andalucía cuenta con tres, Galicia y Cantabria reúnen dos cada una y cierran esta lista las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Murcia y Asturias, con un CSUR designado.

Destaca entre estos centros el Hospital General U. Gregorio Marañón, con un total de seis designaciones. Le siguen el Hospital U. Vall D'Hebron, con cinco, el Hospital U. y Politécnico La Fe y el Hospital Clínic de Barcelona, ambos designados para cuatro CSUR.

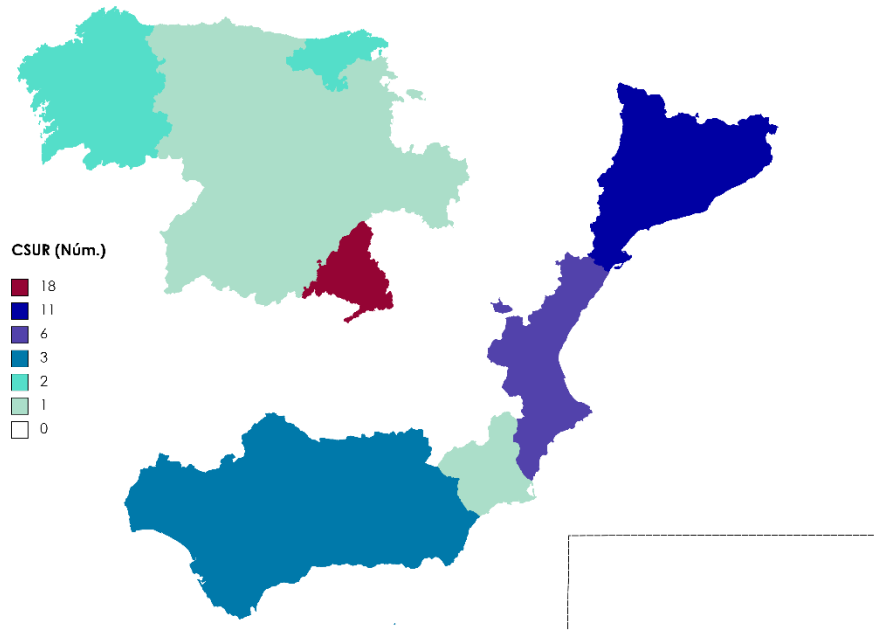


Imagen 16.- Número de CSUR en enfermedades cardiovasculares por Comunidades Autónomas.

Centros, unidades y servicios	19R1. Trasplante cardio-pulmonar de adultos	20R1. Trasplante cardiaco pediátrico	32R1. Cardiopatías complejas en pacientes pediátricos	33R1. Cardiopatías congénitas en adultos	34R1. Cirugía reparadora compleja de válvula mitral en adultos	35R2. Arritmias en edad pediátrica	37R1. Cardiopatías familiares	48. Atención a la patología vascular raquimedular	59. Hipertensión pulmonar compleja	60. Tumores renales con afectación vascular	Núm. CSUR
Hospital General U. Gregorio Marañón		N	N	A	A		N & A			A	6
Hospital U. Vall D'Hebron		N	N	A			N & A		N		5
Hospital U. y Politécnico La Fe	A			A				N & A		A	4
Hospital Clínic de Barcelona				A	A		A		A		4
Hospital U. La Paz		N	N						N		3
Hostpial U. 12 de Octubre			N	A					N & A		3
Hospital U. Puerta de Hierro Majadahonda	A						N & A				2
Hospital de Sant Joan de Déu			N			N					2
H. U. Virgen del Rocío				A						A	2
Consorcio Hospital General U. de Valencia					A		N & A				2
Complexo Hospitalario U. A Coruña					A		N & A				2
Hospital U. Clínico San Carlos					A			N & A			2

Centros, unidades y servicios	19R1. Trasplante cardio-pulmonar de adultos	20R1. Trasplante cardiaco pediátrico	32R1. Cardiopatías complejas en pacientes pediátricos	33R1. Cardiopatías congénitas en adultos	34R1. Cirugía reparadora compleja de válvula mitral en adultos	35R2. Arritmias en edad pediátrica	37R1. Cardiopatías familiares	48. Atención a la patología vascular raquimedular	59. Hipertensión pulmonar compleja	60. Tumores renales con afectación vascular	Núm. CSUR
Hospital U. Marqués de Valdecilla								N & A		A	2
Hospital U. Ramón y Cajal								N & A		A	2
Hospital U. Virgen Macarena				A							1
Hospital U. Central de Asturias							N & A				1
Hospital Clínico U. Virgen de La Arrixaca							N & A				1
Hospital Clínico U. de Salamanca (Complejo Asistencial U. Salamanca)							N & A				1

Tabla 14.- CSUR en enfermedades cardiovasculares 2023. N: niñas/os. A: personas adultas.

La investigación cardiovascular en España

TENDENCIAS Y POLÍTICAS CON EFECTO EN LA I+D+i CARDIOVASCULAR EN ESPAÑA

En el marco europeo, el apoyo a la I+D+i se centra tanto en mejorar el diagnóstico y detección precoz y soluciones personalizadas, como en abordar los factores de riesgo, desarrollar enfoques preventivos y de atención integrada. La financiación de la actividad investigadora en ECV en Europa, al contrario de lo que ocurre con el cáncer, adolece de una estrategia conjunta y específica, que facilite la captación de recursos específicos para estas patologías marcando objetivos claros y concretos a medio y largo plazo. No obstante, se encuentran oportunidades de financiación a través tanto de Horizonte Europa como del Plan de Salud EU4Health.En particular, el partenariado europeo en materia de salud, Era4Health, en el que participan cinco entidades españolas y que coordina el Instituto de Salud Carlos III, ha lanzado dos convocatorias conjuntas centradas en el desarrollo de terapias innovadoras y en incrementar la salud a través de dietas saludables y actividad física.

Cabe destacar además como iniciativas de interés las redes europeas de referencia (RER) en enfermedades raras y de baja prevalencia. Entre ellas destacan tres iniciativas centradas en las cardiopatías, enfermedades vasculares multisistémicas y trasplantes infantiles. Entre sus acciones destacadas se incluyen el mantenimiento de distintos registros. España participa en todas ellas: el Hospital Puerta de Hierro coordina uno de los registros de la RER de cardiopatías, el Hospital La Paz coordina el Comité Ejecutivo de TransplantChild y Sant Joan de Déu y el Hospital Universitario Vall d'Hebron participan en ERN VASCERN.

Entre las tendencias que se aprecian en la política de I+D+i europea, que se han traspuesto a nuestro país, destaca la adopción de políticas de investigación e innovación responsables.

A nivel estatal, España ha sido el primer país en disponer de una Estrategia en Salud Cardiovascular del Sistema Nacional de Salud, que prioriza cuatro patologías específicas de manera trasversal: la cardiopatía isquémica, la insuficiencia cardíaca, las arritmias y las valvulopatías. La estrategia en materia de I+D+i quiere impulsar la inteligencia artificial y las estrategias de predicción, los estudios epidemiológicos, evidenciando además los sesgos de desigualdad y valorando el desempeño. Esta estrategia incide además en la formación en I+D+i del personal clínico a lo largo de todas sus etapas y en la inclusión de la visión de las y los pacientes, optando por la colaboración regional tanto a la hora de establecer y financiar prioridades, como reforzando la colaboración de equipos de investigación pertenecientes a distintas regiones. Como acciones específicas se pretende generar un mapa de necesidades actualizado que permita orientar las estrategias de I+D+i e influir a nivel europeo.

Con el Pacto por la Ciencia y la Innovación, España se compromete, entre otros, a contar con una financiación pública en I+D+i cercana al 1.25% del PIB en 2030. Las prioridades estratégicas a nivel estatal en I+D+i se describen en la Estrategia de la Ciencia y la Tecnología e Innovación, que se aterrizan en los Planes Estatales de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (PEICTI). La salud es un ámbito estratégico en nuestro país como lo demuestra la existencia de una acción estratégica en salud, gestionada por el Instituto de Salud Carlos III.

Entre los cambios normativos que intentan derribar algunas de las barreras detectadas a la I+D+i destacan la nueva Ley de la Ciencia la Tecnología y la Innovación (especialmente, la situación de falta de estabilización del personal investigador) y el Reglamento general de protección de datos europeo y la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos y Garantía de los Derechos Digitales, que regulan entre otros el tratamiento de datos de salud con fines de investigación.

En materia de recursos humanos y a la vista de uno de los mayores desafíos a los que nos enfrentamos como país, la inminente necesidad de recambio generacional en la asistencia y la I+D+i en salud, vemos como el número de residentes en cardiología ha crecido en los últimos años en valor absoluto, pero el incremento porcentual respecto a otras especialidades como la oncología médica o la neurología ha sido menor. En 2023 las especialidades ligadas a las enfermedades cardiovasculares captaron a 15 futuros residentes entre los 100 primeros de la promoción, no obstante, a todos ellos se les adjudicó plaza en cardiología, lo que muestra la menor capacidad de atracción de las especialidades de cirugía cardiovascular y angiología y cirugía vascular.

En el ámbito autonómico se han implementado algunas estrategias a nivel regional para impulsar la lucha contra las enfermedades cardiovasculares. Como ejemplo citaremos la creación de la Comisión Regional para la Estrategia en Salud Cardiovascular de la Región de Murcia, el Plan Integral de Enfermedades Cardiovasculares en Extremadura o los programas de Prevención Primaria de Enfermedad Vascular, de Prevención Secundaria de Enfermedad Vascular y de atención y rehabilitación de la insuficiencia cardíaca en Navarra.

Marco Europeo[8]

Se estima en seis millones el número de nuevos casos de ECV en Europa anualmente[8], un conjunto de patologías que son culpables de más de 1,8 millones de fallecimientos en la Unión Europea. Además del coste en salud para la ciudadanía, conforme a los datos de la Red Europea del Corazón, el coste para la UE de las enfermedades cardiovasculares se estima en 210.000 millones de euros/año. Todas estas son razones que justifican el apoyo económico europeo a la I+D+i en este conjunto de patologías.

Con este apoyo a la I+D+i Europa pretende:

- Facilitar soluciones basadas en la evidencia para los retos clínicos y el desarrollo de enfoques preventivos.
- Abordar los factores de riesgo e identificar poblaciones vulnerables.
- Mejorar el diagnóstico, la detección precoz y terapias estratificadas.
- Pruebas de concepto para enfoques de atención integrados.

Los programas marco, son las estrategias de la Unión Europea centradas en financiar investigaciones e innovaciones colaborativas de alto impacto. Además de estas convocatorias, Europa genera partenariados o asociaciones entre Estados Miembro y en terceros países para enfrentar de forma conjunta determinados retos. Los planes de salud europeos incluyen iniciativas para apoyar la mejora en el tratamiento de distintas patologías. Entre las iniciativas se incluyen las Redes Europeas de Referencia en materia de Enfermedades Raras. Para finalizar, cabe destacar el impulso que Europa viene dando a las prácticas de investigación e innovación responsable (RRI por sus siglas en inglés).

A continuación, se describen estas iniciativas.

Programa Marco Horizonte Europa[9]

Horizonte Europa es el Programa Marco de Investigación e Innovación (I+i) de la Unión Europea para el periodo 2021-2027. Cuenta con un presupuesto de 95.500 millones de euros.

Consta de tres pilares estratégicos: 1) Ciencia Excelente, 2) Desafíos Mundiales y Competitividad Industrial Europea y 3) Europa Innovadora.

El primer pilar "Ciencia Excelente" tiene como objetivo afianzar el liderazgo científico de la UE, mediante el fomento del desarrollo de conocimiento y capacidades de alta calidad. Se apoyan proyectos de investigación en las fronteras del conocimiento a través del Consejo Europeo de Investigación y se impulsa la inversión en infraestructuras de investigación. También se incluyen en este ámbito, las acciones Marie Sklodowska-Curie que financian actividades de movilidad, formación y desarrollo profesional del personal de investigación.

El segundo pilar "Desafíos Mundiales y Competitividad Industrial Europea" respalda las distintas actividades de investigación e innovación que permiten abordar los retos de la sociedad y las tecnologías industriales en distintos ámbitos: salud; cultura, creatividad y sociedad inclusiva; seguridad civil para la sociedad; mundo digital, industria y espacio; clima, energía y movilidad; y alimentación, bioeconomía, recursos naturales, agricultura y medio ambiente. También se incluye la realización de misiones de investigación e innovación, así como el establecimiento de asociaciones. Por último, se respaldan las actividades realizadas por parte del Centro Común de Investigación.

El tercer pilar "Europa Innovadora" se centra en la promoción de las distintas formas de innovación, centrándose de forma particular en la innovación de vanguardia y disruptiva, mediante el Consejo Europeo de Innovación (EIC). Se incluyen también los distintos ecosistemas europeos de innovación y el Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT).

Estos tres pilares se sustentan a través de un eje transversal "Ampliar la participación y fortalecer el Espacio Europeo de Investigación" que está destinado a ayudar a los distintos Estados Miembros en sus esfuerzos por desarrollar el espacio de investigación e innovación, y de forma especial, con aquellos países con menor rendimiento en I+i, de forma que mejoren su participación en Horizonte Europa.

Como novedad en el marco de Horizonte Europa se lanzan las misiones de la UE, que abordan las prioridades de la Comisión, con objetivos ambiciosos y resultados concretos para 2030. En el ámbito de la salud, los esfuerzos se centran en el cáncer y su abordaje,

impulsando la prevención, su cura y soluciones para incrementar la esperanza y la calidad de vida.

Plan de Salud Europeo[10]

El programa de acción de la Unión Europea en el ámbito de la salud "UE4Health" para el periodo 2021-2027 supone una inversión total de 5.300 millones de euros. Este programa tiene como objetivo principal ofrecer valor añadido en la Unión Europea y complementar las políticas de los distintos Estados Miembros, con el fin último de mejorar la salud en la población y garantizar un nivel elevado de protección de la salud en todas las políticas y estrategias de la Unión Europea.

Los objetivos generales que se persiguen son los siguientes:

a) Mejorar y fomentar la salud en la Unión Europea con el fin de reducir la carga de las enfermedades transmisibles y no transmisibles apoyando la promoción de la salud y la prevención de enfermedades, reduciendo las desigualdades en materia de salud, fomentando estilos de vida saludables y promoviendo el acceso a la asistencia sanitaria.

b) Proteger a la población de la Unión Europea frente a las amenazas transfronterizas graves para la salud y reforzar la capacidad de respuesta de los sistemas sanitarios y la coordinación entre los Estados miembros para hacer frente a las amenazas transfronterizas graves para la salud.

c) Mejorar la disponibilidad, accesibilidad y asequibilidad en la Unión de medicamentos y productos sanitarios, así como de productos pertinentes en caso de crisis, y apoyar la innovación en relación con dichos productos.

d) Reforzar los sistemas sanitarios mejorando su resiliencia y eficiencia en el uso de los recursos.

Para cumplir con estos objetivos generales se han desplegado distintas iniciativas prioritarias como la Respuesta a la crisis de la COVID-19 , el Plan Europeo de Lucha Contra el Cáncer y la Estrategia Farmacéutica para Europa. Se pretende reforzar también la digitalización (Espacio Europeo de Datos Sanitarios), así como la reducción del número de infecciones resistentes a los antimicrobianos y la mejora de las tasas de vacunación.

Se continúa también con el desarrollo de las Redes Europeas de Referencia y con la cooperación internacional en materia de amenazas y retos mundiales en salud.

Redes europeas de Referencia (RER)[11]

Las redes europeas de referencia nacen como mecanismo para facilitar la cooperación en el tratamiento de enfermedades raras, de baja prevalencia yo complejas en el marco europeo.

El objetivo es aunar conocimiento especializado y aprovechar sinergias en beneficio de las y los pacientes que sufren estas enfermedades, a través de estas plataformas que facilitan la elaboración de directrices, la formación de profesionales y el intercambio de conocimientos en toda la Unión Europea, impulsando economías de escala para contribuir a la sostenibilidad de los sistemas sanitarios.

En particular estas redes pueden facilitar el desarrollo de ensayos clínicos y estudios de evaluación de las intervenciones terapéuticas a gran escala, generar guías y recomendaciones, desarrollar nuevos tratamientos, dispositivos médicos, modelos de asistencia sanitaria y herramientas o soluciones de salud digital, mejorando a futuro el acceso a la asistencia sanitaria.

El acceso a estas redes parte inicialmente de las Autoridades de los Estados Miembro de la Unión Europea, que deciden las redes a las que optar y las condiciones que han de cumplir los centros que se postulen. Estas redes son evaluadas externamente a través de convocatorias. Por otra parte, aquellos Estados sin representación en las RER pueden participar a través de centros sanitarios designados como centros asociados o colaboradores. En todo caso, los procesos para designar nodos estatales de estas redes deben ser abiertos, transparentes y sólidos.

Actualmente existen 24 redes en las que participan, entre otros, 16 centros hospitalarios españoles.

ERN GUARD-Heart: la red europea de referencia en cardiopatías.
Esta red, compuesta por 44 expertos de 16 Estados Miembro se centra en las enfermedades de transmisión genética relacionadas con el corazón y en distintos procedimientos específicos dirigidos a pacientes pediátricos.

Su fin es facilitar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades raras y complejas del corazón tanto en la edad adulta como en la infancia, consolidando esta estructura en red, que permita concentrar el conocimiento y la experiencia para mejorar la práctica clínica, mejorar la calidad y seguridad de los procedimientos y tratamientos, garantizar la accesibilidad y promover la investigación e innovación tanto en diagnóstico como en nuevos tratamientos.

ERN-GUARD-Heart se centra en cinco áreas temática, que incluyen desde el estudio y tratamiento de las enfermedades eléctricas hasta las patologías congénitas, pasando por miocardiopatologías familiares, condiciones electofisiológicas en la infancia y otras cardiopatías raras.

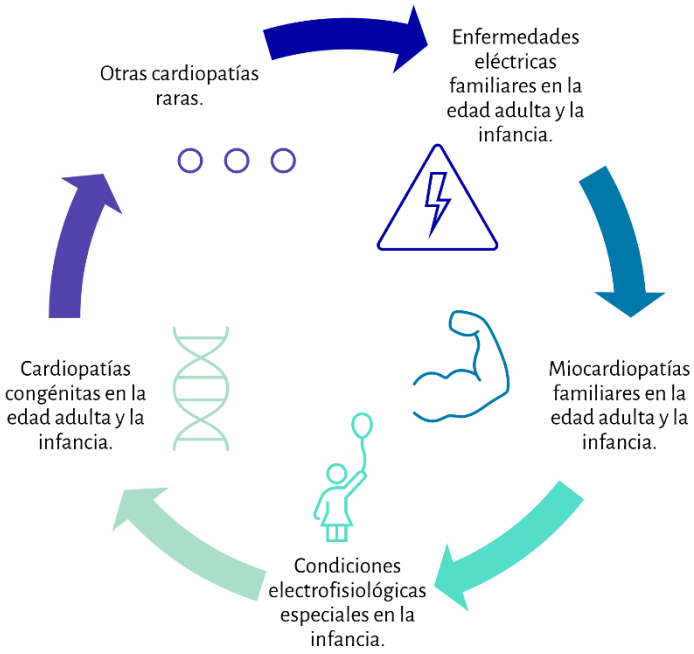


Imagen 17.- Áreas temáticas ERN-GUARD-Heart.

Forman parte de esta red un total de 44 centros en 16 países, a los que se suman 9 asociados en siete Estados Miembro.

España participa con siete centros en esta red, con una participación mayoritaria de Cataluña (3 centros), seguido de la comunidad de Madrid (2), Murcia (1) y Andalucía (1).

Centros españoles participantes en ERN-GUARD-Heart
Hospital Clínic de Barcelona
Hospital Universitario Vall d'Hebron
Sant Juan de Déu – Barcelona Children's Hospital
Hospital General Universitario Gregorio Marañón
Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda
Hospital Universitario Virgen Arrixaca
Complejo Hospitalario Regional Virgen del Rocío

Tabla 15.- Participación española en ERN-GUARD-Heart.

Entre las acciones destacadas de la red destaca el establecimiento de registros de pacientes en diez enfermedades cardíacas o genes causantes de enfermedades. Estos registros están abiertos a la participación de personal clínico, que tendrá acceso a los datos completos de los pacientes de su centro, si bien el acceso a los datos completos de los registros se limita a los coordinadores y líderes de cada uno de ellos.

Registro de condiciones específicas	Líder del registro (entidad, país)
Mioocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho (ARVC)	UMC Utrecht, Países Bajos
CACNA1C	IRCCS Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Italia.
Taquicardia ventricular polimórfica catecolaminérgica (TVPC)	Ámsterdam UMC, Países Bajos.
genes CALM	Instituto Auxológico Italiano IRCCS, Italia.
FHL1	Emergency Institute for Cardiovascular Diseases, Rumanía.
LMNA (en proceso de implementación)	AP-HP Hospital Pitié Salpêtrière, Francia.
Síndrome de QT largo tipo 5 (gen KCNE1)	University Hospital London, Ontario, Canadá.
Síndrome de QT largo (SQTL)	Ámsterdam UMC, Países Bajos.
Síndrome de QT corto (SQTS)	Instituti Clinici Scientifici Mauger, Italia.
gen PRKAG2	Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda, España

Tabla 16.- Registros de condiciones específicas ERN-GUARD-Heart, entidad y país que lo lidera.

Por otra parte, ERN GUARD-Heart está implementando un registro general según las directrices y estándares de la Platafoma Europea para el Registro de Enfermedades Raras (EU RD Platform) incluyendo un conjunto mínimo de datos básicos recopilados prospectivamente para pacientes actuales y futuros de las enfermedades sobre las que pivota su actuación. Se pretende disponer de una fuente central de datos estandarizados y el uso de herramientas interoperables, que garanticen los niveles máximos de transparencia y protección de datos.

En el campo de la formación, ERN GUARD-Heart ha puesto en marcha una colección de videos formativos sobre aspectos diversos de las patologías que estudia, como son aquellos ligados a la estritificación del riesgo y sus modificadores, el diagnóstico, epidemiología, manejo y tratamiento. En verano de 2022 se lanzó una serie de webbinar en directo, centrados en la presentación y discusión de dos casos clínicos. A esta actividad se suma desde 2023, una serie de podcast para compartir experiencias y reflexionar sobre los retos que plantean las enfermedades cardíacas raras.

ERN VASCERN: Red Europea de Referencia en enfermedades vasculares multisistémicas raras.

Esta red europea, creada en 2017 se centra en formar al personal médico y a las personas afectadas por estas enfermedades, reducir el tiempo de diagnóstico, mejorar la calidad del consejo familiar y reducir los gaps en la atención sanitaria, generar conocimiento a través del intercambio de experiencias, la realización de ensayos clínicos y la creación de registros y mejorar la concienciación de todos los agentes frente a estas patologías.

Lo conforman 40 centros socios en 14 países, incluyendo a España. Además de seis centros asociados en cinco países.

Centros españoles participantes en ERN VASCERN
Sant Juan de Déu – Barcelona Children's Hospital
Hospital Universitario Vall d'Hebron

Tabla 17.- Participación española en ERN VASCERN.

En cuanto a las áreas temáticas que cubre, VASCERN se centra en seis grandes grupos de patologías vasculares multisistémicas raras.

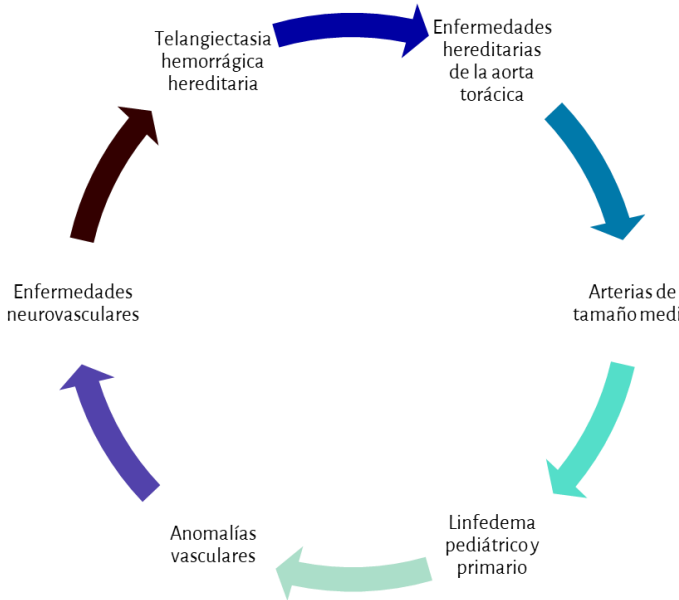


Imagen 18.- Patologías vasculares multisistémicas raras ERN VASCERN.

Sobre estas patologías pivotan las distintas acciones de la red, que incluyen la generación de directrices clínicas y declaraciones de consenso, métricas sobre la calidad de la atención médica de estas enfermedades, un sistema para el manejo del paciente que permite la discusión de casos complejos en remoto, herramientas de apoyo a la toma de decisiones clínicas, seminarios web y píldoras formativas, programas de intercambio y la aplicación móvil VASCERN. Esta última pretende ayudar a pacientes y familiares a encontrar y acceder de forma fácil a los centros más competentes y a las organizaciones de pacientes en sus patologías de interés.

Además, VASCERN tiene previsto incorporar en 2023 el primer paciente a su registro internacional, que partió de los registros franceses existentes para la telangiectasia hemorrágica hereditaria, las enfermedades hereditarias de la aorta torácica y el Síndrome vascular Ehlers-Danlos. A estos se añaden el registro VASCA sobre anomalías vasculares y el registro PPL sobre Linfedema pediátrico primario de nueva creación.

Asimismo, la red desarrolla proyectos y ensayos clínicos conjuntos, tanto aquellos financiados con fondos públicos como con fondos privados.

TransplantChild: Red Europea de Referencia en trasplantes infantiles.

El Hospital Universitario La Paz lidera esta red europea de referencia que une a xx centros en 14 países, incluidos seis centros españoles. A estos se suman siete centros asociados en siete países.

Centros españoles participantes en TransplantChild
Hospital Universitario La Paz (coordinador)
Hospital Universitario Virgen del Rocío
Hospital del Niño Jesús
Hospital General Universitario Gregorio Marañón
Hospital Universitario Vall d'Hebron
Hospital Sant Joan de Déu

Tabla 18.- Participación española en TransplantChild.

A diferencia de otras estructuras ya comentadas, TransplantChild se estructura en cuatro áreas geográficas u operativas que facilitan la integración de los socios y la realización de actividades estandarizadas, también aquellas orientadas a la población general. En este sentido, España pertenece junto a Portugal, Italia y Malta al área operativa 4, liderada por el Hospital Universitario de Padua (Italia).

Entre sus proyectos destacados se cuenta el Mapa interactivo de actividad en trasplante pediátrico en Europa (2012-2016), que incluye el número de trasplantes de órganos solidos realizados por tipo de órgano, el número de trasplantes de células madre hematopoyéticas en pacientes pediátricos y el número total de trasplantes por hospital en cada país.

Esta red integra a pacientes y familiares a través de un comité específico encargado de informar y difundir la actividad y resultados de TransplantChild dirigida a la comunidad de pacientes europeos y proponer al comité ejecutivo temas relevantes como son aspectos ligados a la formación e información a pacientes y sus familias, necesidades y carencias a priorizar en la I+D+i, aspectos ligados al consentimiento y los derechos de los pacientes y guías de buenas prácticas.

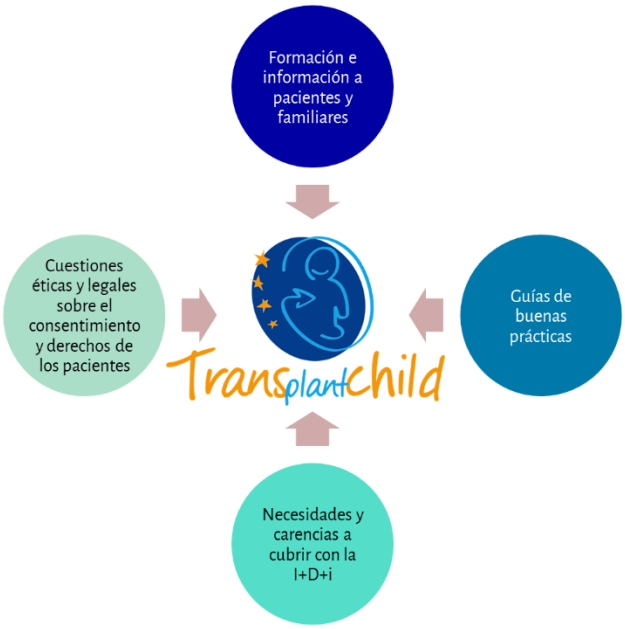


Imagen 19.- Áreas de trabajo TransplantChild.

En materia de registros, PETER es la iniciativa interoperable, abierta y accesible sobre el trasplante de células madre hematopoyéticas y de órganos sólidos. En particular se centra en la captación de datos clínicos, personales y socioeconómicos del paciente tras el trasplante, medir su calidad de vida y apoyar la investigación clínica en beneficio de estos, entre otras cuestiones. Este registro incluye además herramientas predictivas para la toma de decisiones clínicas personalizadas. De los 253 pacientes registrados por los cuatro centros participantes, tan sólo 8 fueron trasplantes de corazón.

Asociación Era4Health: fomento de un espacio europeo de investigación para la investigación en salud[12].

ERA4Health es un partenariado europeo centrado en fomentar la investigación en salud en el Espacio Europeo de Investigación. Financiado por Horizonte Europa, lo integran un total de 59 entidades y organizaciones de financiación en más de 20 países (incluyendo terceros países como son Israel, Noruega, Turquía, Egipto y Taiwán). El consorcio tiene una vigencia prevista de siete años (2022-2029) para lo que cuentan con una financiación europea de más de 33 millones de euros.

Estos países trabajan de forma conjunta para abordar tres desafíos: la demanda creciente de una mejor calidad de vida y asistencia a pacientes; la necesaria transformación de los sistemas de salud públicos centrada en incrementar su efectividad, eficiencia, equidad,

accesibilidad y resiliencia; la necesidad de fortalecer la prevención de las enfermedades y la promoción de la salud.

Miembros españoles en ERA4Health	Rol
Instituto de Salud Carlos III	Coordinadora
Agencia Estatal de Investigación	
Fundación para el fomento en Asturias de la investigación científica aplicada y tecnología	
Consejería de Salud y Consumo de la Junta de Andalucía	
Fundación Pública Andaluza Progreso y Salud	Afiliada

Tabla 19.- Participación española en ERA4Health.

Esta acción se implementa en dos fases. La primera de ellas, de dos años de duración, se centra en convocatorias conjuntas sobre enfermedades cardiovasculares, nanomedicina, nutrición y estilo de vida. La segunda fase ampliará la financiación a otras áreas y estudios clínicos multinacionales, promovidos por investigadores.

En 2023 se han lanzado dos convocatorias conjuntas: CARDIOINNOV, centrada en el desarrollo de terapias innovadoras frente a las ECV y HealthEquity, con el fin de incrementar la salud a través de dietas saludables y actividad física.

Convocatoria CARDINNOV

Esta iniciativa, coordinada por el Instituto de Salud Carlos III y en la que participan, además de España, otros 14 países, tiene por objetivo financiar investigaciones en estrategias terapéuticas innovadoras centradas en la reparación y/o regeneración del corazón y/o los vasos sanguíneos y/o en insuficiencia cardíaca y fibrilación auricular.

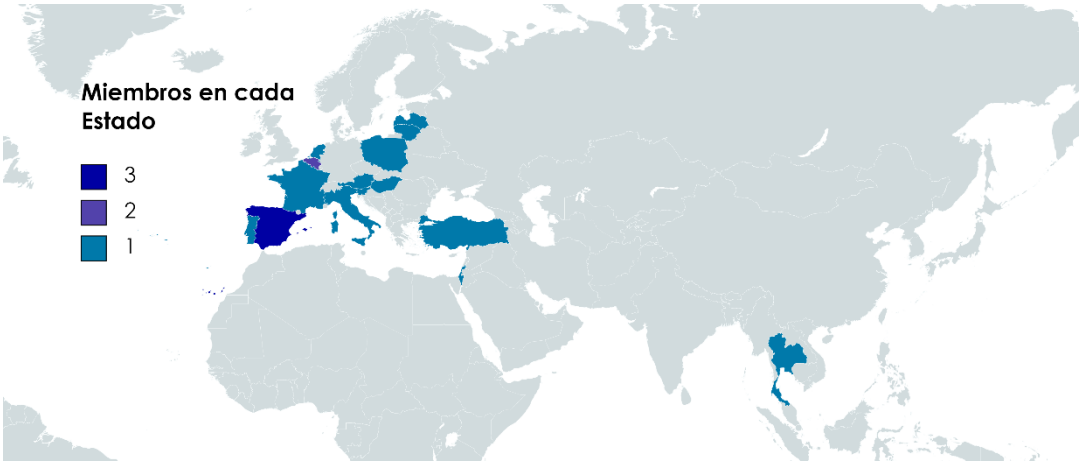


Imagen 20.- Estados Miembro participantes. Número de entidades asociadas en cada estado.

En el primer caso, las propuestas deben focalizarse en los mecanismos poco conocidos como la reacción inflamatoria, la acumulación de amiloide, los mecanismos de reparación endógenos, los relacionados con los tromboembolismos, con el compartimento macrovascular y el sistema nervioso autónomo, entre otros. Además, las propuestas pueden consistir en el desarrollo de terapias que incluyan células, biomateriales o bioingeniería.

Las propuestas sobre insuficiencia cardíaca crónica y fibrilación auricular deben focalizarse en revertir la fisiopatología responsable de una o ambas de estas enfermedades, teniendo en cuenta además las comorbilidades de los pacientes y su potencial tratamiento.

En todos los casos, las propuestas centradas en terapia celular sólo se tomarán en consideración si constituyen enfoques novedosos e innovadores.

Se trata de una convocatoria en dos fases, con un plazo para presentación de anteproyectos de tres meses, dese la publicación del anuncio de convocatoria.

Todas las propuestas presentadas deben contar para su ejecución con un consorcio de entre tres y cinco socios en al menos tres estados. Para priorizar la participación de Letonia, Lituania, Rumanía, Eslovaquia y Turquía, las propuestas que cuenten con miembros de estos países podrán incrementar el número de centros máximo hasta seis.

Por otra parte, la convocatoria apoya la participación, no sólo de equipos de investigación en el sector académico, clínico o en la empresa, sino que también permite la participación de asociaciones de pacientes, gobiernos locales y ONGs, siguiendo los principios de la investigación e innovación responsable.

A fecha de elaboración de este documento, no ha sido posible valorar los resultados, puesto que el plazo de presentación de candidaturas finales termina el 15 de junio de 2023.

Investigación e innovación responsable

La Investigación e Innovación Responsable (RRI, por sus siglas en inglés) se caracteriza por los siguientes aspectos:

a) Consiste en la participación de la sociedad en la ciencia y la innovación para alinear sus resultados con los valores de la sociedad.

b) Existen diversos ámbitos de actuación: participación ciudadana, acceso abierto a la información, igualdad de género, educación científica, gobernanza y ética.

c) Se trata de una cuestión transversal desarrollada en el Programa Marco Horizonte 2020, que tiene continuidad en el Programa Marco Horizonte Europa.

Mediante la adopción de la RRI se pretenden obtener distintos resultados: 1) Resultados de aprendizaje (se da voz a los actores responsables que participan en los sistemas de investigación e innovación, como la comunidad investigadora, los responsables de políticas, el sector empresarial e industria y entidades de la sociedad civil y comunidad educativa), 2) Resultados de la investigación e innovación (las prácticas de la RRI se orientan al objetivo de conseguir resultados éticamente aceptables, sostenibles y socialmente deseables), y 3) Soluciones a los retos sociales (las sociedades se enfrentan a distintos desafíos mundiales que requiere que los esfuerzos de investigación e innovación contribuyan a encontrar soluciones a los mismos).

En el marco del proyecto europeo EUGenMed se establecieron una serie de recomendaciones para desarrollar una hoja de ruta para implementar la dimensión de sexo y género en la I+D+i biomédica y en salud. Ventura-Clapier y otros (2017)[13] tomando como referencia este trabajo, emiten una serie de recomendaciones para futuras investigaciones básicas en ECV.

- Considerar el sexo en los diseños experimentales de estos proyectos.
- Estudiar ambos sexos en los proyectos con animales.
- Considerar las células primarias de ambos sexos e identificar el sexo de las líneas celulares.
- Estudiar modificadores genéticos, epigenéticos y hormonales.
- Incluir los cromosomas sexuales en los estudios de asociación de genoma completo.
- Estudiar el embarazo y los desórdenes específicos, especialmente en las ECV.
- Considerar el sexo y el género en farmacología y en el diseño de fármacos específicos.
- Mencionar tanto el sexo como las especies en los títulos de los artículos.
- Las revistas científicas deben considerar el introducir el sexo y el género en sus políticas editoriales.
- Se deben dedicar convocatorias específicas a nivel estatal y europeo para asuntos de sexo y género.
- Por último, los aspectos ligados al sexo y género deben ser incluidos en la formación universitaria en biología y medicina.

Estatal

Se describen a continuación las principales políticas y tendencias de I+D+i a nivel nacional con especial relevancia para el área de las enfermedades cardiovasculares.

Estrategias de salud cardiovascular del SNS[14]

La principal estrategia en este ámbito es la Estrategia en Salud Cardiovascular del Sistema Nacional de Salud (ESCAV) publicada en el año 2022 por parte del Ministerio de Sanidad y que supone la continuidad de la Estrategia de Cardiopatía Isquémica aprobada en el año 2007. Para el desarrollo de la actual Estrategia en Salud Cardiovascular se han tenido en cuento cinco aspectos clave: visión amplia e integradora de la salud cardiovascular, orientación hacia la promoción y la prevención de la salud cardiovascular, enfoque desde la detección precoz hasta la rehabilitación, atención integral, multidisciplinaria, coordinada y centrada en la persona y por último, perspectiva de equidad de género.

El principal objetivo de la ESCAV consiste en mejorar el nivel de salud cardiovascular de la población española. Para ello este objetivo se concreta en los siguientes aspectos:

- Promover la salud cardiovascular en la ciudadanía mediante el desarrollo de un abordaje integral que facilite la adopción de estilos de vida y entornos saludables y sostenibles.

- Reducir la incidencia, la prevalencia y las complicaciones de las enfermedades cardiovasculares en España a través de la prevención, la mejora de la atención, en la fase aguda y crónica, la rehabilitación y la restauración de la salud, la prevención de la discapacidad, y la mejora de la calidad de vida y bienestar de los pacientes y sus familiares.

- Impulsar la adopción de medidas que hayan demostrado su efectividad, seguridad, eficiencia y sostenibilidad.

Para el desarrollo de la ESCAV se ha identificado seis áreas prioritarias de actuación: (1) promoción de la salud, prevención de la enfermedad y detección precoz; (2) empoderamiento y participación ciudadana, (3) gestión del conocimiento, investigación e innovación, (4) equidad y género en salud cardiovascular, (5) abordaje integral a la persona con enfermedad cardiovascular aguda, y (6) abordaje integral a la persona con enfermedad cardiovascular crónica. Estas áreas parten de la priorización de patologías con focos de interés transversales. La cardiopatía isquémica, la insuficiencia cardíaca, las

arritmias y las valvulopatías han sido seleccionadas en esta estrategia debido a su prevalencia o su impacto social.

Entre los puntos críticos que identifica esta estrategia en el ámbito de la investigación se cuentan (1) la inclusión en todo el ciclo formativo de los profesionales sanitarios de formación en I+D+i para la mejora de los resultados en salud y en su medida; (2) la identificación de áreas de investigación e innovación derivadas de las necesidades y problemas del SNS, teniendo en cuenta los resultados en salud; (3) promover proyectos de I+D+i en colaboración y facilitar la transferencia de resultados a la clínica; (4) estimular estudios epidemiológicos sobre diferencias en la prevalencia debidas al género o a inequidades y (5) apoyar modelos de desarrollo de atención virtual y mejora de resultados en pacientes en el marco de la Estrategia de Salud Digital del SNS.

Así, la estrategia marca una serie de objetivos y acciones para enfrentar estos puntos críticos entre las que destacan, en el ámbito de la I+D+i las siguientes:

- Utilizar los resultados en salud para identificar las necesidades o problemas que requieran de la I+D+i y de mejoras de la formación de los profesionales sanitarios y de los ciudadanos.

- Identificar necesidades y problemas para influir en los programas de I+D+i en España y en Europa, creando un mapa en esta materia de actualización anual y generando un grupo multidisciplinar que incorpore tanto a personas expertas como a pacientes. Este mapa ha de ser trasladado a programas y convocatorias.

- Incentivar la participación multiautonómica, estatal e internacional en el desarrollo de estos proyectos y fomentar la incorporación de proyectos de especial interés en los programas autonómicos de I+D+i.

- Emplear la Inteligencia Artificial junto a herramientas predictivas, incorporar metodologías de atención sanitaria basada en valor y la investigación en nuevos modelos organizativos son acciones de especial interés.

- Estimular la realización de estudios epidemiológicos que permitan determinar la magnitud de las ECV, estimar factores de riesgo, evaluar medidas de prevención primaria, validar pruebas diagnósticas y evaluar la implementación de guías clínicas por distintos determinantes de desigualdad, incluido el sexo. En particular se pretende evidenciar el impacto de estas desigualdades en la atención sanitaria.

Estrategia de la Ciencia y la Tecnología e Innovación[15].

La Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027 (EECTI) es el principal instrumento para la coordinación entre la planificación y programación estatal y autonómica y para facilitar la articulación de la política de I+D+i en España con el Programa Marco Horizonte Europa.

Los principales objetivos fijados en la EECTI son los siguientes: reforzar la colaboración público-privada; favorecer la transferencia de conocimiento; mejorar la situación del personal investigador y de las instituciones; potenciar la capacidad de España para atraer, recuperar y retener talento; y garantizar la aplicación del principio de igualdad real entre mujeres y hombres en la I+D+i.

A su vez, se incorporan una serie de novedades entre las cuales destacan las siguientes:

- Desarrollo de una carrera investigadora basada en estándares internacionales (tenure-track: contratación estable sujeta a condición de evaluación positiva).
- Programas estructurados en misiones.
- Refuerzo de los ecosistemas de innovación.
- Aumento de proyectos tractores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Asegurar incentivos fiscales adecuados a la I+D+i adaptados a las empresas del sistema de ciencia e innovación.

Se cuenta con distintos clústeres y líneas estratégicas con las cuales se espera afrontar el conjunto de intereses de España en el ámbito de la I+D+i y que serán reforzados mediante actividades colaborativas que fomenten el trabajo entre distintas disciplinas. En este sentido, hay un clúster salud cuyas principales líneas de actuación se centran en los siguientes ámbitos: medicina de precisión, enfermedades infecciosas, nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas y por último cáncer y gerociencia (envejecimiento, enfermedades neurodegenerativas).

Pacto por la Ciencia y la Innovación[16].

El Pacto por la Ciencia y la Innovación es un acuerdo de mínimos que contempla tres aspectos básicos y evaluables que cualquier acción política deberá de asumir en relación con los recursos, la organización del sistema de ciencia, tecnología e innovación y las personas. Refleja la apuesta por la ciencia y la innovación como valor estratégico, fuente de bienestar y crecimiento y hay más de 80 entidades firmantes.

En el ámbito de los recursos se contempla contar con una financiación pública en I+D+i cercana al 1,25% del PIB para 2030, reforzar las políticas públicas de transferencia de conocimiento y de innovación empresarial (con especial atención a las PYMES) y en caso de reducción del gasto público, que la financiación en la I+D+i no se reduzca en valor absoluto.

Por otra parte, en el ámbito de la organización del sistema de ciencia, tecnología e innovación, se indica que CDTI, AEI e ISCIII dispongan de recursos y autonomía necesarios para asegurar que la dirección estratégica y funcionamiento se basan en la excelencia y también que la distribución competencial asegure la dirección estratégica común entre estas entidades y los organismos de las CC.AA.

Por último, en el ámbito de las personas, se establece la necesidad de consolidar una carrera pública estable y predecible para el personal investigador y técnico equivalente al de los países más avanzados; que los investigadores cuenten con los medios materiales y administrativos necesarios; y que se doblen los recursos públicos actuales para la incorporación y formación de personal de I+D+i en las empresas.

Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (PEICTI)[17].

El PECTI 2021-2023 constituye la principal herramienta con la que cuenta la Administración General del Estado para el desarrollo y consecución de los objetivos establecidos en la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología y de Innovación descrita anteriormente.

El PEICTI cuenta con cuatro programas estatales principales que se desarrollan a través de distintos subprogramas. Los programas son: (1) Programa estatal para afrontar las prioridades del entorno; (2) Programa estatal para impulsar la investigación científico-técnica y su transferencia; (3) Programa estatal para desarrollar, atraer y retener talento, y (4) Programa estatal para catalizar la innovación y el liderazgo empresarial.

Estos programas y subprogramas plantean actuaciones en los distintos ámbitos estratégicos definidos en la EECTI: salud; cultura, creatividad y sociedad inclusiva; seguridad para la sociedad; mundo digital, industria, espacio y defensa; clima, energía y movilidad; y alimentación, bioeconomía, recursos naturales y medio ambientales.

Ley de la Ciencia[18].

En septiembre de 2022, se publicó la nueva Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en España, cuyo objetivo consiste en crear una carrera científica atractiva y estable,

reforzar la transferencia del conocimiento a la sociedad y mejorar la gobernanza y la coordinación.

Las principales novedades de la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación se centran en cuatro ámbitos principales.

- Estabilizar la situación laboral del personal científico y acabar con la precariedad laboral y la concatenación sucesiva de contratos de trabajo temporales. En este sentido, se contempla la incorporación de la figura del "tenure track", un nuevo contrato de incorporación al SECTI, estable y sujeto a evaluación externa en el cuarto año. También se incluye el refuerzo de políticas de fomento del talento mediante el rediseño de políticas de incorporación y un nuevo sistema de ayudas de consolidación científica.

- Medidas organizativas para mejorar la colaboración Estado / CC.AA. En este apartado se contempla el desarrollo de programas complementarios de fomento de la I+D+i; el refuerzo normativo para fomentar la creación de centros e infraestructuras de investigación entre Estado y CCAA y la agilización administrativa para nuevos proyectos de infraestructuras de investigación.

- Impulsar la innovación a través de una nueva regulación de la transferencia de resultados de la actividad de investigación. En este sentido, se indica que los agentes de ejecución del SECTI deben promover estructuras dedicadas a la transferencia del conocimiento, posibilitando de esta forma el desempeño mediante entidades dependientes o vinculadas (incluyendo sociedades públicas). Se amplía también el plazo para incorporarse de excedencias temporales y se prevé la participación en los beneficios que obtengan las entidades para las que presten servicio el personal investigador por la explotación de los resultados de la actividad de investigación, ascendiendo como mínimo a 1/3.

- Reforzar la igualdad de género en el sistema de I+D+i. En este sentido, se contempla la perspectiva de género como categoría trasversal en el desarrollo de la EECTI, así como la promoción de estudios de género y la promoción de medidas concretas para estimular y dar reconocimiento a la presencia de mujeres en equipos de investigación e innovación.

Ciencia abierta

Como ya ha sido comentado en el apartado previo sobre tendencias y políticas a nivel europeo, la ciencia abierta ha llegado para quedarse.

La Estrategia Nacional de Ciencia Abierta 2023-2027[19] incorpora seis dimensiones que incluyen (1) el acceso abierto a resultados de investigación; (2) a datos, protocolos y metodologías, (3) las plataformas de código abierto; (4) la revisión por pares abierta; la ciencia ciudadana, que incluye la participación social en todas las fases de la actividad de I+D+i, la difusión de resultados e incorporar a la sociedad en el diseño, la recogida de datos y la generación de conocimiento y (5) nuevas formas de medir el rendimiento de la investigación, que incentiven las prácticas de ciencia abierta.

Entre otras iniciativas de interés en nuestro país destaca la creación de la Oficina de Ciencia y Tecnología del Congreso de los Diputados: Oficina C[20].

Se trata de una iniciativa que ofrece al Congreso de los Diputados evidencia científica sobre temas de interés apoyando y facilitando el diálogo entre los miembros del Congreso y la comunidad científica, buscando promover la toma de decisiones políticas basada en el conocimiento científico. Entre las actividades que desarrolla esta oficina se incluyen emparejamientos científico-políticos, reuniones y publicaciones. Los informes C son resúmenes del contexto regulatorio y la evidencia científico-técnica en determinadas materias de especial interés. Estos informes se presentan en sesiones a puerta cerrada entre personas de la política y de la ciencia.

Informes Oficina C. Temas seleccionados	Año	Estado
Hidrógeno verde como combustible	**2022**	**Publicado**
Inteligencia artificial y salud	**2022**	**Publicado**
Avances en el tratamiento del cáncer	**2022**	**Publicado**
Ciberseguridad	**2022**	**Publicado**
Desinformación en la era digital	**2023**	
Avances en enfermedades neurodegenerativas	**2023**	
Calidad del aire: avances y mejoras prácticas	**2023**	
Avances en neurociencia: aplicaciones e implicaciones éticas.	**2023**	
Incendios forestales y restauración de zonas quemadas	**2023**	
Envejecimiento y bienestar	**2023**	

Tabla 20.- Relación de Informes C publicados o en proceso. Oficina C.

El tratamiento de datos de salud con fines de investigación en España[21].

El adecuado tratamiento de los datos de salud en investigación es una gran barrera a la que se enfrenta el personal investigador y gestor. La normativa es compleja y en algunos aspectos poco clara. Si bien en los últimos años se ha hecho un ejercicio para intentar conciliar los derechos fundamentales de privacidad y confidencialidad de las personas sujetos de estudio, con el interés general derivado de la investigación científica y biomédica, como muestra el reglamento 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016, aun quedan aspectos de mejora.

A título enunciativo, se presentan a continuación algunas nociones generales relacionadas con el tratamiento de datos de salud y muestras con fines de investigación en España.

Normativa principal sobre el tratamiento de datos personales: Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (RGPD).

Este reglamento (conocido como reglamento general de protección de datos) regula con carácter general el tratamiento de datos de carácter personal con fines de investigación biomédica. Y, aunque su definición es muy amplia, no incluye la docencia como actividad científica. Tampoco se encarga del tratamiento de las muestras biológicas, sino sólo como soporte de la información.

Entre las novedades que aportó el RGPD se incluye una visión más flexible que pretendió favorecer el tratamiento de datos clínicos con fines de investigación, por ejemplo, incluyendo la posibilidad de prestar consentimiento amplio para la I+D+i. Pero para ello es necesario que exista una ley estatal o norma comunitaria que habilite esta condición de uso y que incorpore además las garantías necesarias para proteger los derechos de los interesados y la protección de datos, como por ejemplo el principio de minimización de datos o los datos anonimizados y seudonimizados. Las garantías a las que se refiere deben reflejarse además en medidas no sólo técnicas (como la seudonimización) sino también organizativas, entre las que destaca la intervención de un CEI con un delegado de protección de datos o experto en esta materia, que "se adapten a los riesgos de cada proyecto o tratamiento y resulten dinámicos, revisables y adaptables a nuevos escenarios tecnológicos" (Pilar Nocolás Jiménez y Nuria Terribas y Sala, 2022).

En relación a los datos seudonimizados, se exige un compromiso de no reidentificación, que el personal investigador no tenga acceso a los códigos, que existan medidas para evitar accesos no autorizados y contempla la posibilidad de reidentificación en origen por motivos de salud.

Integración de la norma en España: Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos y Garantía de los Derechos Digitales (LOPD y GDD).

El tratamiento de datos con fines de investigación en salud y biomédica requiere consentimiento del interesado. Este puede otorgarlo de forma amplia para especialidades médicas o investigadoras. Pero es posible también emplear los datos cuando se dispone de un consentimiento previo para una finalidad concreta pero relacionada con la presente, para lo que será necesario entre otros un informe favorable del CEI.

Los estudios epidemiológicos y de salud pública liderados por las entidades competentes en vigilancia de la salud pública pueden llevarse a cabo sin consentimiento de las personas interesadas en casos de excepcional relevancia y gravedad para la salud pública, según dicte la autoridad sanitaria competente.

La normativa, al margen de las dos excepciones comentadas exige que la investigación en salud se realice siempre con datos seudonimizados, teniendo en cuenta una serie de requisitos técnicos, jurídicos y éticos a cumplir para proteger los derechos de los interesados. Belén Andreu (2022)[21] resalta los siguientes referidos a la investigación en salud:

- Separación técnica y funcional entre el equipo investigador y el que lleva a cabo la seudonimización.
- El equipo investigador debe firmar un compromiso de confidencialidad y no reidentificación.
- Aplicación de medidas de seguridad para evitar la reidentificación y el acceso no autorizado de terceros.

Para investigaciones biomédicas y en salud pública se añaden las siguientes:

- La realización de una evaluación de impacto en los casos previstos en el RGPD.
- La adopción de medidas dirigidas a garantizar que los investigadores no acceden a los datos de identificación de los sujetos.
- Someter la investigación a las normas de calidad y directrices sobre buena práctica clínica.
- El informe previo de un CEI y, en su defecto, de un delegado de protección de datos o persona experta con conocimientos equivalentes.

Investigación con muestras biológicas: Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica (LIB) y Real Decreto 1716/2011, de 18 de noviembre,

Entre otros aspectos, la LIB prevé la exigencia de consentimiento expreso para la utilización de muestras biológicas con fines de investigación, se produzca o no intervención física para su obtención. Esta ha de ser escrita y específica y emitida

libremente previa información por la persona interesada o su representante. El consentimiento, no obstante, no debe limitarse a cumplir el necesario paso por el CEI implicado, sino que debe servir de forma operativa para la toma de esta decisión libre e informadamente. No se ha de perder de vista que las muestras identificadas o relativas a personas identificables es de aplicación la normativa propia de los datos de carácter personal. Si bien se exceptúan de esta norma las muestras irreversiblemente disociadas o muestras anónimas o anonimizadas.

En cuanto a la transferencia de muestras, esta se encuentra también sujeta al consentimiento. Sin embargo, si el sujeto consintió en el uso de sus muestras en un biobanco, estas podrán ser cedidas sin nuevo consentimiento. No queda tan claro la situación de las colecciones de muestras, a medio camino entre la regulación en el marco de proyectos y en el marco de los biobancos. Como ejemplo, la transferencia de muestras entre centros en el marco de biobancos o colecciones ha de reflejarse siempre en acuerdos escritos entre las partes, como detalla el RD 1716/2011. No obstante, en el caso de muestras que en el marco de un proyecto se transfieren de un centro a otro el CEI debe evaluar este proceso y existe una implicación de los centros en la transferencia de muestras, que parece recomendable que se plasmen en un acuerdo. Si esta cesión de muestras de España a otro estado surge además la dificultad de garantizar que se cumplan los derechos de los donantes conforme a nuestra legislación. Si por el contrario las muestras se reciben aquí con fines de investigación, corresponde al CEI o a los comités de los Biobancos el garantizar el cumplimiento de la norma española, pero no se aclaran los medios para hacerlo.

La LIB recoge la posibilidad de revocación del consentimiento con efecto total o parcial. En el primer caso, la muestra ha de ser destruida, en el segundo puede ser anonimizada para su uso posterior. No obstante, los datos obtenidos con anterioridad podrían ser conservados. En cualquier caso, todos estos aspectos han de quedar claramente plasmados en el consentimiento. Y en todo caso, si donantes o familiares necesitaran recuperar las muestras por razones de salud, podrán hacer uso de ellas si están disponibles y no están anonimizadas.

Dicho todo lo anterior, se contempla un uso excepcional que permite presumir el consentimiento de la persona donante, siempre con una serie de garantías que han de ser aprobadas por un CEI. Quizás el aspecto que más dudas suscita, según Pilar Nicolás Jiménez (2022)[21] es el hecho de que la muestra ha de utilizarse únicamente en la institución donde se obtuvo, lo que no aplica a muestras obtenidas previamente a la entrada en vigor de la ley. Hay que tener en cuenta, además, que las excepciones mencionadas en este párrafo se aplican directamente a muestras codificadas o identificadas sin consentimiento.

Convocatoria MIR (angiología y cirugía vascular, cardiología y cirugía cardiovascular).

El sistema de formación de especialistas médicos en nuestro país es el conocido como sistema–MIR Médico Interno Residente, que se inició como traslación a España del modelo estadounidense[22]. El primer hospital en iniciar este sistema fue el Hospital General de Asturias en 1963, seguido del Hospital Puerta de Hierro (1962). Este sistema se incorpora en 1972 en los centros del SNS y se implanta como única fórmula de especialización en 1984.

Tres son las especialidades médicas relacionadas de forma directa con las enfermedades cardiovasculares: la cardiología, la angiología y cirugía vascular y la cirugía cardiovascular.

El Sindicato Médico Andaluz Granada publica anualmente un informe de distribución de las plazas MIR[23] en el que se reflejan entre otros aspectos el número de plazas adjudicadas, los centros receptores de personal en formación y el orden de prioridad mínimo y máximo que tenían asignados los futuros residentes que escogieron las distintas especialidades. Estos datos han sido analizados, extrayendo las conclusiones que se incluyen en este apartado.

En el periodo 2013-2022, se adjudicaron un total de 2.252 plazas en las especialidades médicas relacionadas con las ECV. La mayor parte (el 73%) correspondieron a la especialidad de cardiología, seguida por angiología y cirugía vascular (17%) y cirugía cardiovascular (10%).

Estas plazas supusieron el 3,33% del total de plazas médicas ofertadas en el periodo analizado.

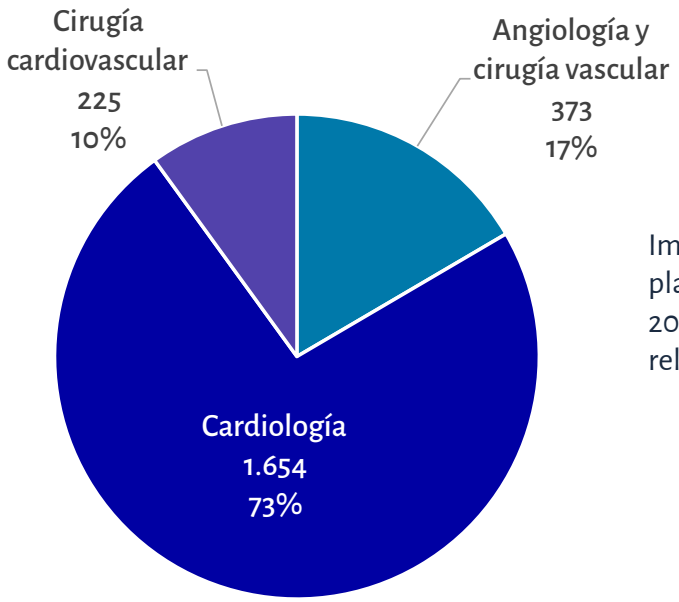


Imagen 21.- Distribución de plazas MIR adjudicadas en 2013-2022 en especialidades relacionadas con las ECV.

En conjunto, las tres especialidades muestran un aumento del número de plazas adjudicadas de 59 entre los años 2014 y 2022. Si nos centramos en los últimos cinco años (2018-2022) el incremento global fue del 19% (43 plazas), ligeramente inferior al global, de todas las especialidades que alcanza el 22%. Por especialidades, angiología y cirugía vascular es, de las tres, la que experimentó un mayor crecimiento entre 2018 y 2022, con 14 nuevas plazas adjudicadas, lo que supone un incremento del 39%. Le sigue cirugía vascular, que vio incrementadas las plazas adjudicadas en cinco, un 25% más en 2022 que el valor de referencia de 2018 (20). Cardiología es la especialidad con un menor incremento porcentual (14%), aunque de las tres, es la que cuenta con mayor número de plazas adjudicadas en cada anualidad. En concreto, las plazas de cardiología se vieron incrementadas en 24 entre los años 2018 y 2022.

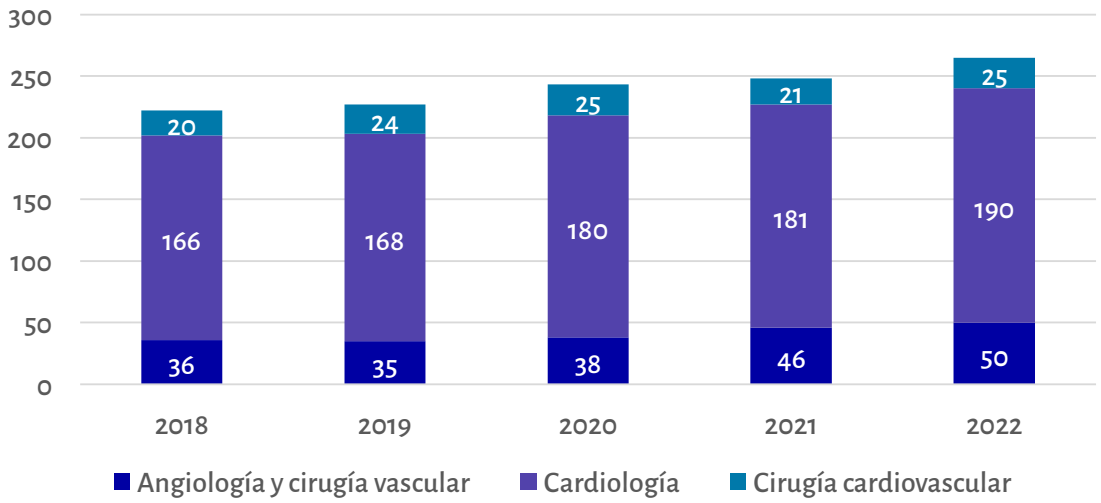


Imagen 22.- Evolución del número de plazas adjudicadas entre 2018 y 2022 por especialidades ligadas a las ECV.

Si comparamos la evolución de plazas con otras especialidades médicas como la oncología médica y la neurología, se aprecia que si bien el incremento porcentual de plazas con otras especialidades médicas como la oncología médica y la neurología, se aprecia que si bien el incremento porcentual de plazas adjudicadas fue menor en el conjunto de las especialidades ligadas a las ECV (un 19%, frente al 29% de oncología médica o al 28% de neurología) en valor absoluto, las nuevas plazas adjudicadas para las tres especialidades relacionadas con las ECV (59) superaron tanto las de oncología médica (35), como las de neurología (34).

Especialidad	Incremento plazas adjudicadas 2018-2022	Incremento porcentual de plazas adjudicadas
Angiología y cirugía vascular	14	39%
Cardiología	24	14%
Cirugía cardiovascular	5	25%
Total ECV	**43**	**19%**

Especialidad	Incremento plazas adjudicadas 2018-2022	Incremento porcentual de plazas adjudicadas
Oncología médica	35	29%
Neurología	34	28%
Total MIR	**1.457**	**22%**

Tabla 21.- Comparativa del incremento plazas adjudicadas 2018-2022.

Si comparamos únicamente la especialidad de cardiología con las de oncología médica y neurología, el incremento porcentual en el periodo 2018-2022 ha sido aún menor (14%),

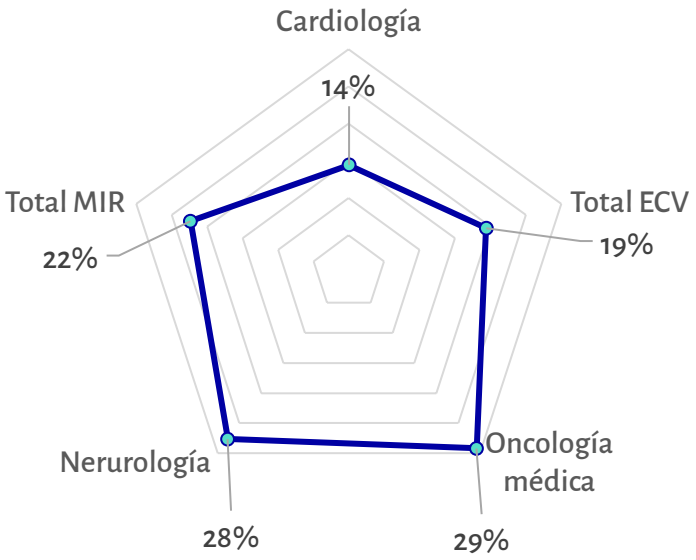


Imagen 24.- Comparativa porcentual del incremento plazas adjudicadas 2018-2022.

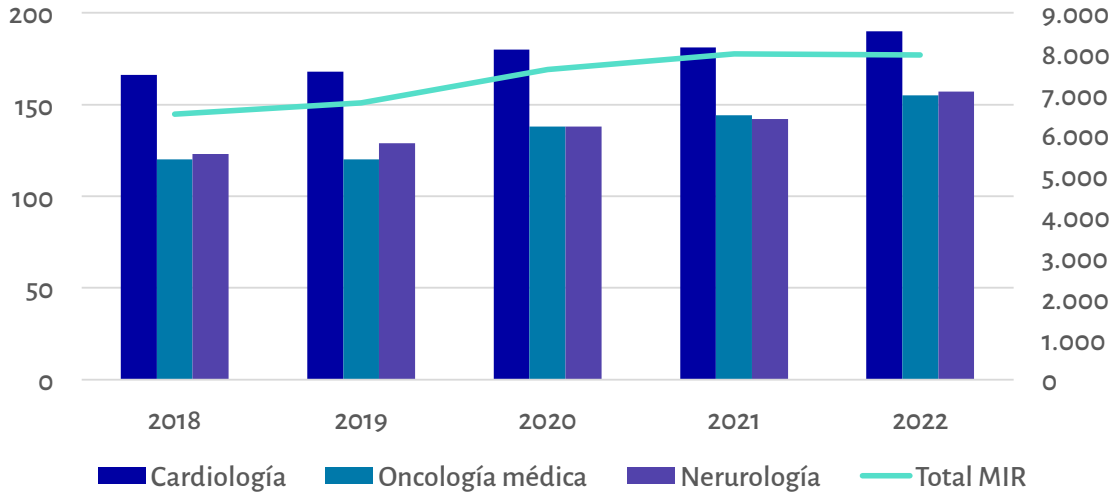


Imagen 23.- Comparativa temporal del incremento plazas adjudicadas 2018-2022.

no obstante, en valor absoluto sigue manteniéndose como la especialidad con mayor número de plazas adjudicadas en el periodo.

En cuanto a la capacidad de atracción de estas especialidades, cardiología fue primera elección en los años 2017 y 2021.

Año	Especialidad solicitada por el número 1
2015	Aparato digestivo
2016	Hematología y hemoterapia
2017	Cardiología
2018	Medicina interna
2019	Dermatología médico-quirúrgica y v.
2020	Dermatología médico-quirúrgica y v.
2021	Cardiología
2022	Dermatología médico-quirúrgica y v.
2023	Dermatología médico-quirúrgica y v.

Tabla 22.- Especialidades solicitadas por la persona que obtuvo el número 1 en el examen MIR por años.

Asimismo, según datos publicados en la página web del Ministerio de Sanidad, en 2023[24] un total de 15 aspirantes a especialistas en medicina entre los 100 primeros de la promoción seleccionaron las enfermedades cardiovasculares. Todos ellos se les adjudicó plaza en cardiología. Sin embargo, las plazas en cirugía cardiovascular en 2023 fueron ocupadas por candidatos con orden de prioridad entre los números 175 y 5.369, y los candidatos a angiología y cirugía vascular poseían órdenes de prioridad entre el 754 y el 4.496.

Se presentan a continuación los diez centros elegidos en primer lugar para desarrollar la formación sanitaria especializada en las tres especialidades relacionadas con las ECV.

Especialidad	Centro	Nº Orden
Cardiología	H. Clínic de Barcelona	3
	H. Universitario La Paz	5
	H. Universitario 12 de Octubre	12
	H. de la Santa Creu i Sant Pau	21
	H. Universitario Virgen del Rocío	22
	H. Universitari i Politecnic La Fe	36
	H. Universitario La Paz	37
	H. Universitario Marqués de Valdecilla	39
	H. Universitario Clínico San Carlos	42
Cirugía cardiovascular	H. General Universitario Gregorio Marañón	178
	H. Universitario Puerta de Hierro	331
	H. Universitario Virgen Macarena	1104
	H. Universitario Central de Asturias	1173
	H. Universitario 12 de Octubre	1223
	H. Universitari Germans Trias i Pujol	2418
	H. Clínic de Barcelona	2665
	H. de la Santa Creu i Sant Pau	2994
	H. Universitario La Paz	3041
Angiología y cirugía vascular	H. Clínico Universitario de Valladolid	754
	H. Universitario Central de Asturias	768
	H. Universitario Doctor Peset	806
	H. Universitario La Paz	836
	H. General Universitario Gregorio Marañón	1194
	C.H. Universitario A Coruña	1927
	H. Universitario San Cecilio	2153
	H. Universitario Cruces	2234
	H. Universitario Clínico San Carlos	2235

Tabla 23.- Diez centros elegidos en primer lugar para desarrollar la formación sanitaria especializada en las tres especialidades relacionadas con las ECV

Por otra parte, los cinco centros que recibieron un mayor número de residentes fueron el H. U. 12 de Octubre, el H. U. Central de Asturias, el H U Gregorio Marañón, el H. U. Virgen del Rocío y el H. U. Clínico San Carlos. Todos ellos recibieron cuatro residentes de cardiología y uno de las otras especialidades. Les siguen los centros para los que se adjudicaron cinco plazas, de las cuales tres correspondieron a cardiología y una al resto de especialidades de ECV. Entre estos se cuentan algunos de los grandes hospitales catalanes como son el H. U. de Bellvitge, H. de la Santa Creu i Sant Pau, el H. Clínic de Barcelona y el Germans Trías i Pujol, acompañados del H. Universitario Miguel Servet y el H. U. La Paz.

Autonómico

A nivel autonómico conviene destacar distintas políticas y tendencias de I+D+i en el ámbito de las enfermedades cardiovasculares en los últimos años.

En primer lugar, en cuanto a los principales códigos y programas establecidos, cabe mencionar que en España existen 17 redes regionales públicas de atención al infarto agudo de miocardio que cuentan con Códigos Infarto de actuación y que engloban a un total de 83 hospitales.

Respecto a principales políticas y estrategias en el ámbito de las enfermedades cardiovasculares, se detallan a continuación las iniciativas más relevantes puestas en marcha en los últimos años.

En Murcia, se ha constituido en febrero de 2023 la Comisión Regional para la Estrategia en Salud Cardiovascular de la Región de Murcia, adscrita a la Dirección General de Asistencia Sanitaria del Servicio Murciano de Salud e integrada por representantes del Servicio Murciano de Salud y la Consejería de Sanidad. El trabajo de dicha comisión está en consonancia con la ESCAV para mejorar la salud cardiovascular de la población a través de la adopción de medidas que hayan demostrado su efectividad, seguridad, eficiencia y sostenibilidad, y mediante la promoción de hábitos de vida saludables, con el fin de reducir la incidencia, la prevalencia y las complicaciones de las enfermedades cardiovasculares a través de la prevención y la mejora de la asistencia.

En Extremadura se ha llevado a cabo un Plan Integral de Enfermedades Cardiovasculares (PIEC) durante el periodo 2017-2021, con el objetivo general de reducir la incidencia y la morbimortalidad asociada a estas patologías en la Comunidad Autónoma.

En Navarra, se cuenta con un Programa específico para la Prevención Primaria de Enfermedad Vascular, la Prevención Secundaria de Enfermedad Vascular y con un Programa de atención y rehabilitación de la insuficiencia cardíaca dentro del Programa global de prevención y atención a enfermedades vasculares y diabetes.

ANÁLISIS DE RECURSOS Y MEDIOS DISPONIBLES

Con el fin de ponderar los recursos y medios disponibles para la financiación de las enfermedades cardiovasculares, en este capítulo se han analizado las plataformas a disposición de los grupos de investigación tanto a nivel europeo como estatal. Entre estas últimas destacan las Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares (ICTS) dependientes del Ministerio de Ciencia e Innovación, de titularidad pública, singulares y están abiertas al acceso competitivo, y las Infraestructuras orientadas al Sistema Nacional de Salud, dependientes del Instituto de Salud Carlos III. Plataformas ISCIII como la de Biobancos y Biomodelos, ITEMAS o SCReN dan servicio a los grupos de investigación en sus respectivas áreas. A estas se suman la Infraestructura de Medicina de Precisión asociada a la Ciencia y la Tecnología IMPaCT y el Consorcio Estatal en Red para el Desarrollo de Medicamentos de Terapias Avanzadas CERTERA, de reciente constitución. Ambas muestran la decisión del Estado en posicionarse como líder en medicina de precisión y el desarrollo de terapias avanzadas.

A pesar de ello, los grupos de investigación no conocen y/o no aprovechan especialmente estas grandes infraestructuras europeas, por lo que el Instituto de Salud Carlos III ha elaborado un plan específico centrado en darlas a conocer y favorecer su uso en aquellas en las que participa.

Por otra parte, se ha realizado una comparativa de la financiación que se otorga a los grandes centros especializados en conjuntos de patologías, como son el consorcio CIBER, los Centros Nacionales de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC), Oncológicas (CNIO) y en Enfermedades Neurológicas (CIEN). De este análisis se desprende que la financiación para el área temática no se corresponde con el impacto de estas patologías en la salud de la ciudadanía ni en el sistema sanitario e investigador. Como muestra, el área temática de Enfermedades Cardiovasculares de CIBER ocupa en 2022 la séptima posición en cuanto a financiación y la cuarta si tenemos en cuenta la financiación media por grupo, mientras que ocupa la segunda posición en número medio de publicaciones al año entre 2018 y 2022, sólo por detrás del área de Epidemiología y Salud Pública.

Realizando el mismo ejercicio entre las tres fundaciones dependientes del Instituto de Salud Carlos III, se aprecia que CNIC obtuvo en 2023 un presupuesto de 18 millones de euros, claramente inferior al de CNIO, que se aproximó a los 23 millones.

Comparativa de la financiación entre centros especializados en grandes patologías

Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red, CIBER[25].

CIBER es un consorcio público de investigación dependiente del Instituto de Salud Carlos III que aúna esfuerzos y recursos en torno a redes de grupos de investigación ubicados en distintos centros del ámbito del Sistema Nacional de Salud, las universidades y los Organismos Públicos de Investigación. Tiene sus orígenes en 2006, cuando se establecen siete consorcios en siete áreas de conocimiento concreto. En 2007 se unen dos consorcios más y ya en 2014 se constituye un único centro CIBER que agrupa a ocho de las nueve áreas de conocimiento establecidas. En su configuración actual, el CIBER cuenta con 13 áreas temáticas.

Año inicio	Área temática	Denominación
2006	Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina	CIBERBBN
2006	Enfermedades Hepáticas y Digestivas	CIBEREHD
2006	Enfermedades Neurodegenerativas	CIBERNED
2006	Enfermedades Raras	CIBERER
2006	Enfermedades Respiratorias	CIBERES
2006	Epidemiología y Salud Pública	CIBERESP
2006	Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición	CIBEROBN
2007	Salud Mental	CIBERSAM
2007	Diabetes y Enfermedades Metabólicas asociadas	CIBERDEM
2017	Fragilidad y Envejecimiento Saludable	CIBERFES
2017	Enfermedades Cardiovasculares	CIBERCV
2017	Cáncer	CIBERONC
2022	Enfermedades Infecciosas	CIBERINFEC

Tabla 24.- Áreas temáticas CIBER.

En base a los datos publicados en la última memoria del consorcio, se aprecia que el área temática de ECV (CIBERCV) ocupa la segunda posición en número medio de publicaciones al año considerando el periodo 2018-2022, sólo por detrás del área de epidemiología y salud pública. No obstante, ocupa la séptima posición en cuanto a financiación en 2022 y

la cuarta si consideramos la financiación media por grupo de investigación, por detrás de otras áreas como CIBERDEM, CIBEROBN y CIBERBBN.

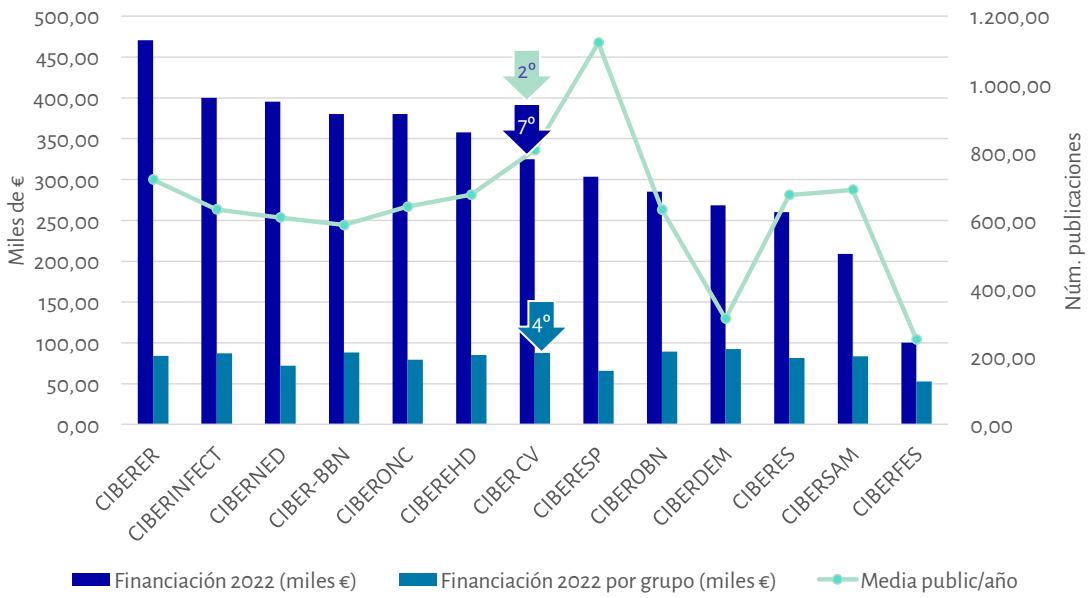


Imagen 25.- Financiación comparada de las distintas áreas temáticas de CIBER en 2022.

Centro Nacional de Enfermedades Oncológicas (CNIO), Centro Nacional de Enfermedades Cardiovasculares (CNIC)y Centro de Investigación de Enfermedades Neurológicas (CIEN)

CNIO, CNIC y CIEN son las tres fundaciones del sector público estatal dependientes del Instituto de Salud Carlos III. Si analizamos la financiación otorgada por este organismo en

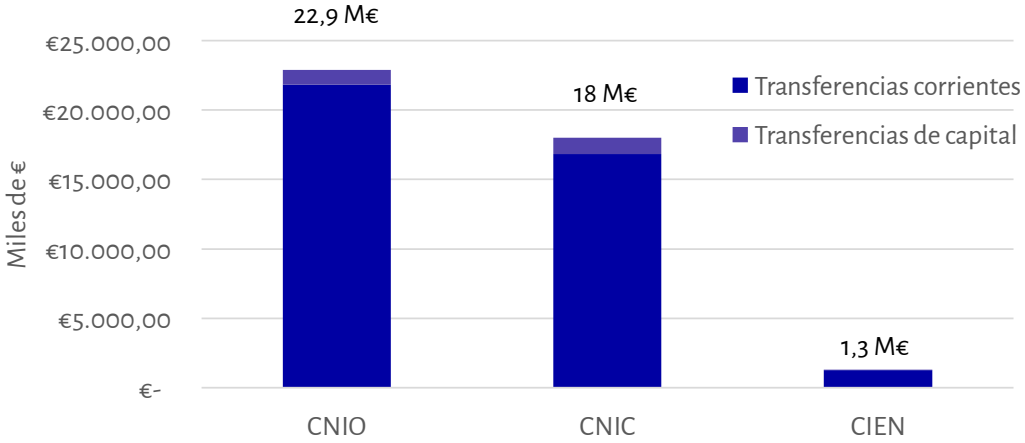


Imagen 26.- Comparativa de la financiación de las tres fundaciones del Instituto de Salud Carlos III en 2023.

forma de transferencias corrientes y de capital a cada una de estas entidades, se aprecia que CNIO es la institución con un mayor presupuesto asignado por el ISCIII en el ejercicio presupuestario 2023[26], con casi 23 millones de euros en forma de transferencias corrientes (22 millones) y transferencias de capital (1 millón). CNIC ocupa la segunda posición con un

total de casi 18 millones de euros, 17 de ellos correspondientes a transferencias corrientes. Cierra la lista la Fundación CIEN, con un presupuesto total asignado en transferencias corrientes y de capital de 1,3 millones de euros.

Plataformas de apoyo a nivel estatal e internacional

El objetivo séptimo del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023 pone el foco en desarrollar, mantener e invertir en infraestructuras científicas y tecnológicas como fórmula para generar un ecosistema de investigación e innovación competitivo a nivel internacional. Entre otras medidas adoptadas gracias al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía española se ha desarrollado una estrategia para fortalecer las capacidades del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, que incluye la renovación de grandes infraestructuras nacionales y participación en internacionales.

El Programa Estatal para impulsar la investigación científico-técnica y su transferencia incorpora una batería de acciones pensadas para incrementar los recursos que permitan a España potenciar la ciencia y tecnología de calidad, generar canales de transferencia entre la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación empresarial, fortalecer unidades y centros de investigación para alcanzar un liderazgo internacional y mejorar las instalaciones científico-técnicas permitiendo al personal investigador disponer de las herramientas y tecnologías necesarias para posicionarse a nivel internacional.



Todo ello cristaliza en cuatro subprogramas entre los que se encuentra el Subprograma Estatal de Infraestructuras y Equipamiento Científico-Técnico, que reconoce a estas estructuras como herramientas necesarias para desarrollar ciencia excelente, estructuras de promoción de la innovación, motor de desarrollo económico y social, centros de atracción de talento y fomento de la movilidad y la formación y generadores de datos.

El Subprograma prevé actuaciones destinadas a (1) las Infraestructuras Científico-Técnicas Singulares (ICTS), (2) la adquisición de equipamiento científico-técnico, (3) la renovación del equipamiento científico-técnico en obsolescencia, (4) el desarrollo conjunto de equipamiento científico-técnico singular orientado al Sistema Nacional de Salud y (5) la participación de España en las infraestructuras incluidas en la Hoja de Ruta de ESFRI (European Strategy Forum on Research Infraestructures).

Se describen a continuación las infraestructuras de mayor interés centradas en la I+D+i biomédica en España y a nivel europeo.

Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares (ICTS).

Se trata de infraestructuras de titularidad pública, únicas en España, que desarrollan investigaciones de vanguardia actuando como centros de intercambio de conocimiento, fomento de la innovación y transferencia de tecnología, que están abiertas al acceso competitivo. Estas estructuras pueden tener localización única, estar distribuidas o agruparse en redes. Actualmente existen un total de 29 ICTS agrupadas en ocho áreas de conocimiento, entre las que se encuentran las infraestructuras distribuidas en ciencias de la salud y biotecnología.

Área	Infraestructura	Localización
Ciencias socioeconómicas y humanidades	Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH)	Única
Ciencias de la salud y biotecnología	Red Distribuida de Imagen Biomédica (ReDIB)	Distribuida
	Red de Laboratorios de Seguridad Biológica (RLASB)	Distribuida
	Red Laboratorios Resonancia Magnética de Biomoléculas (R-LRB)	Distribuida
	Infraestructura de Tecnologías Ómicas (OMICSTECH)	Distribuida
	Infraestructura de Nano, Biomateriales y Sistemas Biomedicina (NANBIOSIS)	Distribuida
Ciencias del mar, vida y tierra	Bases Antárticas Españolas (BAE)	Distribuida
	Flota Oceoanográfica Española (FLOTA)	Distribuida
	Infraestructura para el Cultivo del Atún Rojo (ICAR)	Única
	Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN)	Única

Área	Infraestructura	Localización
	Reserva Biológica de Doñana (RBD)	Única
	Sistema de Observación Costero de las Illes Balears (SOCIB)	Única
Energía	Laboratorio Nacional de Fusión (LNF)	Única
	Plataforma Solar de Almería (PSA)	Única
Ingeniería	Infraestructura Integrada de Experimentación Marítima (MARHIS)	Distribuida
Materiales	Infraestructura de aplicaciones basadas en aceleradores (IABA)	Distribuida
	Centro de Láseres Pulsados (CLPU)	Única
	Infraestructura de Microscopía Electrónica de Materiales (ELECMI)	Distribuida
	Red Salas Blancas de Micro y Nano Fabricación (MICRONANOFABS)	Distribuida
	Sincrotrón ALBA	Única
Tecnologías de la información y las comunicaciones	Red Académica y de Investigación Española (RedIRIS)	Red de e-Ciencia
	Red Española de Supercomputación y Datos (RES)	Red de e-Ciencia
Astronomía y astrofísica	Observatorio Astronómico de Calar Alto (CAHA)	Red RIA
	Observatorio de Yebes (OY)	Red RIA
	Gran Telescopio de Canarias (GTC)	Red RIA
	Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC)	Única
	Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ)	Red RIA
	Observatorios de Canarias (OOCC)	Red RIA
	Radiotelescopio IRAM 30M (IRAM30m)	Red RIA

Tabla 25.- Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares.

Red Distribuida de Imagen Biomédica (ReDIB)

Centrada en el ámbito de la imagen molecular y funcional, avanzada y de alto rendimiento, ReDIB dispone de cuatro infraestructuras ubicadas en Madrid, San Sebastián y Valencia.

La infraestructura de Imagen Traslacional Avanzada (TRIMA) ubicada en el Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III cuenta con (1) una unidad de imagen molecular y funcional que presta servicios de microscopía óptica y de fluorescencia; (2) una unidad de imagen avanzada que incluye resonancia magnética, CT, PET, MRI/PET, ultrasonidos, imagen de fluorescencia y luminiscencia (2 y 3D) y un laboratorio de nanotecnología, química orgánica y radioquímica para los ámbitos clínico y preclínico; y (3) una unidad de imagen de alto rendimiento (citometría de flujo, rastreo de alto contenido).

Por su parte, la Plataforma de Imagen Molecular y Funcional ubicada en CIC biomaGUNE cuenta con un ciclotrón, un laboratorio de radioquímica, PET-CT, SPECT-CT, MRI de alto campo, imagen por fluorescencia y animalario, diseñados para la realización de proyectos preclínicos y el desarrollo de aplicaciones en imagen molecular y funcional preclínica y nanomedicina.

Imaging La Fe, ubicado en el hospital, pone a disposición de sus usuarios (1) una unidad clínica de imagen médica, (2) una unidad preclínica de imagen médica apta para pequeños y grandes animales y (3) el desarrollo de biomarcadores de imágenes e informes a través del Grupo de Investigación Biomédica en Imagen.

Por último, el Centro de BioImagen Complutense (BioImaC), situado en la universidad del mismo nombre, dispone, entre otros, de equipos de imagen por resonancia magnética (0,23T, 1T y 4,7T) y servicio de espectroscopía ex vivo de biopsias y matrices semi-sólidas a 11,7T, junto con un equipo de micro PET/CT para animales, con equipos de diagnóstico veterinario. Además, cuenta con alianzas para el uso de un ciclotrón y laboratorios de radioquímica para síntesis de radiotrazadores PET.

El acceso a estas infraestructuras se realiza mediante acceso abierto competitivo (a través de convocatorias subvencionadas) o acceso a demanda conforme a las tarifas aprobadas, pero siempre tras un estudio de viabilidad técnica.

Red de Laboratorios de Alta Seguridad Biológica (RLASB)

Ofrece servicios integrados de laboratorios y animalarios para agentes infecciosos en condiciones de alta seguridad biológica, tanto en salud animal como humana. Esta infraestructura distribuida, formada por dos nodos, se ubica en la Comunidad de Madrid y en Cataluña.

El Laboratorio de Alta Seguridad Biológica del Centro de Investigación en Sanidad Animal (CISA) cuenta con instalaciones de nivel de contención biológica 3, con laboratorios para I+D con virus exóticos de alto riesgo que pudieran afectar al ser humano (NCB-3+). Dispone en particular de 40 laboratorios NCB3 y dos NCB4, 15 boxes de experimentación NCB3y cuatro NCB4 para trabajos in vivo con zoonosis y Fiebre Aftosa.

Por su parte, el Laboratorio de Alta Seguridad Biológica del Centre de Recerca en Sanitat Animal (CReSA), cuenta con seis laboratorios NCB3 y 12 boxes experimentales independientes.

El acceso en abierto es presencial, previa evaluación y selección mediante un proceso competitivo. No obstante, el personal de los proyectos seleccionados ha de recibir un curso formativo específico antes de poder emplear las instalaciones. La convocatoria para solicitar acceso a RLASB está permanentemente abierta.

Red de Laboratorios de Resonancia Magnética Nuclear de Biomoléculas (R-LRB)

R-LRB se centra en la espectroscopía de resonancia magnética nuclear, ofreciendo acceso supervisado, soporte técnico (planificación, diseño, ejecución e interpretación de resultados) y formación a personas usuarias. Se configura como una red de tres equipos de espectrómetros de alto campo en Barcelona, Madrid y País Vasco.

El Laboratorio de RMN de la Universidad de Barcelona (LRB) tiene amplia experiencia en caracterización de proteínas intrínsecamente desordenadas y diseño de fármacos.

Por su parte, el Laboratorio de RMN Manuel Rico (LMR) del Instituto de Química Física Rocasolano (CSIC) dispone de equipamiento avanzado en biología estructural, prestando además asesoramiento en la implementación de experimentos, en el diseño de estrategias o la interpretación de datos.

Por último, el Laboratorio de RMN de Euskadi (LRE) ofrece un gran número de sondas, incluyendo las necesarias para analizar interacción entre ligandos de biomoléculas, cribados de compuestos para la industria farmacéutica y análisis de núcleos alternativos. Cabe destacar que el LRE ha incorporado recientemente un laboratorio de análisis metabólico de muestras biológicas.

El acceso a la infraestructura se regula mediante convocatorias competitivas abiertas de forma permanente o bien mediante acuerdos comerciales (en el caso de que existan fines lucrativos).

Infraestructura de Tecnologías Ómicas (OMICSTECH)

OMICSTECH pretende ofertar una solución integrada en materia de biología de sistemas, incluyendo tecnologías que permiten cuantificar todo tipo de marcadores biológicos, incluyendo ácidos nucleicos, marcadores epigenómicos, proteínas, metabolitos y elementos estructurales. En todo caso los servicios son prestados por el personal técnico de la plataforma. Lo constituyen dos nodos localizados en Cataluña en los que se ubican las dos plataformas que constituyen OPMICSTECH.

Las plataformas de Secuenciación de Centro Nacional de Análisis Genómico (CNAG-CRG) y de Proteómica del Centro de Regulación Genómica (CRG), cuentan con doce secuenciadores de ADN de segunda generación capaces de secuenciar ocho genomas humanos al día, además de una instalación informática con conexiones directas al Centro Nacional de Supercomputación.

La Plataforma de Metabolómica del Centro de Ciencias Ómicas (Universidad Rovira y Virgili), conforma el segundo nodo de esta infraestructura. Se centra en el desarrollo de perfiles metabólicos empleando diversas técnicas de metabolómica no dirigida.

Como en casos anteriores, se prevé el acceso abierto, en este caso en remoto, a través de convocatorias anuales (abiertas a lo largo del año) previo contacto con OmicsTech para analizar la viabilidad y discutir aspectos como el diseño, muestras, calendario y coste. En el caso de proyectos considerados a gran escala, la solicitud es evaluada por un comité externo.

Infraestructura integrada de producción y caracterización de nanomateriales, biomateriales y sistemas en biomedicina (NANBIOSIS).

Esta infraestructura singular se centra en la nanomedicina, diagnóstico médico, ingeniería de tejidos y dispositivos de medicina regenerativa. Entre los servicios ofertados se incluyen la producción y validación de biomoléculas personalizadas, la producción y validación preclínica de nanomedicamentos y biomateriales, el desarrollo y validación de dispositivos de diagnóstico y el control de calidad y asesoramiento en asuntos regulatorios. Sus tres nodos se ubican en Andalucía, Aragón, Cataluña, Extremadura, Galicia, Madrid, País Vasco y Valencia, organizados en cinco programas: (1) producción de biomoléculas; (2) producción de bio y nanomateriales; (3) caracterización físicoquímica y toxicológica de tejidos, biomateriales y superficies; (4) bioimagen aplicada a la caracterización biológica e *in vivo* y (5) computación de alto rendimiento para el modelado y experimentación *in silico*.

Los nodos de NANOBIOSIS los componen la Plataforma de Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina del CIBER-BBN, la Infraestructura Preclínica y de Desarrollo de Tecnologías de Mínima Invasión del Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón y el Centro Andaluz de Nanomedicina y Biotecnología (BIONAND).

El acceso a los servicios de NANOBIOSIS puede realizarse a través de un acceso abierto, tras evaluación basada en la singularidad y calidad científico-técnica de los proyectos y bajo demanda. Anualmente se publican dos convocatorias de acceso, coincidiendo con el mes de febrero y junio. Se contempla la posibilidad tanto de acceso en remoto como presencial, este último sólo disponible en ciertos servicios y unidades.

Infraestructuras orientadas al Sistema Nacional de Salud.

Entre estas infraestructuras generadas a propuesta del Instituto de Salud Carlos III destacan las Plataformas ISCIII un conjunto de infraestructuras orientadas a la prestación de servicios de apoyo a la I+D+i con el fin de generar y transferir conocimiento.

Las plataformas ISCIII se caracterizan por una estructura distribuida que proporciona soporte de alto nivel (ya sea científico, técnico o tecnológico) a centros del Sistema Nacional de Salud, que tratan además de fomentar la internacionalización de la ciencia en España siempre con el fin de trasladar el conocimiento generado a pacientes y ciudadanía en el menor tiempo posible. La actual configuración de estas plataformas se genera en el año 2020, cuando la convocatoria de ayudas de la Acción Estratégica en salud para el citado año incluye una modalidad específica para estas infraestructuras.

Cataluña, seguida de Madrid y Andalucía encabezan la lista de Comunidades Autónomas en número de nodos en estas plataformas. A la cola, La Rioja y Castilla la Mancha, ambas sin representación en estas estructuras.

Comunidad Autónoma	SCReN	ITEMAS	Biobancos y Biomodelos	Total
Cataluña	8	6	12	26
Madrid	7	4	8	19
Andalucía	4	2	5	11
Galicia	3	1	3	7
País Vasco	2	1	3	6
Valencia	2	2	2	6
Aragón	1	1	1	3
Baleares	1	0	2	3
Cantabria	1	1	1	3
Castilla y León	1	0	1	2
Murcia	1	0	1	2
Asturias	0	0	1	1
Canarias	1	0	0	1
Extremadura	1	0	0	1
Navarra	1	0	0	1

Comunidad Autónoma	SCReN	ITEMAS	Biobancos y Biomodelos	Total
Castilla la Mancha	0	0	0	0
La Rioja	0	0	0	0
Total	34	18	40	92

Tabla 26.- Número de participaciones en las plataformas ISCIII.

Con carácter posterior, otras infraestructuras fueron creadas también mediante convocatorias de ayudas del Instituto de Salud Carlos III en el marco de la Acción Estratégica en Salud. Este es el caso de la Infraestructura de Medicina de Precisión asociada a la Ciencia y la Tecnología (IMPaCT), publicada en 2021, o el recientemente creado Consorcio Estatal en Red para el desarrollo de Medicamentos de Terapias Avanzadas (CERTERA), correspondiente a la anualidad 2022

Plataforma ISCIII Biobancos y Biomodelos (PISCIIIBB).

Creada en 2020, con 40 nodos de pleno derecho y un total de 72 unidades, la PISCIIIBB centra su actividad en cuatro hubs científico-tecnológicos que permiten el manejo y suministro de muestras y de los datos clínicos asociados, organoides, modelos animales y servicios de impresión 3D.

El HUB Biobancos está integrado por los biobancos de 23 nodos de PISCIIIBB a los que se adhieren otros 34. Proporcionan acceso centralizado a colecciones y a los datos asociados a las muestras.

El HUB Impresión 3D lo constituyen 15 unidades que asesoran y prestan servicios en materia de impresión y bioimpresión 3D y asesoramiento ético-legal.

Por su parte, el HUB Modelo Animal está formado por 18 unidades que asesoran y prestan servicios relacionados tanto con aspectos ético-legales como con el desarrollo de modelos animales de experimentación en distintas especies.

Por último, el HUB Organoides oferta servicios de asesoramiento, validación y producción de organoides partiendo de células madre adultas y pluripotenciales a través de sus más de veinte nodos adscritos. Destaca además el uso de aplicaciones como *organ-on-a-chip* y el asesoramiento en técnicas de edición genética, entre otros.

De acuerdo a la información pública disponible, PISCIIIBB prestó en 2021-2022 más de 12 mil servicios, dando soporte a más de tres mil proyectos. En total, más de 246 mil donantes hicieron posible la generación de aproximadamente 2,3 millones de muestras, 447 mil de

las cuales han sido entregadas. Cabe destacar, por último, la generación por parte del PISCIIIBB de 17 nuevas patentes.

Actualmente PISCIIIBB es miembro observador de la Infraestructura Europea de Biobancos BBMRI-ERIC, actuando como nodo nacional.

Plataforma de dinamización e innovación de las capacidades industriales del Sistema Nacional de Salud (ITEMAS ISCIII).

ITEMAS fue creado en 2010 por el Instituto de Salud Carlos III inicialmente con 14 unidades de innovación sanitaria, bajo la figura de Red de Innovación en Tecnologías Médicas y Sanitarias. En 2014 se constituye en plataforma ISCIII, incrementando el número de entidades con unides de innovación. En 2021 se inicia un nuevo periodo centrado en potenciar la traslación efectiva de resultados de investigación al mercado con el fin además de impulsar la industrialización española.

El programa de apoyo a la innovación de ITEMAS permite detectar oportunidades tecnológicas de alto impacto para el SNS y el sector productivo, desarrolladas en los nodos de la plataforma o en centros adheridos, que hayan dado lugar a derechos de propiedad intelectual, industrial o secreto empresarial, titularidad de los centros antes indicados. Los proyectos seleccionados tienen acceso a una cartera de servicios que incluyen la evaluación de proyectos, servicios de desarrollo de negocio, creación de spin-off, estrategia de *fundraising* y acompañamiento pre y post comercialización.

Entre los diez proyectos a los que ITEMAS da soporte se cuentan proyectos basados en imagen médica, inteligencia artificial y biopsia líquida, entre otros, para el diagnóstico y predicción de la respuesta a la terapia oncológica, junto a dispositivos médicos, *sofware* y herramientas para terapia fotodinámica y digital en las áreas de neurología, enfermedades infecciosas, medicina intensiva y tratamientos psicotrópicos. No se han identificado entre estos proyectos específicos en el ámbito de las enfermedades cardiovasculares.

Además, la plataforma realiza una labor formativa y de difusión a través de píldoras, cursos y jornadas propias y en colaboración con terceras partes.

SCReN: Spanish Clinical Research Network ISCIII.

La plataforma de soporte a la investigación clínica SCReN en su configuración actual responde a la creada al amparo de la convocatoria de ayudas de la Acción Estratégica en Salud del año 2020.

Se trata de una estructura colaborativa de trabajo en red integrada por 34 nodos o unidades de investigación clínica en 14 Comunidades Autónomas que tiene por objeto promover y dar respuesta a las necesidades de la investigación clínica independiente.

La cartera de servicio de esta plataforma incluye la asesoría científico-técnica en el desarrollo de estudios y la redacción de protocolos, y en aspectos regulatorios. Asimismo, prestan servicios de desarrollo de operaciones clínicas, tales como el diseño y metodología, puesta en marcha, coordinación y monitorización, gestión de datos y estadística, farmacovigilancia y redacción médica.

Se centra prioritariamente en estudios multicéntricos con alto impacto en el Sistema Nacional de Salud como son (1) los ensayos clínicos con medicamentos o productos sanitarios; (2) estudios con medicamentos o productos sanitarios con otros diseños; (3) ensayos clínicos con otro tipo de intervenciones y (4) estudios observacionales.

Además, SCReN es el nodo español de la infraestructura europea ECRIN (European Clinical Research Infraestructure).

Infraestructura de Medicina de Precisión asociada a la Ciencia y la Tecnología (IMPaCT).

La Infraestructura de Medicina de Precisión asociada a la Ciencia y la Tecnología se establece a través de la convocatoria de ayudas de la Acción Estratégica en Salud correspondiente a la anualidad 2020, con una financiación de hasta 25,8 millones de eruros.

IMPaCT tiene por misión establecer los pilares para facilitar el despliegue de la Medicina de Precisión en el SNS de forma efectiva, con vistas a conformarse como la infraestructura científica de referencia en esta materia. Para ello, el plan estratégico de IMPaCT dibuja tres ejes estratégicos y dos líneas estratégicas trasversales.

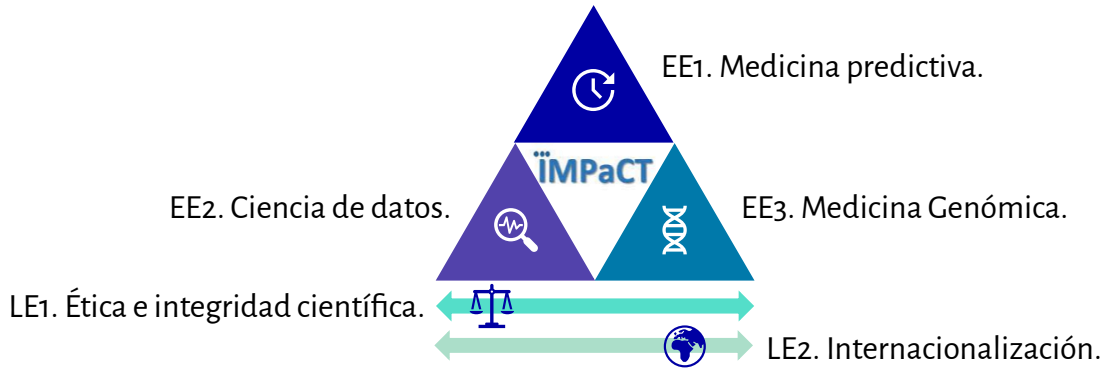


Imagen 27.- Ejes estratégicos y líneas estratégicas trasversales de la infraestructura IMPaCT.

Con las acciones incorporadas al eje estratégico 1 se pretende establecer una cohorte de base poblacional representativa de la población que reside en nuestro Estado, contribuyendo así y gracias a un seguimiento prospectivo, al diseño de estrategias de precisión y modelos predictivos para la prevención primaria, el diagnóstico y el tratamiento temprano de las principales patologías. IMPaCT cohorte se marca como objetivo la inclusión de 200.000 personas sobre las que se seguirán durante 20 años determinantes psicológicos, sociales, medioambientales y biológicos ligados a las condiciones de salud y enfermedades más importantes. El trabajo de campo incluye métodos pasivos y activos, incluyendo un examen físico normalizado y la recogida de muestras biológicas, que se repetirá cada cinco años. Entre las variables del estudio se incluye una exploración cardiovascular, el cribado de diabetes y la actividad y función física, entre otras.

El eje 2 de ciencia de datos persigue desarrollar y validar un entrono de integración y análisis conjunto de los datos clínicos, moleculares y genéticos que apoyen las tareas establecidas por los ejes 1 y 3, así como el desarrollo de modelos de datos que permitan abordar cuestiones de interés para el SNS. Participan 59 grupos de investigación en 15 Comunidades Autónomas.

Por último, el último eje, sobre medicina personalizada, establece una infraestructura cooperativa y distribuida para el desarrollo de estudios genéticos de alta complejidad. Inicialmente estas capacidades se focalizarán en el diagnóstico de enfermedades raras y otras patologías actualmente sin diagnóstico. Además, atenderá a las necesidades de secuenciación de la cohorte IMPact y contribuirá en la iniciativa europea *1M+ Million Genomes*.

En cuanto a las líneas trasversales, la primera de ellas se centra en garantizar los principios éticos y de integridad científica en el tratamiento de datos, muestras y en la presentación de resultados, mientras que la línea 2 pretende posicionar a España como referente internacional en Medicina de Precisión.

Consorcio Estatal en Red para el Desarrollo de Medicamentos de Terapias Avanzadas (CERTERA).

La convocatoria de ayudas para la creación del consorcio CERTERA se publica en 2022. El objetivo es crear una red de infraestructuras que de soporte a los agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación a desarrollar y producir terapias avanzadas, con el fin último de promover y acelerar el desarrollo preclínico y clínico en fases precoces de este tipo de medicamentos.

La convocatoria contempla tres niveles de involucración para los nodos de CERTERA: (1) como centros certificados y autorizados para la producción de medicamentos de terapias avanzadas; (2) centros aún no certificados y autorizados, pero en proceso de obtención de las certificaciones y autorizaciones necesarias y (3) centros de prestación de servicios, que

aportan capacidades auxiliares para el desarrollo de terapias avanzadas no ligados a la producción directa de fármacos. La labor de estos últimos incluye el diseño y ejecución de ensayos preclínicos, el diseño de soluciones para optimizar los procesos productivos o para modular la biodisponibilidad de los medicamentos, el diseño de escalado industrial, los procesos de transferencia tecnológica o de conocimiento, el desarrollo de controles de calidad u otros.

Los fármacos en los que se centra son medicamentos de terapia génica, terapia celular somática e ingeniería tisular centrados en la salud humana.

Se espera que a lo largo de 2023 se conozcan los centros seleccionados de entre las 53 solicitudes admitidas a trámite para configurar este consorcio.

Infraestructuras de investigación europeas (RIs)[27].

Europa considera una prioridad el establecimiento de infraestructuras de investigación de primer nivel y sostenibles, abiertas y accesibles al personal investigador europeo y de terceros países. Con esta estrategia se pretende potenciar el Espacio Europeo de Investigación, evitando la duplicidad de esfuerzos, uniendo fuerzas para generar grandes infraestructuras, complejas o costosas que permitan afrontar los retos científicos a los que nos enfrentamos, de forma coordinada, mejorando tanto las infraestructuras como su uso. Además, las RIs permiten potenciar la innovación, por ejemplo, desarrollando tecnologías avanzadas de la mano de la industria, y son un mecanismo diplomático, que permite abordar problemas conjuntos generando partenariados a nivel internacional.

Entre estas infraestructuras se incluyen conjuntos de equipamiento científico relevante, colecciones, archivos y datos científicos, o sistemas informáticos y redes de comunicación comunes, que pueden a su vez tener una localización única, estar distribuidos o tener la condición de virtuales.

Entre las iniciativas que Europa pone en marcha referidas a las infraestructuras, destaca el Foro Estratégico Europeo sobre Infraestructuras de Investigación (ESFRI, por sus siglas en inglés), un organismo formado por delegados de los distintos Estados Miembro y terceros países asociados que, junto a un representante de la Comisión Europa, establecen una hoja de ruta europea en materia de infraestructuras para periodos de diez a 20 años. ESFRI actúa como incubadora de nuevas infraestructuras, facilitando iniciativas multilaterales que mejoren el desarrollo de estas y su uso. Nos encontramos actualmente en el desarrollo de la sexta hoja de ruta (2021)[28] que incluye un total de 63 infraestructuras de excelencia consideradas bien como proyectos (22) – propuestas de nuevas infraestructuras con un nivel adecuado de madurez – o como *landmarks* o puntos de referencia (41) – infraestructuras europeas correctamente implementadas-.

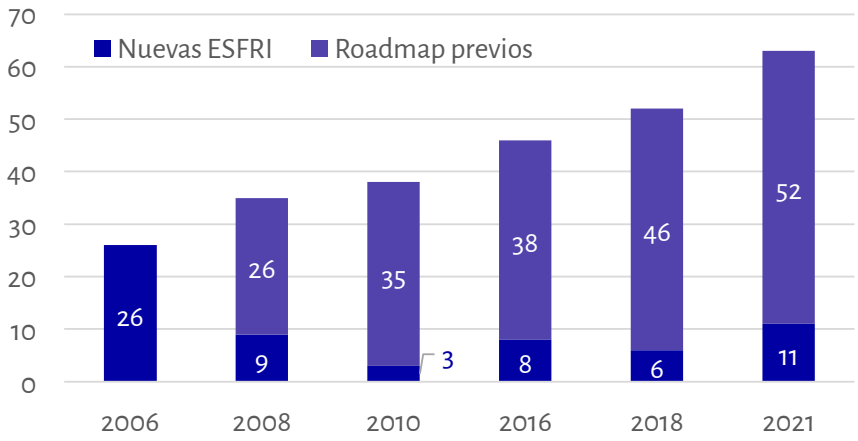


Imagen 28.- Evolución temporal de las ESFRI.

De estas, el 76% son infraestructuras distribuidas. Por temáticas, se incluyen proyectos y puntos de referencia en seis áreas, incluyendo "Salud y Alimentos". España participa en un total de 36 de estas infraestructuras.

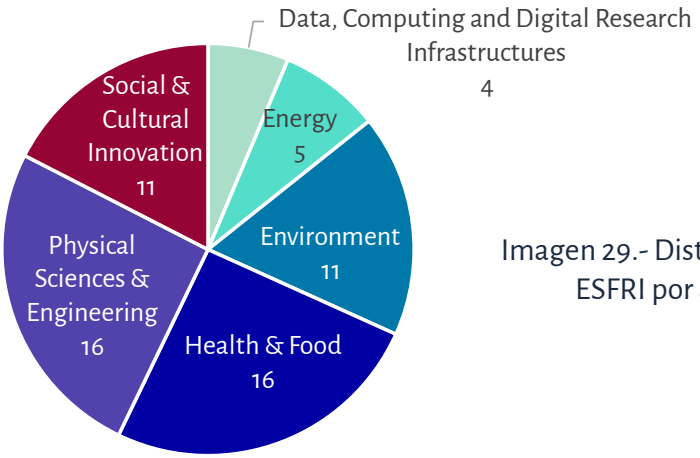


Imagen 29.- Distribución de infraestructuras ESFRI por área de conocimiento.

Por otra parte, se crea la fórmula jurídica de Consorcio de Infraestructura de Investigación Europea (ERIC, por sus siglas en inglés), que simplifica el establecimiento y funcionamiento de infraestructuras de interés europeo. Las ventajas que aporta este modelo es el disponer de personalidad jurídica reconocida por todos los Estados de la UE, con exenciones de IVA y otros impuestos, además, esta clasificación le dota de flexibilidad en su funcionamiento y resulta más rápido que crear una organización internacional. En cualquier caso, todas ellas deben ser entidades multinacionales, con los equipamientos necesarios para realizar programas y proyectos de investigación, que aporten un valor añadido al Espacio Europeo de Investigación en campos científico-tecnológicos de interés y concedan acceso efectivo a la comunidad investigadora. Actualmente son 26 las ERIC activas, entre ellas ocho con relación directa con el campo de la investigación biomédica.

Proyectos y puntos de referencia incluidos en la estrategia ESFRI 2021 en el campo de la Biomedicina.

Dentro del ámbito de la investigación biomédica la hoja de ruta ESFRI 2021 incluye infraestructuras de aplicación en el campo de la biomedicina.



Imagen 30.- Iniciativas ESFRI en el campo de la Biomedicina.

EIRENE RI: Research Infraestructure for EnvIRonmental Exposure assessment in Europe).

EIRNENE RI es un proyecto ESFRI paneuropeo centrado en dar apoyo a la investigación sobre los efectos de la exposición a largo plazo de diversos factores de estrés para la salud y si su rol en el desarrollo de enfermedades crónicas. Entre los factores en los que centra su interés se encuentran los análisis del exposoma y de determinantes ambientales de la salud humana, incluyendo factores endógenos y exógenos, estilo de vida, factores socioeconómicos y la capacidad de las personas para enfrentarse a factores de estrés como infecciones y otras patologías.

Esta infraestructura está liderada por República Checa y supuso hasta 2021 (incluido) una inversión total de 202 millones de euros, incluyendo financiación para su diseño. La. La inversión para la preparación e implementación (esta última a desarrollar a partir de 2026) asciende a más de 890 millones de euros, con una inversión de operación a partir de 2031 de unos 42 millones de euros al año.

Está prevista la futura participación de España en esta infraestructura.

EU-IBISBA: Euroepan Industrial Biotechnology Innovation and Synthetic Biology Accelerator.

El proyecto ESFRI EU-IBISBA integra instalaciones de investigación, desarrollo e innovación en biotecnología industrial, ofreciendo servicios desde las primeras fases de la investigación básica y aplicada. Entre otros, da apoyo en prueba de concepto, creación de prototipos, ampliación y pilotaje. Liderada por Francia, se espera que España pase a formar parte en un futuro de la infraestructura IBISBA.

A nivel presupuestario, la inversión en IBISBA hasta 2021 ha ascendido a 526 millones de euros. La inversión en su implementación, prevista en el periodo 2023- 2025 se estima en 11 millones de euros y a partir de 2025, cuando se prevé que se inicie la fase de operaciones, su inversión superará los 65 millones de euros al año.

BBMRI ERIC: Biobanking and BioMolecular Resources Research Infrastructure.

BBMRI forma parte desde 2013del reducido grupo de infraestructuras de especial interés dotadas con la figura jurídica de una ERIC. Su labor se centra en mejorar la accesibilidad y la interoperabilidad de las colecciones de muestras y sus datos asociados para investigación. Entre las colecciones se encuentran muestras de base poblacional u orientadas a la clínica, muestras biológicas de distintas poblaciones y subpoblaciones en Europa o de enfermedades raras. Entre los datos asociados se incluye información acerca del estado de salud, la nutrición, estilos de vida y exposición ambiental. De forma adicional BBMRI ERIC presta servicios ligados a la calidad y asesoramiento en materia ética y jurídica.

BBMRI ERIC está liderada por Austria. Actualmente la plataforma ISCIII Biobancos y Biomodelos, descrita anteriormente, participa en calidad de miembro observador.

EATRIS ERIC (European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine).

EATRIS reúne recursos y servicios en materia de investigación traslacional en medicina, con el fin de contribuir al traslado de los descubrimientos científicos en forma de herramientas e intervenciones para la mejora de la salud de la población. En particular, centra su actividad en las áreas de vacunas, terapias avanzadas y productos biológicos, moléculas pequeñas, desarrollo de fármacos basados en imagen y biomarcadores para medicina de precisión.

Desde 2016 tiene la consideración de *landmark* o punto de referencia ESFRI. Esta infraestructura se constituyó como consorcio ERIC en 2013 y es liderada por Holanda. Actualmente España es miembro de pleno derecho, y participa con 27 institutos de investigación sanitaria incluyendo IDIBAPS, IBIS, IDIBELL, IR-HUVH, IGTP, IIS LA FE, IDIS, IDIPAZ, IIS-PRINCESA, IISFJD, IIB SANT PAU, IRYCIS, i+12, INCLIVA, IMIBIC, IIS BIODONOSTIA, IdISSC, IMIM, IRB LÉRIDA, IDIPHIM, IBIMA, IMIB, IDIVAL, INIBIC, IIS Aragón, IBS GRANADA , ISPA e ISABIAL.

La inversión hasta 2021 alcanzó los 500 millones de euros. Desde 2013 EATRIS se encuentra plenamente operativa, con una inversión anual estimada de 25 millones de euros.

ECRIN ERIC: European Clinical Research Infrastructure Network.

ECRIN ofrece apoyo a la preparación y realización de ensayos clínicos multicéntricos y multinacionales de alta calidad de carácter independiente o no comercial. La infraestructura, constituida en ERIC en 2013, incluye entre sus servicios el asesoramiento en la preparación de solicitudes de financiación, la evaluación de protocolos, la gestión de ensayos en sus distintas fases, aspectos ligados a la garantía de la calidad y al tratamiento de cuestiones éticas y legales.

Desde su entrada como proyecto ESFRI en 2006, hasta el año 2021 (inclusive) se destinaron a esta infraestructura un total de cinco millones de euros. ECRIN inició la fase operacional en 2014 y desde 2016 es considerada una *landmark* o punto de referencia ESFRI. La inversión anual de funcionamiento desde 2014 asciende a 5 millones de euros.

El equipo líder se ubica en Francia y por parte de España, miembro de pleno derecho de esta infraestructura, participa la plataforma ISCIII SCReN.

ELIXIR: A distributed infrastructure for life-science information.

Al igual que otras infraestructuras mencionadas previamente, EIXIR entra a formar parte de la hoja de ruta de ESFRI desde 2006, adquiriendo en 20213 la condición de consorcio ERIC y pasando a la categoría de *landmark* o punto de referencia ESFRI en 2016.

ELIXIR centra su actividad en coordinar, integrar y mantener recursos bioinformáticos, permitiendo a las personas usuarias acceder a los mismos. Entre estos dispone de colecciones y bases de datos, recursos de interoperabilidad y herramientas de software en distintos campos científicos relacionados con la biomedicina, como son la bioquímica, enzimas, estructuras celulares y moleculares, proteínas y proteoma, vías e interacción de enzimas, genes y genoma, evolución y filogenia y literatura científica relacionada. Además, presta servicios y genera materiales formativos, ofrece almacenamiento en la nube y tratamiento gracias a supercomputadores.

ELIXIR es coordinado por el EMBL, el laboratorio de ciencias de la vida de Europa, y España figura como miembro de pleno derecho, con la participación de Supercomputing Center, Universidad Pompeu Fabra, Fundación Centro de Regulación Genómica, CNIO, Fundación Instituto de Investigación Biomédica de Barcelona, Fundación Instituto de Investigación Biomédica de Barcelona), Universidad de Málaga y Fundación Pública Andaluza Progreso y Salud.

La inversión hasta 2021 en ELIXIR ascendió a 47,6 millones de euros. Actualmente la infraestructura se encuentra en fase operativa desde 2014, con una inversión anual estimada desde entonces de 5,4 millones de euros.

EU-OPENSCREEN ERIC: European Infrastructure of Open Screening Platforms for Chemical Biology.

EU-OPENSCREEN entra en la estrategia europea de ESFRI en 2008, estableciéndose como consorcio ERIC en 2018, en paralelo a su clasificación como *landmark* o punto de referencia ESFRI. Esta infraestructura se centra en el desarrollo de pequeños compuestos químicos que producen respuestas específicas a nivel celular o de componentes celulares o a nivel de organismos. Cuenta con más de 140 mil compuestos comerciales y patentados y ofrece servicios de química médica. De esta manera, EU-OPENSCREEN facilita la validación de dianas terapéuticas y el desarrollo de proyectos en fisiología celular. Dispone además de una base de datos accesible a nivel mundial.

Liderada por Alemania, España participa a través de la Universidad de Santiago de Compostela, el Centro de Investigación Príncipe Felipe, la Fundación Medina y el CSIC.

A nivel presupuestario, la inversión realizada en EU-OPENSCREEN hasta 2021 superó los 82 millones de euros. La inversión en la fase de operaciones, activa desde 2021, asciende a 12 millones de euros al año.

INSTRUCT ERIC: Integrated Structural Biology Infrastructure.

Esta infraestructura europea se incluye en la hoja de ruta ESFRI en 2006, alcanzando la consideración de landmark o punto de referencia en 2016. Posteriormente, ya en 2017 se constituye como consorcio ERIC.

El objetivo es facilitar el acceso a tecnología y grupos con experiencia científica en el campo de la biología estructural, que se concretan en un total de 26 instalaciones que prestan 78 servicios. En su catálogo de tecnologías y servicios se incluyen aquellos ligados a la preparación de muestras, análisis biomoleculares y análisis estructurales 3D, como son los procesos de cristalización, el descubrimiento de nanocuerpos, la producción de proteínas, análisis de imagen, espectrometría de masas, biofísica molecular, microscopía electrónica, técnicas de resonancia magnética o de rayos X y servicios de computación.

España participa con el Centro de Procesamiento de Imágenes y la instalación de microscopia crioelectrónica, ubicados en el Centro Nacional de Biotecnología del CSIC en Madrid, en esta infraestructura coordinada desde Reino Unido.

En cuanto a la inversión requerida para la puesta en marcha y operatividad de INSTRUCT, se estima en 450 millones de euros la inversión total hasta el año 2021, y en 30 millones la cuantía por operaciones anual.

MIRRI: Microbial Resource Research Infrastructure.

La entrada de MIRRI en la hoja de ruta de ESFRI se produce en 2010, accediendo al reconocimiento como *landmark* o punto de referencia en 2021. Su objetivo es facilitar el acceso a la comunidad investigadora a biorrecursos microbianos de alta calidad, microorganismos y sus derivados y datos asociados, principalmente en las áreas de salud y alimentación, agroalimentación, medioambiente y energía. Asimismo, se pretende añadir valor a la diversidad microbiana, describiendo y preservando nuevas especies de microorganismos o aquellos no cultivados.

MIRRI está coordinado desde Portugal. España participa con el nodo de la también infraestructura europea LifeWatch ERIC, la Universidad de Valencia y la de las Palmas de Gran Canaria.

Por lo que respecta a la inversión requerida para el funcionamiento de MIRRI una vez alcanzada la fase de operaciones, asciende a 0,7 millones de euros al año.

INFRAFRONTIER (European Research Infrastructure for the generation, phenotyping, archiving and distribution of mouse disease models).

Permite el acceso a una colección de modelos animales (ratón) y herramientas de investigación, junto a los datos asociados a estos modelos y las tecnologías necesarias tanto para desarrollar nuevos modelos como para analizar fenotipos de ratón. Destaca especialmente el repositorio *EMMA (European Mouse Mutant Archive)*, que registra, crioconserva y distribuye cepas de ratones mutantes de interés para la investigación biomédica básica. EMMA es el tercer mayor repositorio sin ánimo de lucro de ratones, con aproximadamente 8.700 cepas disponibles y usuarios de 50 países. Esto supone la gestión de hasta 500 envíos al año Entre las enfermedades en las que se centra, se incluyen las cardiovasculares.

Desde 2006, año en el que accede a la hoja de ruta ESFRI, INFRAFRONTIER evoluciona hasta recibir en 2016 el reconocimiento como landmark o punto de referencia ESFRI. Este avance fue posible, entre otros, gracias a una inversión que hasta 2021 alcanzó los 180 millones de euros. Esta infraestructura accedió a la fase de operación en 2012, con una inversión anual en este concepto de 80 millones de euros al año.

En 2013 se constituye como compañía de responsabilidad limitada bajo la legislación alemana. Si bien España no es miembro formal de esta entidad jurídica, sí participa en la infraestructura liderada por Alemania, a través del Centro Nacional de Biotecnología del CSIC y la Universidad Autónoma de Barcelona.

Euro-BioImaging ERIC: European Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences.

El objetivo de Euro-BioImaging es dar acceso a gran escala a tecnologías de imagen punteras en el campo de las ciencias de la salud a la comunidad investigadora sin importar su filiación, área de especialización o campo de actividad, incluyendo a la comunidad científica y a la industria. Lo componen instalaciones especializadas en imagen en 33 nodos, que ofrecen más de 140 servicios de imagen.

Esta infraestructura se incorporó en 2008 a la hoja de ruta ESFRI, obteniendo el estatus de *landmark* o punto de referencia ESFRI en 201 y estableciéndose un año después como consorcio ERIC. Desde sus inicios y hasta 2021 la inversión realizada en esta infraestructura alcanza los 270 millones de euros, destinando 16 millones al año de inversión en la fase de operación, que se inició en 2016.

A fecha actual, el Instituto de Salud Carlos III se encuentra en fase de adhesión a esta infraestructura coordinada por Finlandia.

ERINHA: European Research Infrastructure on Highly Pathogenic Agents.

ERINHA entra en la hoja de ruta de ESFRI en 2008 con el objetivo de reforzar las capacidades europeas para el estudio de patógenos del grupo de riesgo 4, mejorando las actividades del nivel de bioseguridad (BSL) 4, y dando acceso tanto a infraestructuras de este nivel como a otras complementarias (BSL-3). Su campo de estudio incluye tanto patógenos humanos como animales altamente peligrosos para la salud humana, para los que no existe tratamiento o vacuna aprobados o ampliamente disponibles.

En 2017 adquiere la consideración de asociación internacional sin ánimo de lucro conforme al derecho belga y, ya en 2018, pasa a ser considerada *landmark* o punto de referencia ESFRI. La inversión total dedicada a ERINHA hasta 2021 asciende a 5,8 millones de euros, con una inversión de operaciones de 700 mil euros al año, desde 2018.

ERINHA se coordina desde Francia y el Instituto de Salud Carlos III es el único miembro español.

EBRAINS: European Brain ReseArch INfrastructureS

Si bien esta infraestructura se centra específicamente en el estudio del cerebro, se incluye en este apartado para mostrar la capacidad de las infraestructuras europeas de investigación para abarcar retos específicos de enfermedades.

Así, EBRAINS, que accede en 2021 a la hoja de ruta de ESFRI, se centra en la neurociencia, la informática y la tecnología con el fin de ofrecer tanto herramientas como servicios avanzados en la investigación del cerebro, incluyendo entre otros servicios de datos FAIR,

atlas cerebrales de próxima generación, plataformas de simulación y análisis big data basados en inteligencia artificial. No obstante, se contempla el ampliar su actuación a otros ámbitos de la biomedicina. Además, se contempla su implicación a futuro en el desarrollo de aplicaciones digitales para uso médico e industrial.

Coordinada desde Francia, en 2019 adquiere la figura de asociación internacional sin ánimo de lucro de derecho belga, con representación de siete países, incluyendo a España, que participa con la Universidad Politécnica de Madrid como miembro de pleno derecho y con otros nueve miembros asociados, entre los que se encuentran el CSIC, la Fundación de Investigación HM Hospitales, la Fundación Instituto de Bioingeniería de Cataluña, el Instituto de Investigación Sant Joan de Déu, FRCB-IDIBAPS, Quirónsalud, la Universidad de Granada, la Universidad Rey Juan Carlos y Bitbrain Technologies.

Plan de fomento del uso de las infraestructuras europeas de investigación del sector de la salud[29].

El Plan Estratégico del Instituto de Salud Carlos III para el periodo 2021-2025 incluye un plan específico para potenciar el uso de las infraestructuras europeas con participación española y en las que el ISCIII colabora, buscando impulsar su alineamiento con las estrategias y plataformas estatales en el campo de la salud.

Así se especifican un total de cinco objetivos que incluyen fomentar la participación española en las infraestructuras europeas, pero también potenciar su uso por parte de la comunidad investigadora y la industria. Para ello se apuntan una serie de medidas que incluyen aportar recursos económicos por parte del ISCIII, desarrollar nodos nacionales de estas infraestructuras y generar un sistema de evaluación que tenga en cuenta tanto los retornos económicos como los retornos intangibles.

ANÁLISIS DE ACTIVIDADES

Se considera una buena aproximación al análisis de la actividad investigadora e innovadora en ECV el estudio de los proyectos de I+D+i y su financiación y de la actividad en ensayos clínicos y estudios observacionales. Este apartado presenta las conclusiones extraídas tras este ejercicio.

Si tuviéramos que resumir la participación de equipos de investigación españoles en Europa, destacaríamos que participamos en 138 proyectos en más de 70 *topic* diferentes, lo que constata la falta de convocatorias específicas para las ECV. Las convocatorias que más proyectos financiaron fueron las *Individual Fellowships*, junto con las redes de formación innovadoras MSCA-ITN e Instrumento PYME. Los *topic* que mayor financiación acumularon fueron los ligados a la medicina regenerativa, la inteligencia artificial para

generar hospitales inteligentes, las redes formadoras de innovación y los acuerdos precomerciales para soluciones en cuidados integrales. Sin embargo, EIC *Accelerator Open*, Tecnologías Estratégicas Digitales y en Salud y las ayudas para vincular la evaluación digital a criterios de valoración clínicos, respaldando la aceptación normativa y la práctica clínica, son los *topic* que mayor cuantía media por participante aportaron.

La participación española en proyectos iniciados ha ido cayendo, salvo en 2021, año en el que se aprecia un pico en el inicio de proyectos, con toda seguridad, debido al retraso en el inicio de proyectos suscritos en años previos. Los proyectos firmados experimentaron un enorme crecimiento en 2019, pero se estabilizaron a partir de 2020, en torno a los 23/año. En cuanto a la financiación, los proyectos han ido incrementando de media su coste, superando el millón y medio de euros, pero la contribución neta europea se estabilizó en un millón.

Otra conclusión clara del estudio realizado es que coordinamos poco, sólo el 25% de las participaciones en proyectos europeos de centros españoles fueron coordinaciones. En cuanto a este rol coordinador, cabe destacar que un número reducido de centros acumulan más de seis participaciones, la mayor parte sólo participaron en un proyecto. Asimismo, se identifican importantes diferencias regionales, con Cataluña liderando la participación y coordinación de proyectos y la captación de contribución neta, Aragón con la mayor contribución neta media europea y Andalucía siendo la única Comunidad Autónoma que muestra un crecimiento sostenido en número de proyectos desde 2020.

A nivel estatal, la capacidad de captación de fondos competitivos por parte de los equipos investigadores en ECV muestra una tendencia positiva en 2018-2022, en número de proyectos, cuantía total y media por proyecto. Se aprecia un ligero descenso en 2020, superado en 2021. Probablemente reflejo del impacto del COVID. Si bien en número de proyectos en ECV es el Instituto de Salud Carlos III el organismo que más de ellos financia, la Agencia Estatal de Investigación lidera en financiación total. CDTI es la tercera fuerza financiadora, seguida de RED.ES y la D.G. de Industria y de la PYME, todas ellas con una financiación total reducida. Sin embargo, RED.ES sigue al CDTI en financiación media por proyecto. Si revisamos qué ocurre con las áreas temáticas que se priorizan en la Estrategia en Salud Cardiovascular, si bien la insuficiencia cardíaca, las arritmias y la cardiopatía isquémica se posicionan entre las cuatro primeras posiciones en número de proyectos financiados, las valvulopatías se sitúan en séptima posición. Esto mismo ocurre si atendemos a la financiación total captada. En cuanto a la financiación media por proyecto, tanto la cardiopatía isquémica como las valvulopatías quedan fuera de este top cuatro.

Con el fin de poder comparar la actividad y financiación de proyectos de investigación en ECV en el contexto internacional, se analizó la información disponible en CardioScape. Esta base de datos, de registro voluntario, pretende entre otros aspectos mapear las acciones de investigación y la financiación en investigación e innovación en ECV tanto de fuentes públicas como privadas a nivel estatal y europeo. Así, España ocupa el octavo lugar en cuanto a número de proyectos financiados y cuantía total otorgada entre 2010 y 2019.

Centrándonos ahora en el campo de la investigación clínica, se identificaron un total de 899 estudios clínicos con participación española, lo que supone 177 estudios al año. Se aprecia una evolución con altibajos de poca importancia hasta que en el año 2022 se aprecia una reducción del 17% frente al año anterior.

La mayor parte de estos estudios se encuentran en fase de reclutamiento (44%). El 14% son estudios *on going*. El 25% se cerraron tras completar la última visita del último paciente. Se desconoce el estado del 9% y el 5% fueron terminados o están suspendidos temporalmente. Sólo el 3% no han iniciado el reclutamiento o están en fase de inclusión por invitación, lo que supone que a falta de los datos de inicio de estudios de este año, el número de estudios disponibles para reclutar nuevos pacientes es bajo.

Se trata mayoritariamente de estudios de intervención, en fármacos (38%) o en dispositivos (25%), aunque se incluyen también otros tipos de intervención, como procedimientos, test diagnósticos, o estudios sobre comportamiento. Los estudios con fármacos, que se redujeron en 2020, han aumentado considerablemente, mientras que los estudios con dispositivos muestran un descenso sostenido desde ese año. Por otra parte, los estudios sobre productos de combinación son, junto a los estudios en intervenciones genéticas, residuales.

En cuanto al tipo de fase, se trata mayoritariamente de estudios en fases tempranas (42%) con más peso de la fase II. Los estudios fase III representan el 44%.

Respecto a otros aspectos del diseño de los estudios, predomina el modelo de asignación paralela (69%) seguido por los de grupo único (20%). El 52% no aplica enmascaramiento mientras que el 15% de ellos son cuádruple ciego.

Queda patente que la mayoría de los estudios se orientan al tratamiento (80%), mientras que sólo el 8% se centran en la prevención y el 3% a diagnóstico o cuidados paliativos o complementarios.

Como en el caso anterior, se aprecian diferencias en la participación de las distintas Comunidades Autónomas, con mayor peso para Cataluña y Madrid. En cuanto a la actividad colaborativa en esta materia, destaca el incremento del número de Comunidades Autónomas involucradas de media en los estudios en ECV, que viene aumentando desde 2019 para alcanzar las tres en 2022.

En cuanto al promotor de los estudios, cabe reseñar que la industria farmacéutica o de dispositivos médicos no son el promotor mayoritario de estos estudios, como se podría presuponer.

Por último, la comparativa realizada entre especialidades a nivel tanto estatal como internacional evidencia que existe margen de mejora en la participación de centros españoles en investigación clínica en ECV, la cual sigue incrementándose por periodos desde 2004, pero a un ritmo cada vez menor y muy por debajo de los estudios en otras disciplinas como la Oncología.

En los siguientes apartados se detalla esta información.

Proyectos competitivos financiados

Metodología aplicada

La información acerca de los proyectos de I+D+i en materia de enfermedades cardiovasculares que se desarrolla en el siguiente apartado de este documento fueron obtenidos gracias a la colaboración de la Dirección General de Planificación de la investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación, a cuyo personal agradecemos su disponibilidad y ayuda. En particular se identificaron proyectos entre los años 2018 y 2022 con que respondieran a las siguientes palabras clave: cardiovascular, cardio, vascular; hemodinámica, cardiología intervencionista; cardiopatía isquémica, enfermedad coronaria; imagen cardíaca; insuficiencia cardíaca; rehabilitación cardíaca; arritmia, ritmo cardíaco; cardiopatías congénitas, genética cardiovascular; cardiopatías familiares; cardiología geriátrica; valvulopatía, patología aórtica y riesgo cardiovascular. Fueron excluidas expresamente los proyectos referidos únicamente a ictus, al ser abarcados desde otras disciplinas médicas. De los 1.452 registros recibidos que incluían actividades que se ejecutaban en más de un centro, se han incluido tras un análisis pormenorizado de los mismos, un total de 768 proyectos relativos a las enfermedades cardiovasculares y/o a la salud cardiovascular.

Los resultados que se presentan a continuación respecto a proyectos financiados por la Unión Europea fueron extraídos de la plataforma europea CORDIS, empleando el aplicativo Horizon Dashboard. Para ello, a través del buscador CORDIS, se obtuvo el listado de proyectos con participación española iniciados en el periodo de análisis (2018-2022), que incluyeran los siguientes términos: *cardiovascular disease, cardiovascular, interventional cardiology, ischemic heart disease, cardiac imaging, heart failure, cardiac rehabilitation, arrythmia, cardiac rythm, congenital heart disease, cardiovascular genetics, familial heart disease, geriatric cardiology, valvulpathy, aortic pathology, cardiovascular risk, cardiology and atrial fibrillation*. Una vez identificados, se empleó la herramienta Horizon Dashboard para extraer la información de interés y realizar el análisis.

Por último, los datos comparativos a nivel europeo sobre el número de proyectos y su financiación fueron extraídos de la base de datos de la iniciativa CardioScape de la Sociedad Europea de Cardiología, que cubre las anualidades 2010-2019.

Proyectos y Financiación estatal de proyectos en ECV

Proyectos de I+D+i en ECV financiados en convocatorias nacionales.
Se han identificado un total de 768 proyectos de investigación financiados en convocatorias competitivas públicas de ámbito estatal, iniciados entre los años 2018 y 2022. Solo 36 de ellos se identificaron como proyectos coordinados, con participación de más de una entidad solicitante.

En relación a las áreas de conocimiento en las que se centran estos estudios, la mayor parte de ellos, el 22%, corresponden al área ANECA de Transferencia de Tecnología (172 proyectos). El área de Medicina Clínica y Epidemiología y el de Biomedicina se posicionan en segunda y tercera posición, con un total de 131 proyectos (17%) y 124 (16%) respectivamente. Encontramos también un número interesante de proyectos en las áreas relacionadas con las herramientas diagnósticas, pronósticas y terapéuticas (9%) la

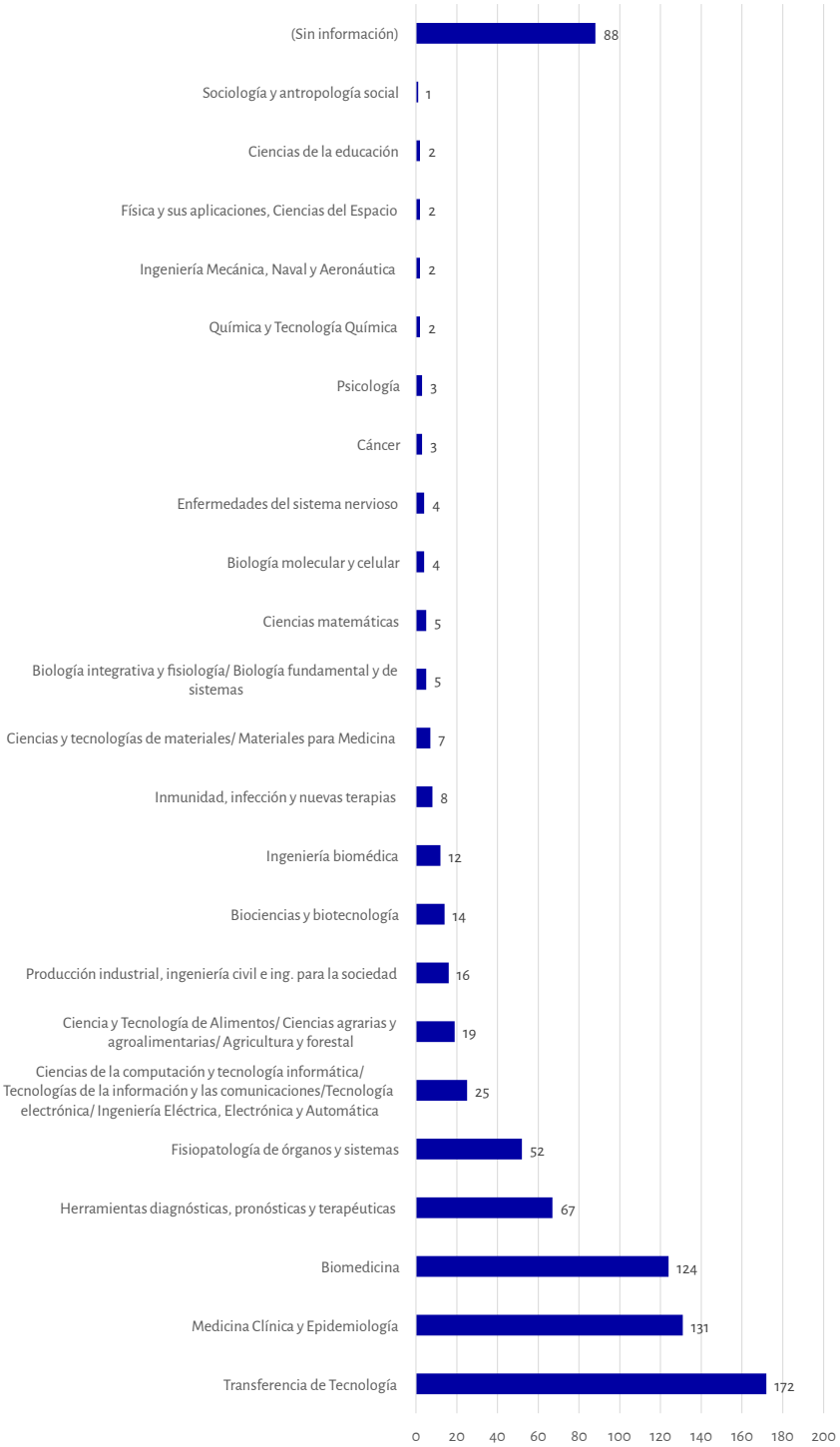


Imagen 31.- Áreas ANECA en las que se agrupan los proyectos de investigación en ECV analizados.

fisiopatología de órganos y sistemas (7%) y en menor medida, en materia de ciencias y tecnologías de la información, informática, electrónica y automática (3%).

Son minoritarios los proyectos en áreas como las ciencias y tecnologías de materiales; inmunidad; infección y nuevas terapias; biología fundamental y de sistemas o integrativa; biología molecular y celular; matemáticas, química, física e ingeniería mecánica; ciencias de la educación; sociología y psicología, con un número de proyectos financiados inferior a los 10. Se identifican también algunos estudios en cáncer o en enfermedades del sistema nervioso con objetivos comunes a los del área de EC, aunque en un número reducido (7). No obstante, estas conclusiones se ven limitadas por el alto número de proyectos sin clasificación que asciende al 11% (88).

Se presenta a continuación una clasificación en función de las áreas temáticas en ECV a las que corresponde cada proyecto en base a los siguientes criterios de búsqueda:

- Arritmias, Ritmo Cardíaco (AR).
- Cardiopatía Isquémica, Enfermedad Coronaria (CIEC).
- Insuficiencia Cardíaca (INSC).
- Riesgo Cardiovascular (RC).
- Hemodinámica, Cardiología Intervencionista (HCI).
- Imagen Cardíaca (IC).
- Cardiopatías Congénitas (CC).
- Cardiopatías Familiares (CF).
- Valvulopatía, Patología Aórtica (VPA).
- Rehabilitación Cardíaca (REH).
- Área general (AG, sin subclasificaciones).

Téngase en cuenta que cada proyecto puede pertenecer a más de un área.

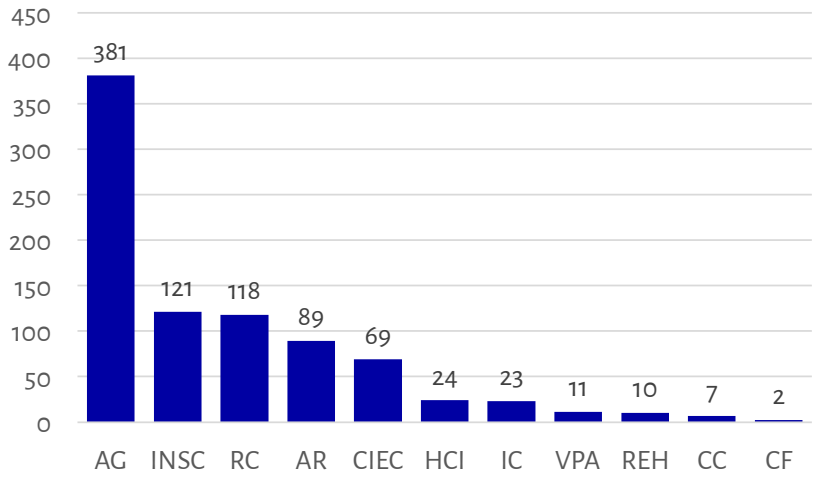


Imagen 32.- Áreas temáticas en ECV de los proyectos analizados.

381 proyectos (50%) se incluyeron únicamente en el área general (AG). Del resto, se puede afirmar, a la vista de los resultados, que, mayoritariamente, los proyectos pertenecen al área de insuficiencia cardíaca (16%), seguido por el área de riesgo cardiovascular (15%) y arritmias o ritmo cardíaco (15%). Los proyectos sobre cardiopatía isquémica o enfermedad coronaria ocupan la cuarta posición (9%), seguidos de aquellos sobre hemodinámica o cardiología intervencionista (3%) e imagen cardíaca (3%). El resto de las áreas no acumulan un número de proyectos superior a 11. Entre estas se incluyen, en orden descendente de número de proyectos, aquellos relacionados con las valvulopatías y la patología aórtica, la rehabilitación cardíaca y las cardiopatías congénitas y familiares.

Atendiendo a la entidad financiadora, se aprecia un elevado peso del Instituto de Salud III, que financia el 54% de todos los proyectos identificados (414). Le sigue la Agencia Estatal de Investigación, con 309 proyectos en ECV financiados, lo que supone un 40% del total. La contribución en número de proyectos del CDTI es muy moderada, con 33 proyectos (4%) aunque no es así, atendiendo a la financiación media de estos, como veremos en el siguiente apartado. La entidad pública RED.ES y la Dirección General de Industria y PYME cierran la lista de agentes financiadores de la investigación en ECV, con una representatividad del 1% cada una.

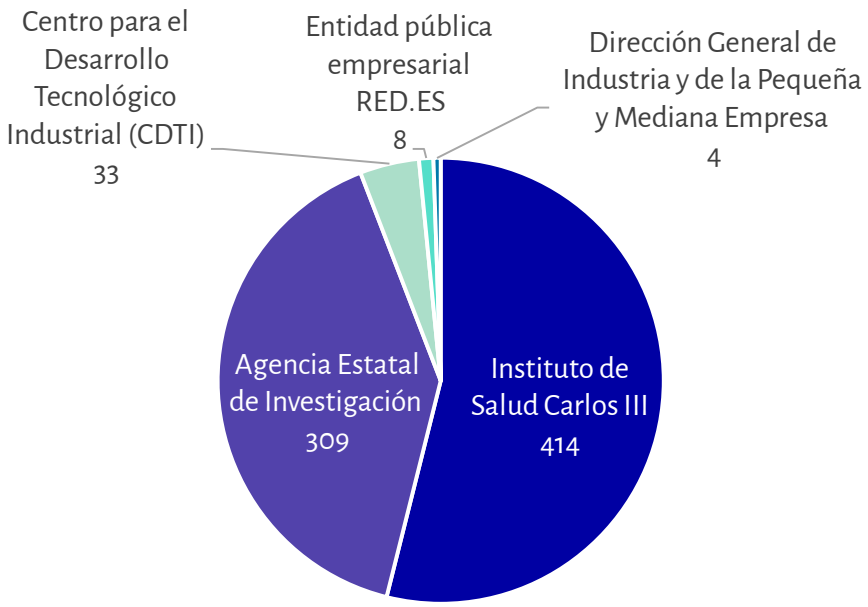


Imagen 33.- Entidades financiadoras según número de proyectos financiados.

En cuanto a las convocatorias a través de las cuales se financiaron estos estudios, desataca la convocatoria de Proyectos de Investigación en Salud del Instituto de Salud Carlos III, que permitió financiar un total de 366 proyectos, que suponen el 48% del total. Las convocatorias de Proyectos de I+D+i incluyendo "Retos investigación" y "Generación de Conocimiento" ocupan respectivamente la segunda, tercera y cuarta posición con un total de 227 proyectos financiados (el 30% del total).

Las convocatorias para proyectos de colaboración público-privada de la Agencia Estatal de Investigación financiaron el 6% de los proyectos en ECV (27 proyectos de colaboración público-privada y 20 ayudas a proyectos en líneas estratégicas).

La convocatoria de proyectos de desarrollo tecnológico en salud (ISCIII), ocupa la séptima posición en cuanto al número total de proyectos en ECV financiados, con un total de 18 (2%), seguida de las convocatorias de Proyectos de I+D de CDTI y el programa "Retos-Colaboración", con 16 proyectos cada una.

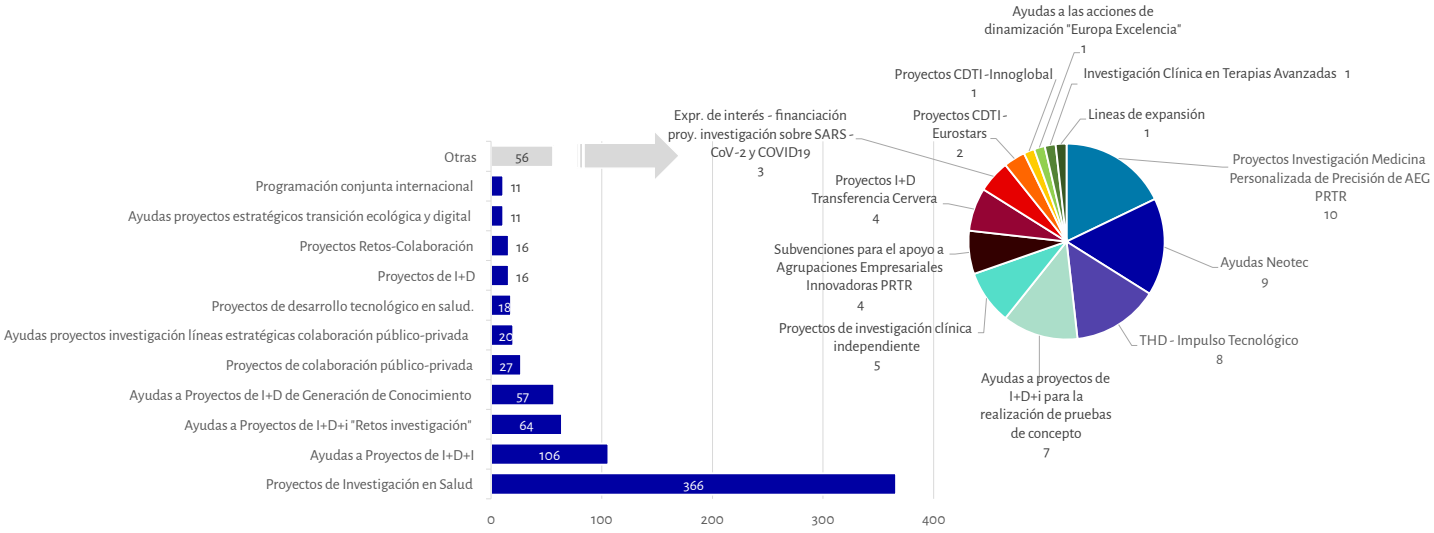


Imagen 34.- Convocatorias financiadoras de los proyectos analizados.

Es reseñable el hecho de que a lo largo del periodo analizado el número de proyectos en ECV financiados mantiene una tendencia creciente pasando de los 126 proyectos seleccionados en convocatorias del 2017 a los 201 en el año 2021. Esto supone un

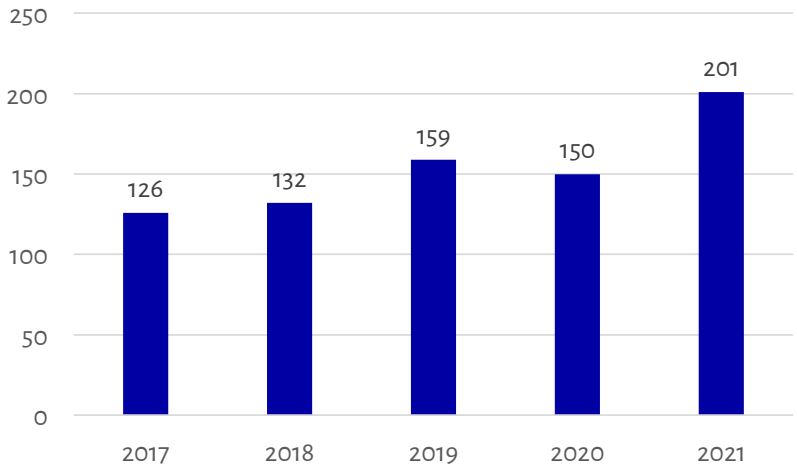


Imagen 35.- Evolución del número de proyectos en ECV financiados.

incremento del 60% frente a la primera anualidad del periodo. Además, tal y como se muestra en la siguiente gráfica, la caída en 2020 de proyectos (hecho que puede verse relacionado con las consecuencias de la aparición de la COVID-19) resultó mínima, contabilizándose sólo nueve proyectos menos que en la anualidad previa (-6%).

En cuanto a la distribución geográfica de estos proyectos en función de la Comunidad Autónoma en la que se ubican los centros solicitantes, Cataluña encabeza la lista al participar en el 30% de los proyectos en ECV (232), seguida muy de cerca por la Comunidad de Madrid, que figura en el 29% de estos proyectos (226). La tercera posición la ocupa Andalucía (9%), seguida por la Comunidad Valenciana (8%), Navarra (4%), Castilla y León y País Vasco (3% cada una). Cierran esta relación las Comunidades Autónomas de Baleares, Canarias, Extremadura y La Rioja, ninguna de las cuales alcanza los 10 proyectos participados.

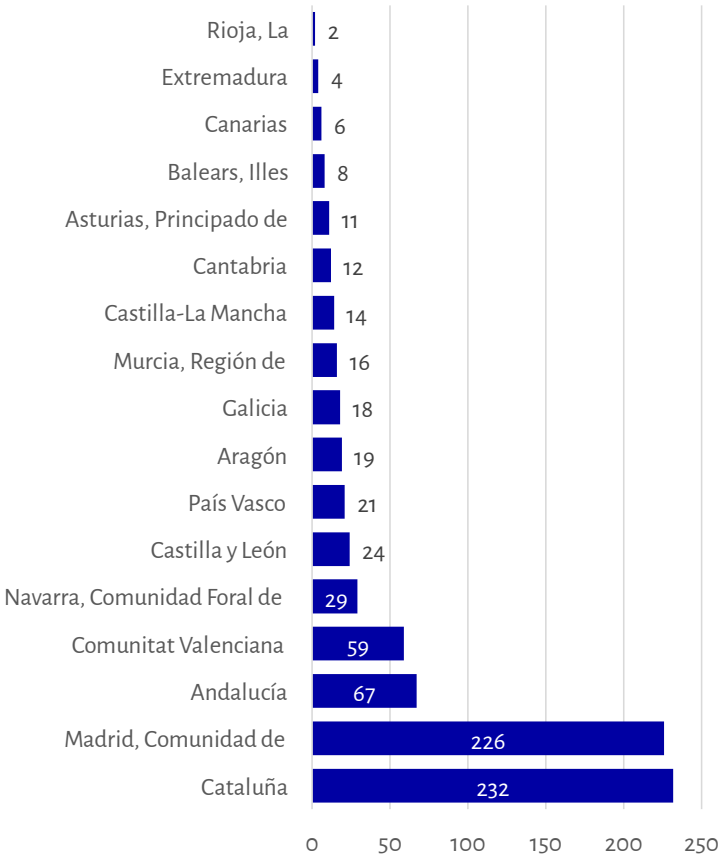


Imagen 36.- Distribución geográfica de los centros solicitantes de los proyectos en ECV analizados, según Comunidades Autónomas.

Cabe destacar que, si se realiza este análisis por provincias, Navarra pasa a ocupar la cuarta posición, seguido de Zaragoza, al participar en el cuatro y el 2% de todos los proyectos analizados, respectivamente, tal y como se refleja en la siguiente imagen, que presenta las diez provincias con mayor participación en proyectos en ECV.

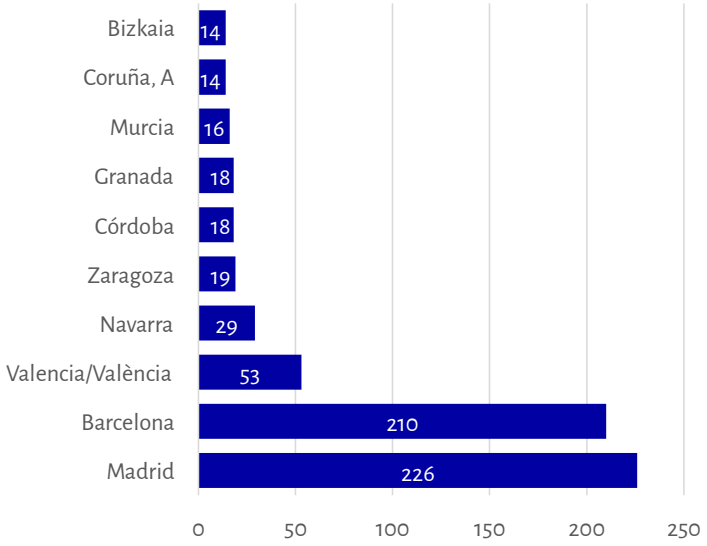


Imagen 37.- Distribución geográfica de los centros solicitantes de los proyectos en ECV analizados, según Provincias.

Se aprecia que la investigación en ECV se desarrolla mayoritariamente en centros del ámbito El CSIC, el CNIO e IDIBAPS son las tres instituciones con mayor representatividad en estos proyectos, actuando como solicitantes en el seis, cinco y 3% de los proyectos analizados. La universidad de Zaragoza, participante en 15 proyectos, es la primera universidad en esta relación, seguida por la Universidad Autónoma de Madrid, con 14. Se presenta a continuación la relación de instituciones que participan en al menos 10 proyectos en orden descendiente de participación.

	Entidad	Núm. proyectos participados
1	CSIC	44
2	Fundación Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III	39
3	Instituto de Investigaciones Biomédicas August Pi i Sunyer (IDIBAPS)	25
4	IIB-SANT PAU. Instituto de Investigación Hospital Santa Cruz y San Pablo	24
5	Fundación Hospital Clínico Universitario De Valencia	18
5	Fundación Para Investigación Biomédica Hospital G. Marañón	18
7	Fundación Instituto Inv Germans Trias I Pujol	17
8	Fundación Hospital Universitari Vall d'Hebron - Institut de Recerca	16
9	Fundación Investigación Biomédica de Córdoba (FIBICO)	15
9	Fundación Instituto De Investigación Sanitaria de Navarra	15
9	Universidad de Zaragoza	15
12	Universidad Autónoma de Madrid	14
12	Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario 12 de Octubre	14
14	Fundación Instituto Mar De Investigaciones Médicas (FIMIM)	12

	Entidad	Núm. proyectos participados
14	Fundación Instituto de Investigación Sanitaria de la Fundación Jiménez Díaz	12
16	Universidad de Barcelona	11
16	Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario Ramón y Cajal	11
16	Fundación IDIBELL	11
19	Universitat Politècnica de València	10
19	Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria Virgen de la Arrixaca (IMIB)	10
19	Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red MP CIBER	10

Tabla 27.- Relación de instituciones que participan en al menos 10 proyectos en ECV, en orden descendiente de participación

Financiación obtenida de convocatorias estatales para desarrollar proyectos en ECV.

En total, se captaron más de 130 millones para financiar la investigación e innovación en ECV a través de convocatorias en concurrencia competitiva de ámbito estatal. Lo que supone una financiación media de cerca de 170 mil euros por proyecto.

Atendiendo a la clasificación por áreas ANEP, las correspondientes a transferencia de tecnología, Biomedicina y herramientas diagnósticas, pronósticas y terapéuticas acumularon la mayor cantidad de financiación, con el 18, 15 y 13% de la financiación total, respectivamente. Les siguen los proyectos en Medicina Clínica y Epidemiología (9%) y aquellos clasificados en las áreas de fisiopatología de órganos y sistemas (8%). Los proyectos relacionados con las ciencias de la computación y tecnología informática, las tecnologías de la información y las comunicaciones, ingeniería eléctrica, electrónica y la automática ocupan la sexta posición, con una financiación total acumulada de casi cinco millones de euros (el 4% del total).

No obstante, si nos centramos en la financiación promedio que recibieron los proyectos de cada una de estas áreas, se aprecia que las dos primeras posiciones corresponden a proyectos sobre ECV y cáncer y proyectos sobre herramientas diagnósticas, pronósticas y terapéuticas, con una financiación media de 314 y 252 mil euros por proyecto. Valores estos muy superiores a la financiación promedio general ya citada. Les siguen los proyectos en las áreas de Ingeniería biomédica; fisiopatología; ciencias y tecnologías de materiales; inmunidad, infección y nuevas terapias y aquellos ligados a las TIC. Llama la atención que los proyectos del área de medicina clínica tengan financiaciones por debajo de los 100 mil euros, una cuantía muy alejada del coste necesario para la realización de ensayos clínicos, pero como veremos más adelante, se debe a que los proyectos de esta convocatoria del ISCIII previos a 2020 no fueron catalogados siguiendo esta clasificación.

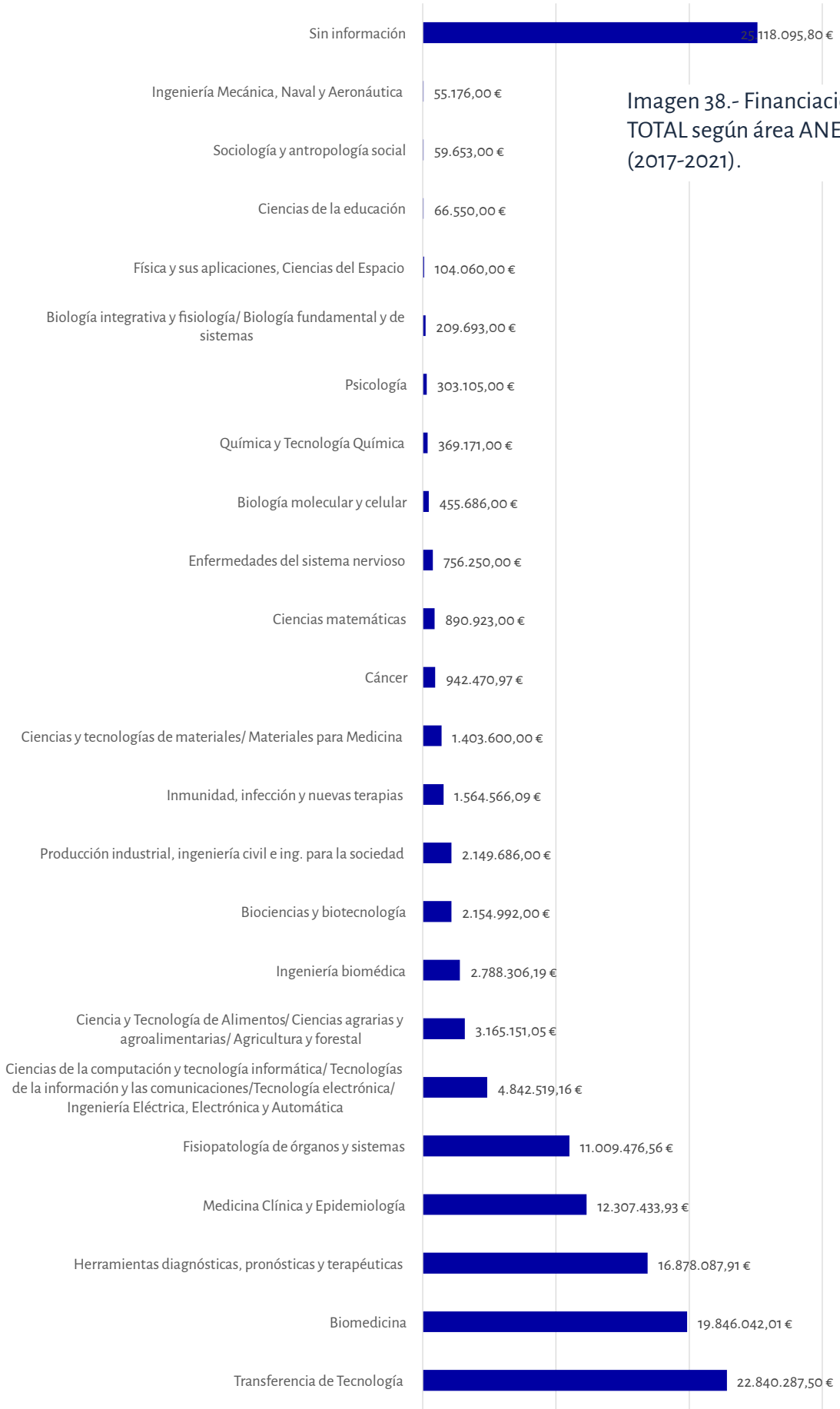


Imagen 38.- Financiación TOTAL según área ANEP (2017-2021).

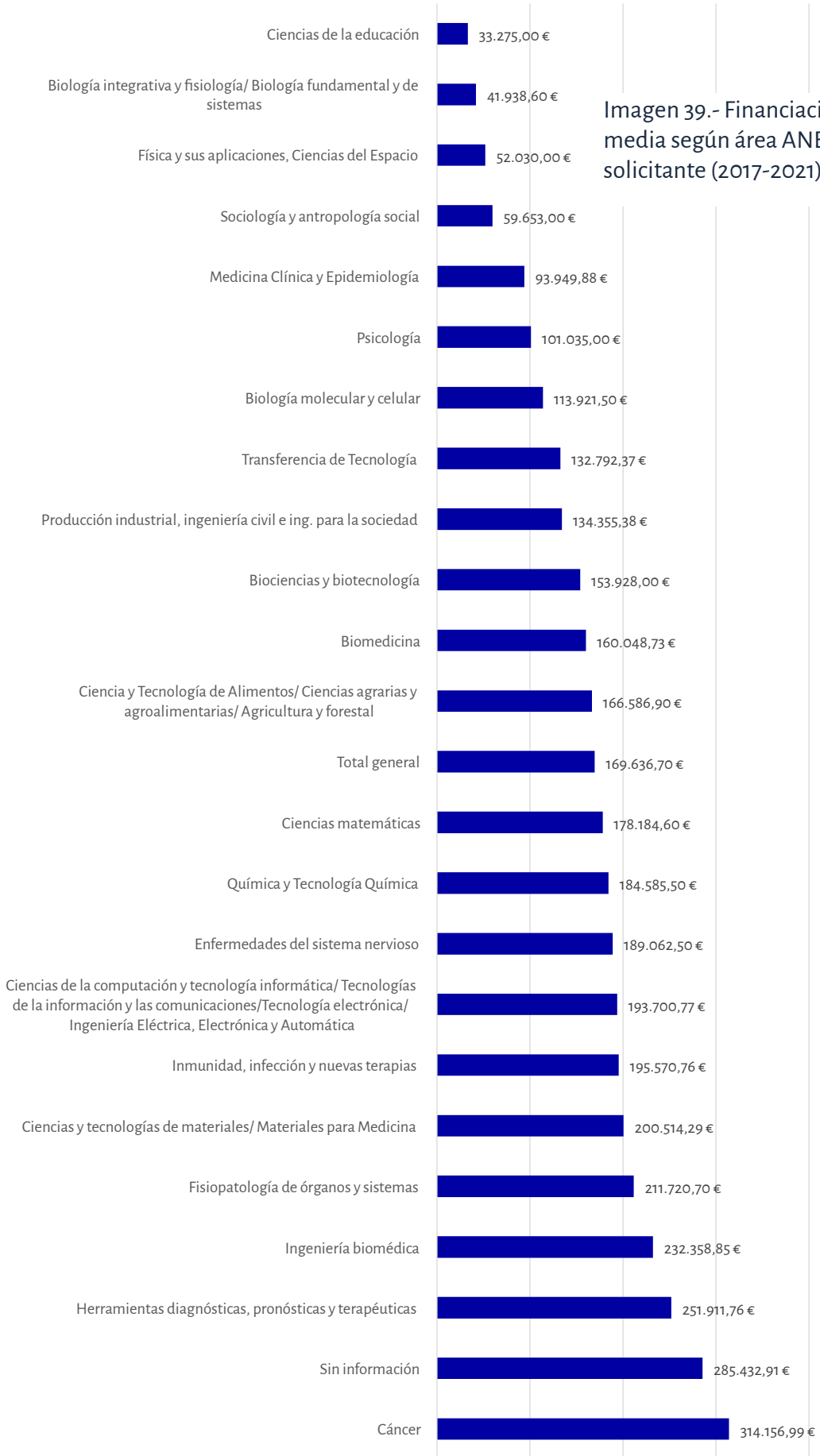


Imagen 39.- Financiación media según área ANEP por solicitante (2017-2021).

Atendiendo a la clasificación por áreas temáticas ligadas a las ECV ya presentada en el apartado anterior, aquellas que obtuvieron una mayor financiación fueron las relacionadas con la insuficiencia cardíaca, que acumularon el 15% de los fondos totales. Le siguen los proyectos sobre arritmias y ritmo cardíaco (14%), riesgo cardiovascular (12%) y cardiopatía isquémica y enfermedad coronaria (8%). No obstante, si nos fijamos en la financiación media de los proyectos de cada área, el máximo se sitúa en los 234 mil euros que corresponden a los proyectos sobre imagen cardíaca. A continuación, le siguen los proyectos en arritmias (198 mil €) y los que se centran en hemodinámica y cardiología intervencionista (195 mil €).

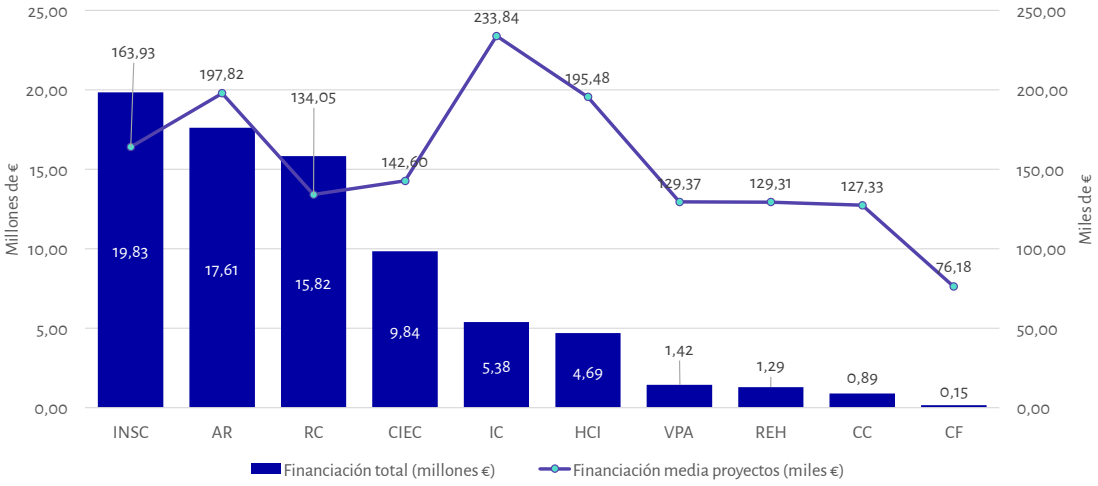


Imagen 40.- Financiación total y media por áreas ligadas a la I+D+i en ECV.

Arritmias, Ritmo Cardíaco (AR). Cardiopatía Isquémica, Enfermedad Coronaria (CIEC). Cardiopatías Congénitas (CC). Cardiopatías Familiares (CF). Hemodinámica, Cardiología Intervencionista (HCI). Imagen Cardíaca (IC). Insuficiencia Cardíaca (INSC). Rehabilitación Cardíaca (REH). Riesgo Cardiovascular (RC). Valvulopatía, Patología Aórtica (VPA).

En este caso, 69 millones de euros corresponden a proyectos no clasificados en ninguna de las subáreas indicadas en la gráfica previa, con un importe medio por proyecto de 182 mil euros.

Si bien la Agencia Estatal de Investigación fue la entidad que invirtió mayores fondos en financiar las ECV, alcanzando casi la mitad de todos los fondos, fue el CDTI la entidad que otorgó a los proyectos una mayor financiación por término medio, llegando a los 468 mil euros. RED.es a pesar del escaso número de proyectos en ECV que financia, si realiza una aportación significativa, si atendemos a la financiación media que obtiene cada uno de ellos (370). Sin embargo, la Agencia Estatal de Investigación y el Instituto de Salud Carlos III optan por ampliar la participación a costa de una menor financiación de los proyectos (203 y 118, respectivamente).

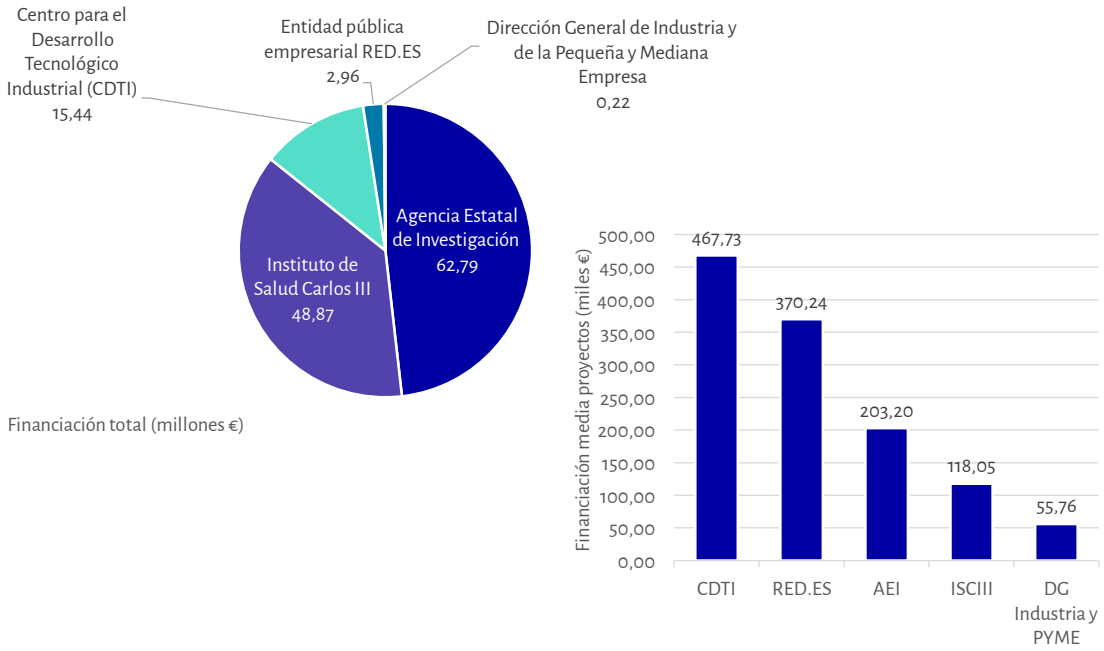


Imagen 42.- Financiación total y financiación media por proyecto, según entidad financiadora.

Un análisis de la financiación otorgada por tipo de convocatoria muestra que si bien, las ayudas a proyectos de investigación en salud (ISCIII) ocupan la primera posición en cuanto al volumen total de financiación de proyectos en ECV, seguido de las ayudas a proyectos

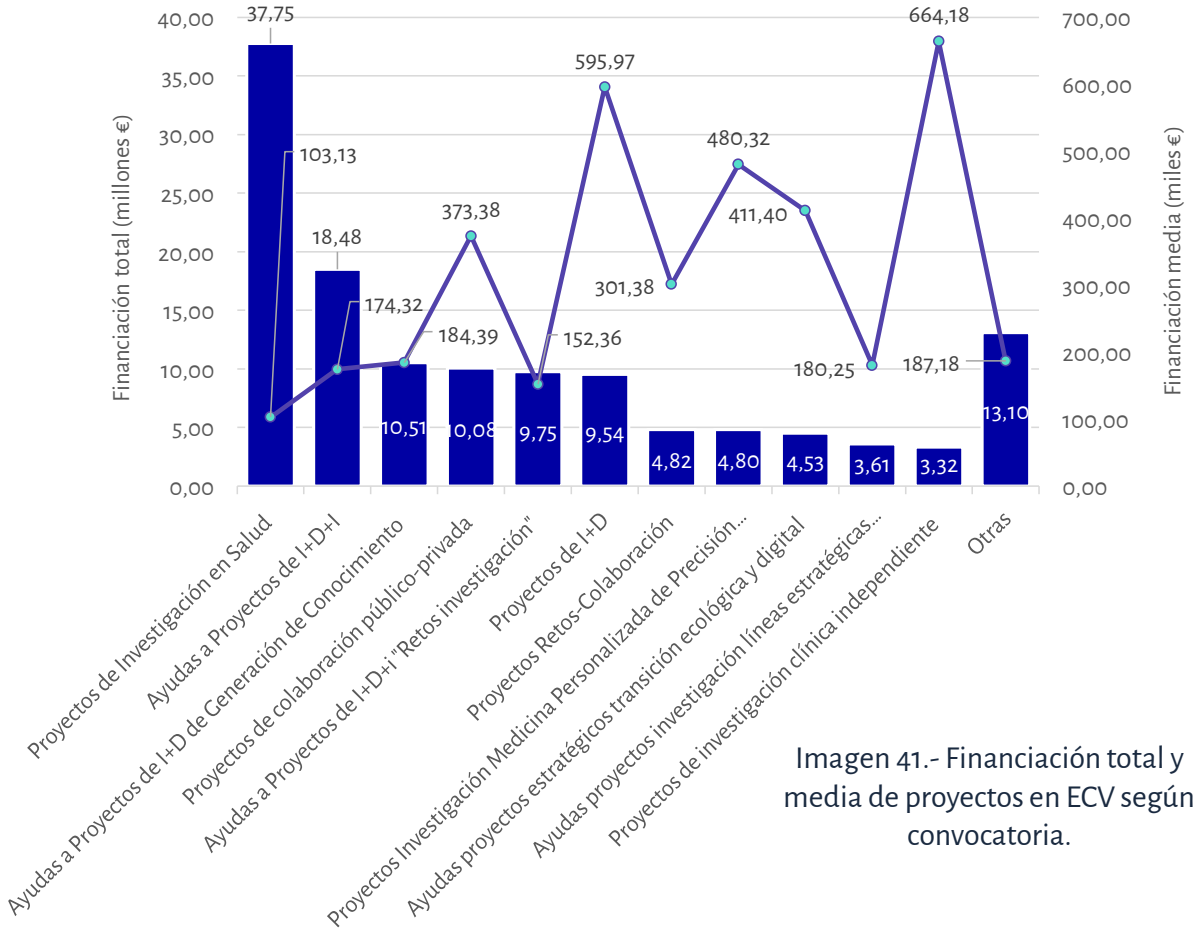


Imagen 41.- Financiación total y media de proyectos en ECV según convocatoria.

de I+D+i y de generación de conocimiento (AEI), corresponde a la convocatoria de proyectos de investigación clínica independiente (ISCIII) la mayor financiación media de los proyectos individuales, con 664 mil euros. Le siguen la convocatoria de Proyectos de I+D (596 mil euros) y la convocatoria Cervera (574 mil €) promovidas por CDTI.

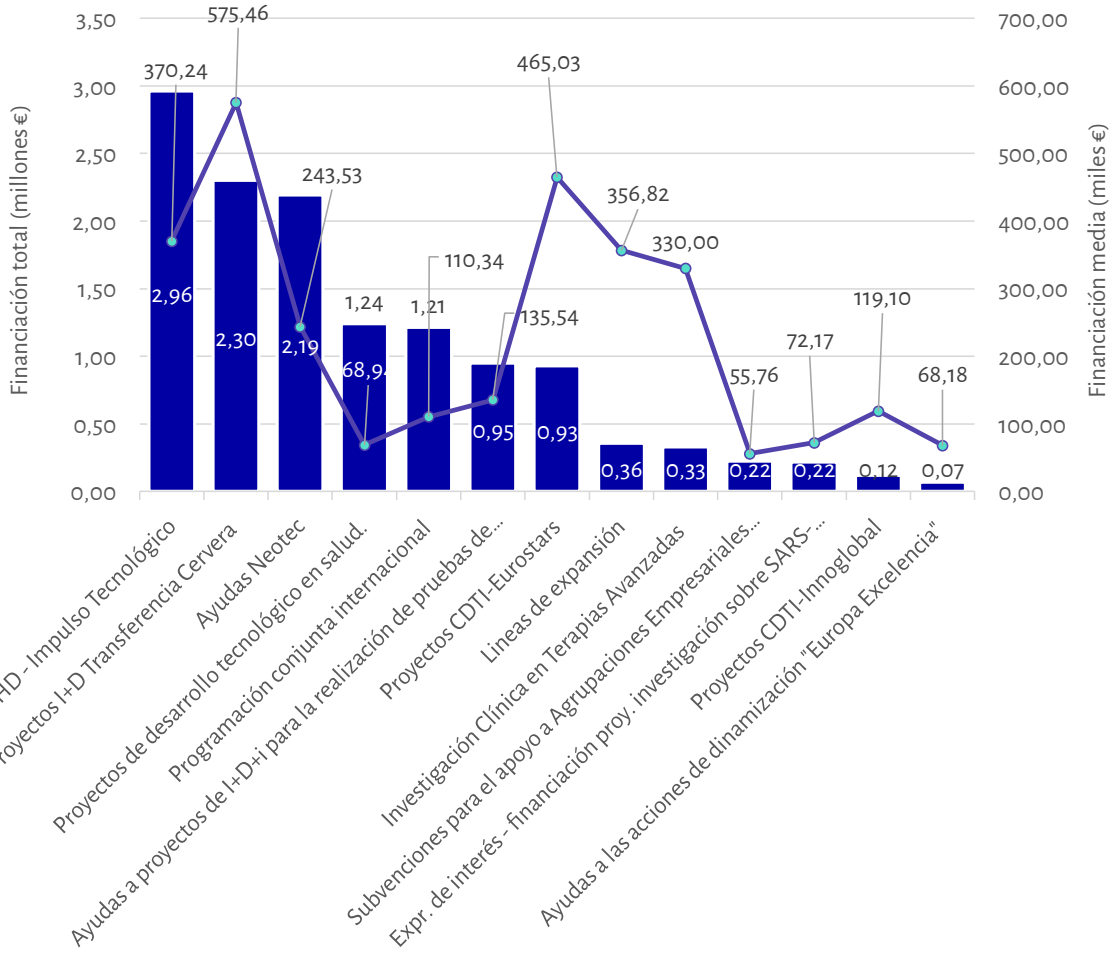


Imagen 43.- Desglose de las convocatorias de menor importe, señaladas como “Otras” en el gráfico anterior.

Por otra parte, tanto la financiación global como la financiación media de los proyectos de ECV en las convocatorias de los años 2017 a 2021 muestran una tendencia de crecimiento sostenido, a excepción de una ligera reducción en 2020, que se recuperó con creces en 2021, año en el que se alcanza el máximo importe concedido a proyectos en ECV (49 millones de euros) y el máximo importe de financiación promedio, situado en los 245 mil euros.

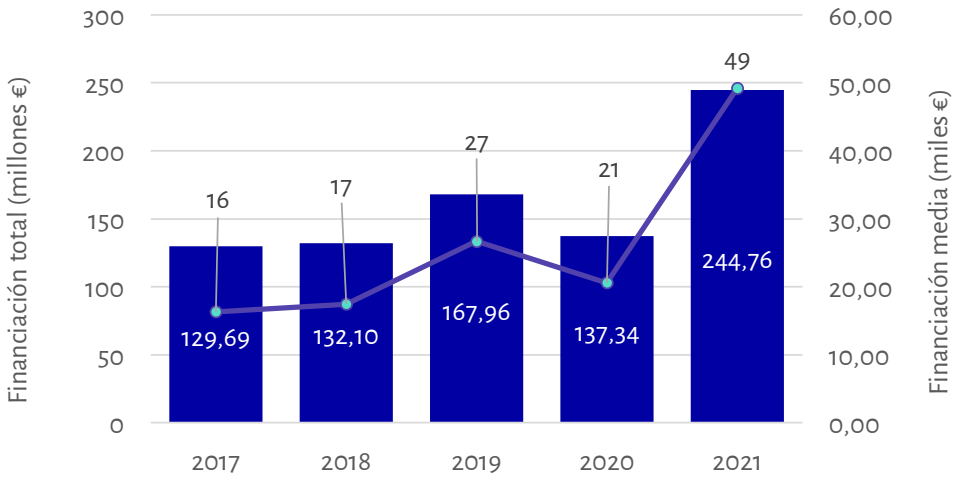


Imagen 44.- Evolución temporal de la financiación total y media a proyectos de investigación en ECV.

Desglosando a nivel territorial esta financiación, se aprecia que es la Comunidad de Madrid, seguida muy de cerca por Cataluña la que presenta una mayor captación de fondos 43,75 y 40,06 millones de euros, respectivamente. Entre ambas Comunidades Autónomas recibieron el 65% de toda la financiación contabilizada. Le siguen la Comunidad Valenciana (7%), Andalucía (7%) y Navarra (6%).

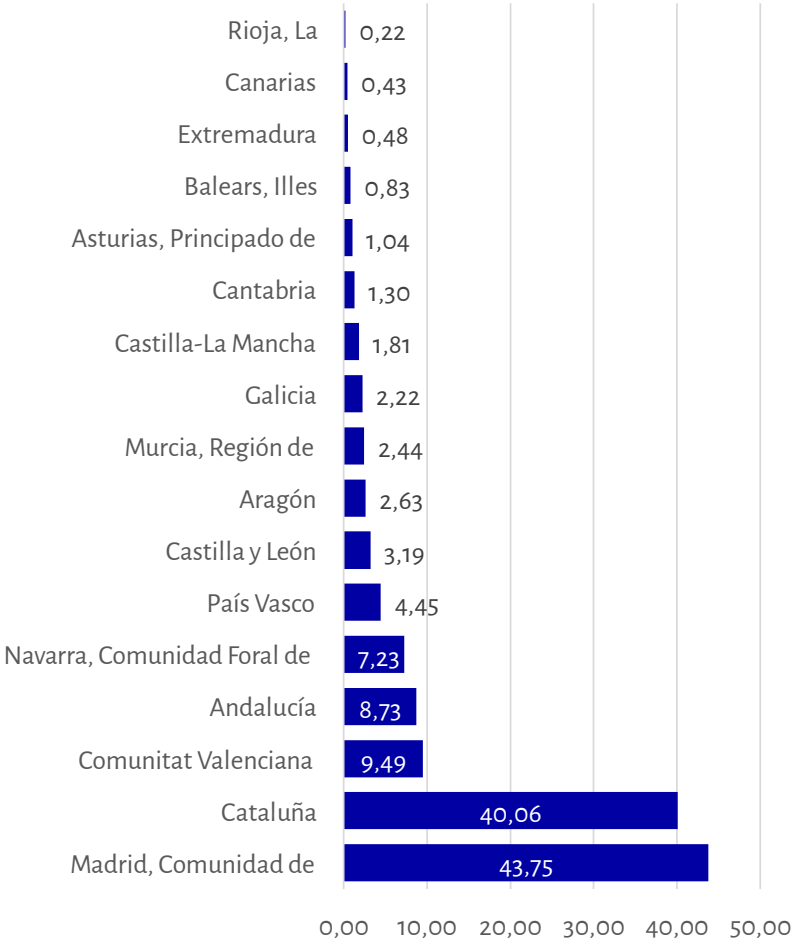


Imagen 45.- Financiación total por Comunidades Autónomas (millones de euros).

No obstante, esta situación se ve modificada si se examina la financiación media de los proyectos seleccionados. En este caso, son Navarra y País Vasco las dos Comunidades que perciben una mayor cuantía económica por proyecto (en promedio). Tras ellas, se posiciona la Comunidad de Madrid, Cataluña, Comunidad Valenciana y Murcia.

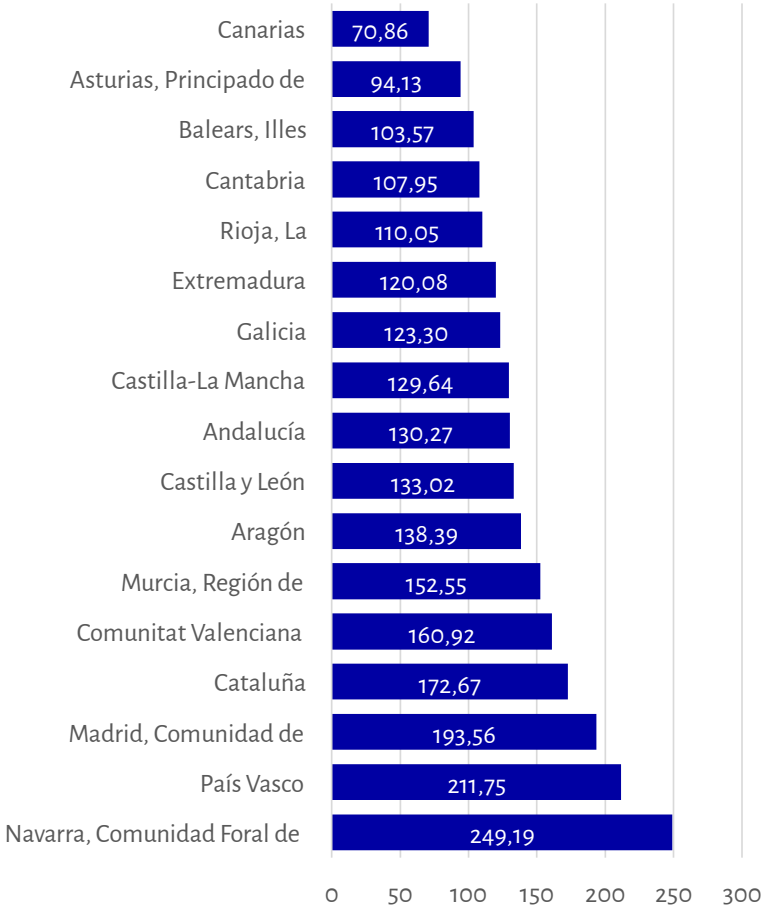


Imagen 46.- Financiación media de proyectos en ECV por comunidades autónomas.

El valor medio se sitúa en este caso en los 169,64 mil euros. Un importe que sólo superan las cuatro primeras regiones.

A nivel provincial, Madrid y Barcelona captan de nuevo la mayor financiación total, que se corresponde respectivamente con el 34 y el 28% del total. Sin embargo, son las provincias de Burgos, Navarra, Bizkaia y Gipuzkoa las que ocupan la primera posición si examinamos la financiación media por proyecto obtenida. Madrid ocupa la quinta posición, seguida de Girona, Pontevedra, Cádiz y Barcelona. Valencia cierra el listado de las diez provincias que lograron una financiación media mayor para los proyectos en ECV mediante convocatorias en concurrencia competitiva de ámbito estatal.

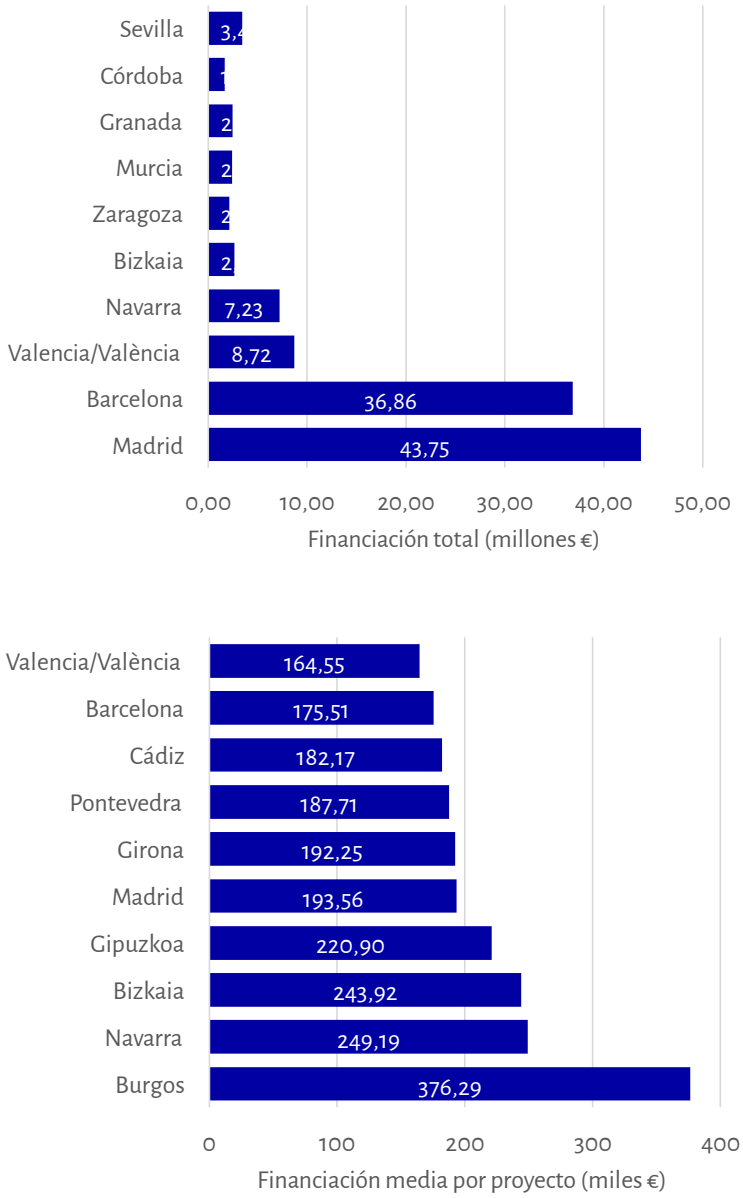


Imagen 47.- Financiación total y media por proyectos en ECV según provincia.

Por último, se analizaron los centros o entidades que captaron una mayor cuantía de fondos en estas convocatorias. La lista la encabezan el CNIC, seguido del CSIC y el IIB-Sant Pau. Entre los tres captaron el 16% del total. 37 entidades acumularon el 64% de toda la financiación otorgada para el desarrollo de proyectos en ECV, con cantidades por centro que pasan del millón de euros. Del resto, sólo 32 entidades superaron los quinientos mil euros y 110 no alcanzaron esta cifra. Esto nos da una idea de la amplia dispersión de la financiación entre las distintas entidades.

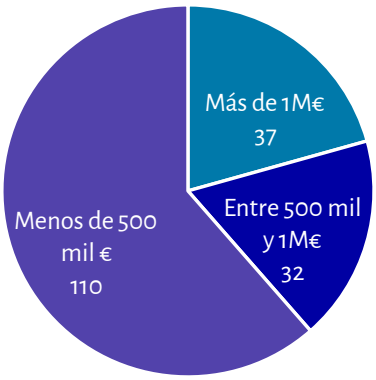


Imagen 48.- Número de entidades solicitantes según grado de financiación captada.

En este caso, el resultado económico de entidades del ámbito del Sistema Nacional de Salud sigue siendo bueno, si bien es cierto que se posicionan en la lista de entidades que captaron más financiación algunas compañías representantes de la industria y un mayor número de universidades.

Se presenta a continuación la relación de entidades que captaron más de 1,5 millones de euros para el desarrollo de proyectos en ECV en convocatorias competitivas de ámbito estatal financiadas por organismos públicos.

	Entidad	Financiación total (millones €)
1	Fundación Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III	9,69
2	CSIC	8,06
3	IIB-Sant Pau. Instituto de Investigación Hospital Santa Cruz y San Pablo	4,03
4	Fundación Instituto Inv Germans Trias i Pujol	3,75
5	Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red MP CIBER	3,24
6	Instituto de Investigaciones Biomédicas August Pi i Sunyer (IDIBAPS)	3,17
7	Corify Care S.L.	3,00
8	Laboratorios Cinfa, S.A.	2,77
9	Universidad de Zaragoza	2,39
10	Universidad Autónoma de Madrid	2,37
11	Fundación IDIBELL	2,24
12	Fundación para investigación Biomédica Hospital G. Marañón	2,17
13	Fundación Hospital Clínico Universitario de Valencia	2,11
14	Universitat de València	1,97

	Entidad	Financiación total (millones €)
15	Iberhospitex SA	1,93
16	Fundacio Hospitai Universitari Vall d'Hebron - Institut de Recerca	1,89
17	Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario 12 de Octubre	1,83
18	Fundación Instituto de Investigación Sanitaria de la Fundación Jiménez Díaz	1,83
19	Universidad de Barcelona	1,71
20	Universitat Politècnica de València	1,67
21	Fundación Instituto de Investigación Sanitaria de Navarra	1,62
22	Fundación Investigación Biomédica de Córdoba (FIBICO)	1,60
23	Fundación para la Investigación y Docencia Sant Joan de Deu	1,58
24	Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria Virgen de la Arrixaca (IMIB)	1,56

Tabla 28.- Relación de entidades que captaron más de 1,5 millones de euros para el desarrollo de proyectos en ECV en convocatorias competitivas de ámbito estatal financiadas por organismos públicos. Se muestra orden, nombre de la entidad y financiación total captada en millones de euros.

Ahora bien, si se atiende al volumen medio de financiación captada por proyecto en estos centros, se aprecia el predominio claro de entidades empresariales en la lista de centros e instituciones que superan los 300 mil euros de financiación media por proyecto concedido. Sólo cinco centros del ámbito público se cuelan en esta relación. El primero de ellos, la Universidad de Vigo, que ocupa la posición 26, con 337 mil euros por proyecto en ECV. Le siguen la Universitat de València (328) en vigésimo octavo lugar, el CIBER, el Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona y la Fundación Mutua de Terrassa.

	Entidad	Financiación promedio (miles €)
1	MEDLUMICS SL	1.445,65
2	APTATARGETS SL	1.346,65
3	IBERHOSPITEX SA	966,87
4	LABORATORIOS CINFA, S.A.	923,86
5	ZECARDIO THERAPEUTICS SL	900,50
6	LABORATORIOS NORMON, S.A.	715,86
7	FAES FARMA S.A.	709,81
8	MEDICHEM, S.A.	643,08
9	BIOSEARCH SA	604,40
10	MERCÉ. V. ELECTROMEDICINA, SL	582,46
11	OSATU SCOOPL	570,75
12	LIQUATS VEGETALS, S.A.	542,23

	Entidad	Financiación promedio (miles €)
13	SPIKA TECH, S.L.	541,63
14	CORIFY CARE S.L.	500,48
15	ELEM BIOTECH, S.L.	494,11
16	AORTYX, S.L.	470,34
17	HI IBERIA INGENIERIA Y PROYECTOS SL	403,00
18	INMUNOTEK SL	395,30
19	MICRO ELECTROCHEMICAL TECHNOLOGIES SL	378,45
20	REAL SITIO DE VENTOSILLA SA	376,29
21	ZECLINICS,S.L.	360,02
22	PHARMACTIVE BIOTECH PRODUCTS SL	354,04
23	EMBOTITS SALGOT, S.A.	348,93
24	GLYCARDIAL DIAGNOSTICS SL	344,99
25	COCEMFE TOLEDO SERVICIOS MULTIPLES SL	340,74
26	Universidad de Vigo	336,69
27	KALEIDOS OPEN SOURCE SL	329,14
28	Universitat de València	327,94
29	Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red MP CIBER	324,49
30	Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona	302,50
31	Fundación Mutua de Terrassa	300,56

Tabla 29.- Relación de entidades que captaron más de 1,5 millones de euros para el desarrollo de proyectos en ECV en convocatorias competitivas de ámbito estatal financiadas por organismos públicos. Se muestra orden, nombre de la entidad y financiación promedio captada en miles de euros.

Proyectos y Financiación europea de proyectos en ECV

Proyectos de I+D+i en ECV financiados en convocatorias europeas.

Se han identificado un total de 138 proyectos de investigación que han concurrido y han resultado seleccionados en convocatorias competitivas promovidas por la Unión Europea en un total de 71 *topic* (líneas o temas concretos que se financian, incluidos en los programas de trabajo).

La primera conclusión extraída de este análisis es que los *topic* a través de los que se financia la I+D+i en ECV muestran una amplia dispersión. Así, el 66% de los *topic* identificados financiaron un único proyecto y el 21% financiaron sólo dos proyectos en ECV.

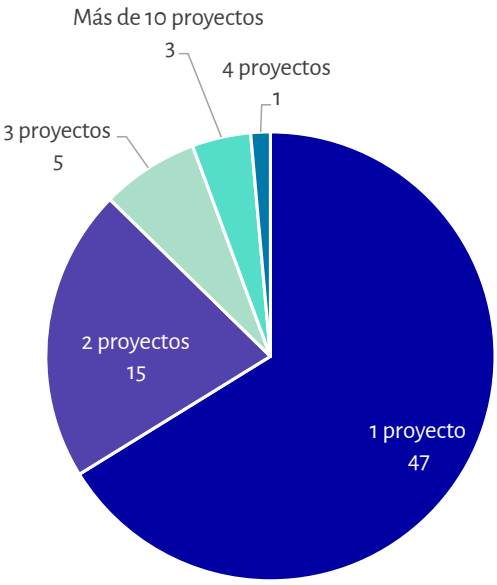


Imagen 49.- Número de proyectos que financian en los distintos *topic*.

El *topic Individual Fellowships* (IF), dentro de las acciones Marie Skłodowska-Curie (MSCA) fue el que financió un mayor número de proyectos (19), seguidos de las redes de formación innovadoras MSCA (MSCA-ITN) e Instrumento PYME (11).

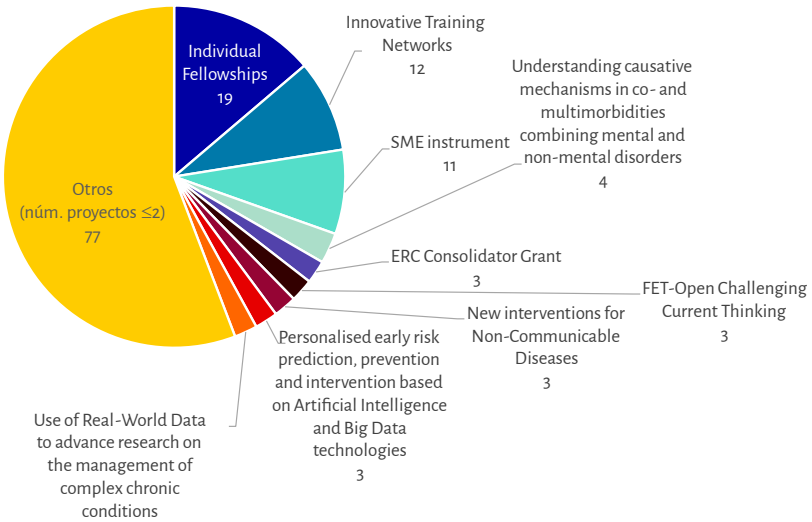


Imagen 50.- Número de proyectos financiados en los principales *topic*.

Poniendo el foco en la evolución temporal del inicio de estos proyectos, se evidencia que el durante la primera mitad del periodo analizado (2018-2020) el número de proyectos iniciados se mantuvo prácticamente constante, experimentando un fuerte incremento en el año 2021. No obstante, este valor cayó en 2022, momento en el que se dio la cifra mínima de estudios iniciados (18).

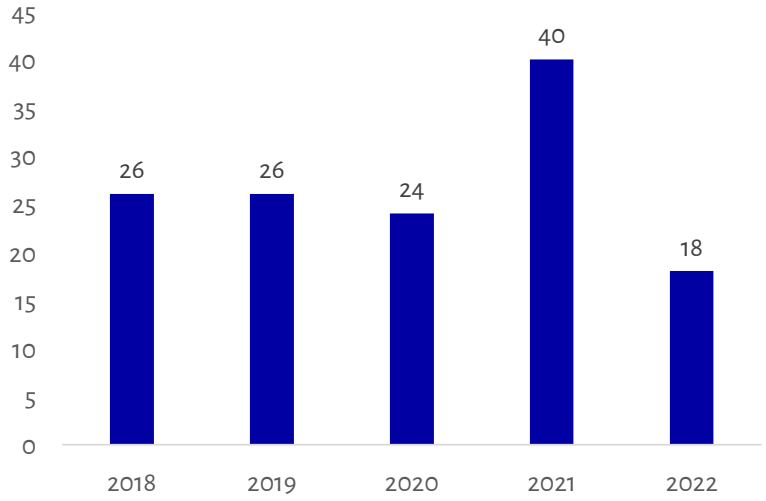


Imagen 51.- Evolución temporal del número de proyectos de investigación en ECV financiados en Europa en función del año de inicio.

Al analizar las fechas de firma de los acuerdos de financiación (*grant agreement*) que regulan la ejecución científico-técnica y económico-administrativa de los proyectos, se puede apreciar un gran incremento de estos en 2019, el año en el que se suscribieron el 26% de los acuerdos de financiación. Como puede observarse, algunos de los proyectos iniciados en el periodo de estudio se firmaron con anterioridad (12 proyectos en 2017).

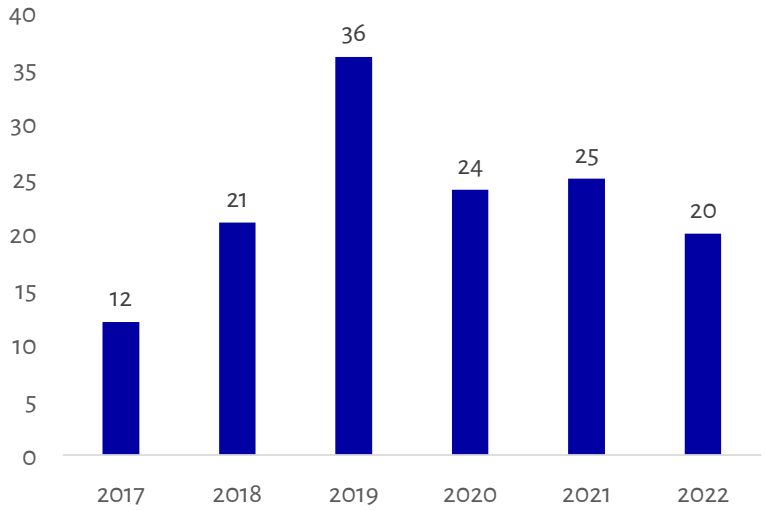


Imagen 52.- Evolución temporal del número de proyectos de investigación en ECV financiados en Europa en función del año de firma del acuerdo de financiación.

Puesto que el incremento de acuerdos suscritos en 2019 no se refleja en los proyectos iniciados, ni en ese año ni en el año posterior, probablemente el pico de estudios iniciados en 2021 se deba a retrasos debidos a la irrupción de la COVID-19.

Estudiamos ahora el rol que los centros españoles han tenido en estos proyectos. Se identificaron un total de 275 participaciones, de las cuales sólo el 25% correspondieron a la actuación de estos centros como coordinadores de los proyectos.

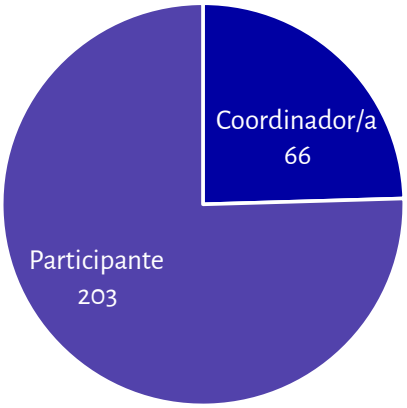


Imagen 53.- Rol de los participantes en proyectos europeos en ECV.

En cuanto a las entidades que participan en estos proyectos, que alcanzó el número de 165, se aprecia que han participado mayoritariamente (72%) en un único proyecto. Sólo el 5% participó en cinco o más proyectos y sólo el CNIC alcanzó las 11 participaciones.

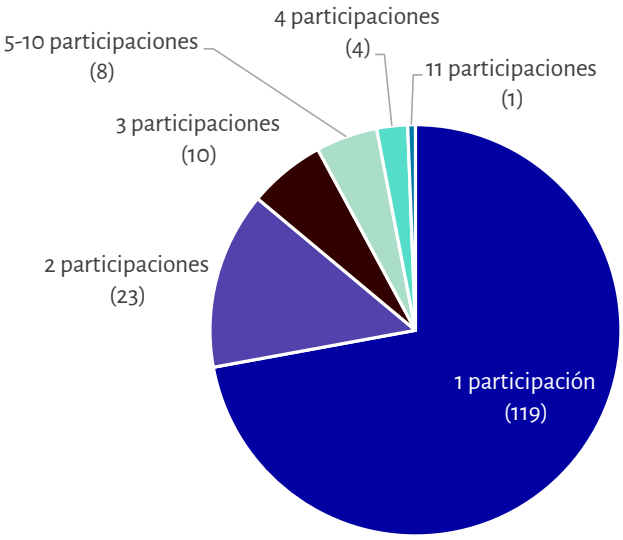


Imagen 54.- Número de participaciones de los centros españoles en proyectos europeos en ECV.

Se muestra a continuación el listado de entidades que acumulan 3 o más participaciones en proyectos europeos iniciados en 2018-2022.

Entidad	Coordinadora	Participante	Total participaciones
Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (F.S.P.)	6	5	11
Servicio Madrileño de Salud		8	8
Universitat de Barcelona	3	4	7
Universidad Pompeu Fabra	2	4	6
Instituto investigación Sanitaria Fundación Jiménez Diaz		6	6
Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas	3	2	5
Fundación Privada Instituto de Salud Global Barcelona	2	3	5
Fundacio de Recerca Clinic Barcelona-Institut d Investigacions Biomediques August Pi I Sunyer		5	5
Fundacio Hospital Universitari Vall d'Hebron - Institut de Recerca		5	5
Universitat Politecnica de Valencia	2	2	4
Universidad Politécnica de Madrid	1	3	4
Barcelona Supercomputing Center Centro Nacional de Supercomputacion		4	4
Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red M.P.		4	4
Universidad de Santiago de Compostela	2	1	3
Fundacio Institut de Bioenginyeria de Catalunya	1	2	3
Universidad de Navarra	1	2	3
Fundacio Centre de Regulacio Genomica		3	3
Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Gregorio Marañón		3	3
Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario La Paz		3	3
Fundación Pública Andaluza Progreso y Salud M.P.		3	3
Institut de Recerca del'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau Fundación		3	3
Universidad Autónoma De Madrid		3	3
Universitat De Valencia		3	3

Tabla 30.- Listado de entidades que acumulan 3 o más participaciones en proyectos europeos iniciados en 2018-2022.

Si atendemos a la participación autonómica en estos proyectos de investigación en el ámbito de las ECV se aprecian diferencias notables. Cataluña encabeza la lista con un total de 96 participaciones, lo que supone el 35% del total de participaciones. Asimismo, 27 centros ubicados en esta comunidad actúan como coordinadores, lo que supone una ratio de coordinación del 24% y el 41% de todas las participaciones en forma de entidad coordinadora.

Le siguen la Comunidad de Madrid, con el 30% de todas las participaciones en proyectos europeos y un 26% de las coordinaciones y la Comunidad Valenciana con el 11% tanto de coordinaciones como de participaciones en proyectos.

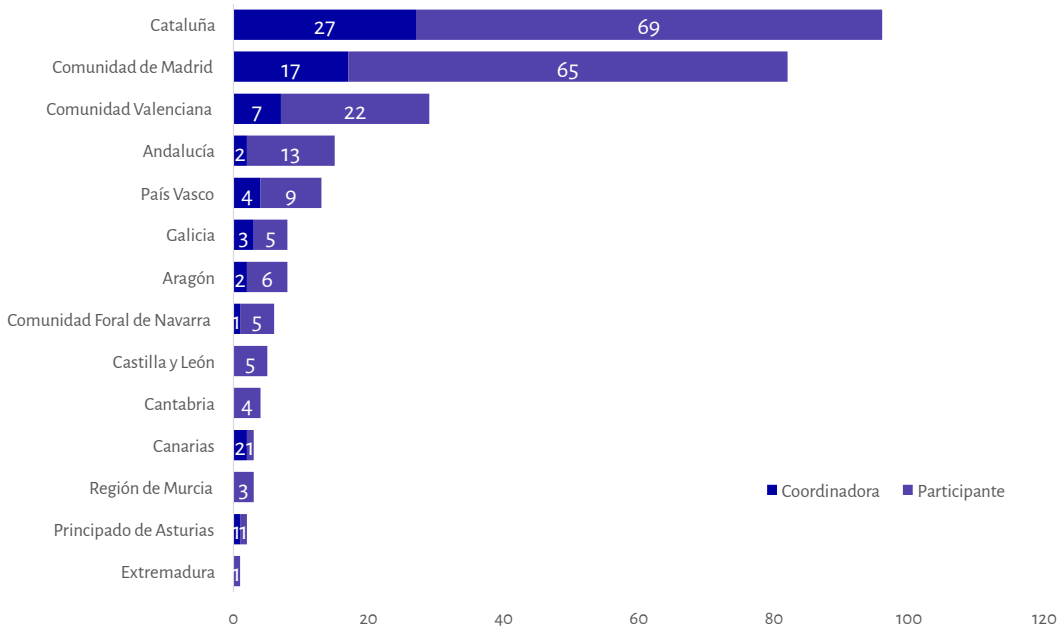
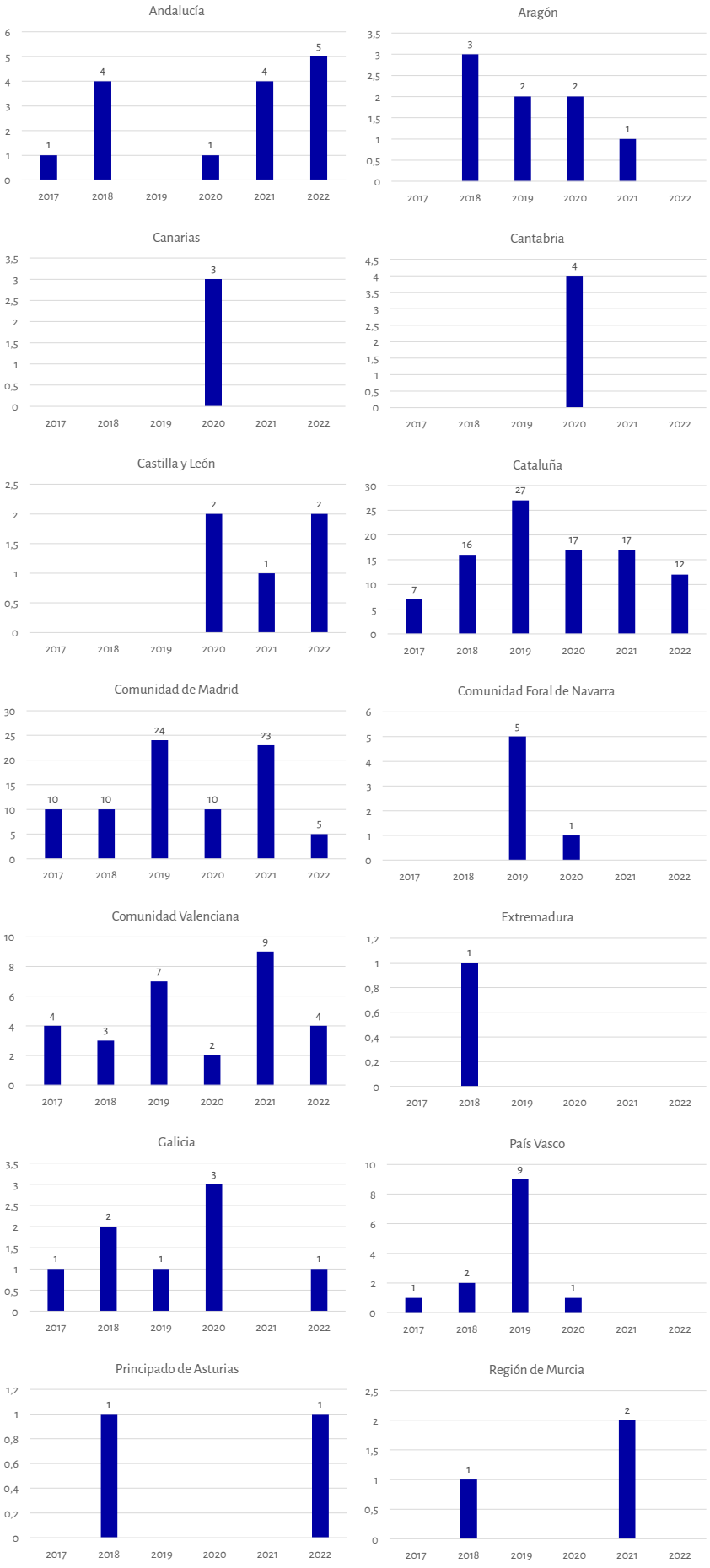


Imagen 55.- Distribución geográfica de los roles de los participantes en proyectos europeos financiados en ECV.

Tras Andalucía, País Vasco y Galicia cierran la lista de las seis Comunidades Autónomas que más participaron en proyectos europeos. Cabe destacar en este caso, la buena ratio de coordinación de ambas, que se sitúa en el 38% en Galicia y el 31% en Euskadi. Las Comunidades que no iniciaron ningún proyecto europeo en el marco temporal de este estudio son las Islas Baleares, Castilla La Mancha y La Rioja.

Por último, en relación al comportamiento en el tiempo de las Comunidades Autónomas, - considerando el número de acuerdos de financiación en 2017-2022-, solo Andalucía muestra un resulta positivo, manteniendo una tendencia creciente desde 2020.

Imagen 56.- Evolución temporal de la participación en proyectos europeos en ECV según Comunidades Autónomas.



Financiación obtenida en convocatorias europeas para desarrollar proyectos en ECV.
Para finalizar este apartado, presentamos las conclusiones relativas a la financiación necesaria para llevar a cabo estos proyectos y el volumen de la contribución neta de la Unión Europea, variable que se refiere a la aportación económica de la UE asignada a cada beneficiario del proyecto, deducida la contribución a terceros vinculados de este beneficiario.

Los costes totales para el desarrollo de los proyectos europeos iniciados en 2018-2022 en el área de las enfermedades cardiovasculares ascendieron a 135 millones de euros. De esta cuantía, la contribución neta de la UE a la ejecución de estos alcanzó el 83%, 112 millones de euros. La contribución neta a PYMES representó el 17% de los costes totales, prácticamente 23 millones de euros.

Para analizar la evolución de la financiación, se han tomado en cuenta los años en los que se suscribieron los acuerdos de financiación. La cuantía de la contribución neta de la UE en estos años discurrió en paralelo a la del coste total de los proyectos, salvo en la última anualidad, en la que supuso el 60%. En el resto de las anualidades, la contribución neta de la UE alcanzó en promedio el 90% (92 millones de euros), con un mínimo del 79% en 2018 y un máximo del 95% en 2017.

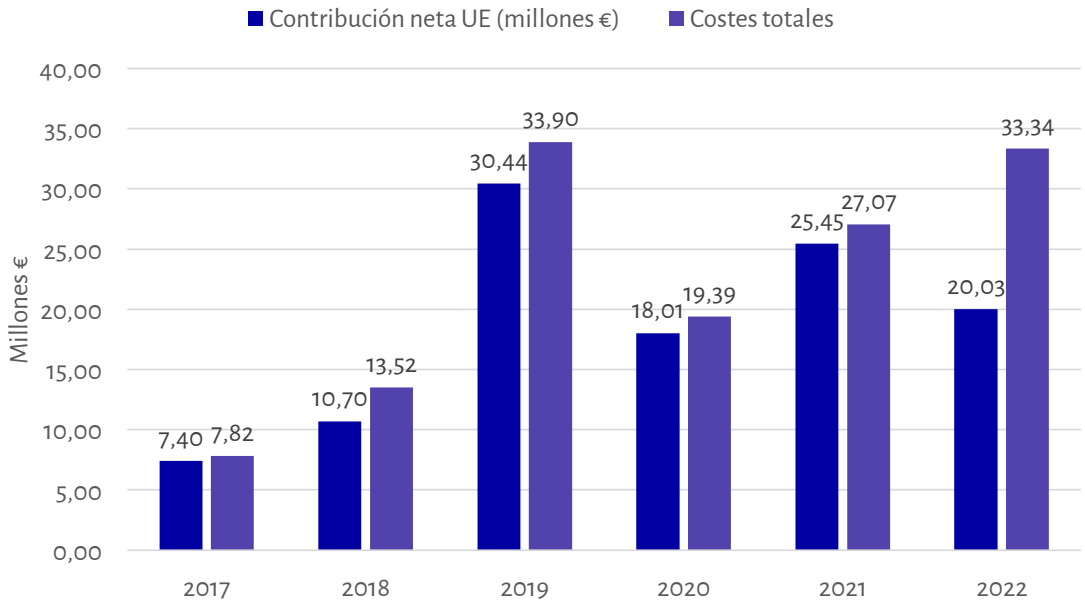


Imagen 57.- Evolución de la contribución neta de la UE y los costes totales de los proyectos en ECV con acuerdos de financiación suscritos entre 2017 y 2022.

Se aprecia que especialmente en las dos últimas anualidades los proyectos incrementaron de media su coste, pasando de los 808 mil euros en 2020 a más de millón y medio en 2022. No obstante, la contribución UE neta se estabilizó en torno al millón de euros entre 2021 y 2022.

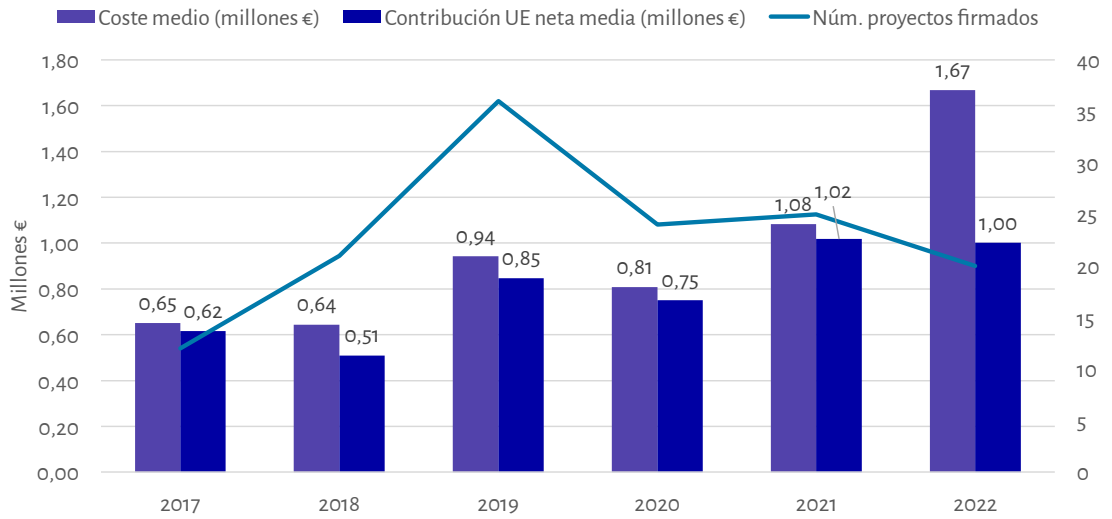


Imagen 58.- Evolución temporal de la contribución neta media europea, el coste medio de los proyectos en ECV y el número de proyectos firmados.

A nivel autonómico, Cataluña es la autonomía con mayor retorno en forma de contribución neta europea por proyectos de investigación en ECV, con 41 millones de euros. Le sigue la Comunidad de Madrid (38 M€) y, a mayor distancia la Comunidad Valenciana (11M€), Aragón (6M€) y País Vasco (5M€). Sin embargo, Madrid supera a Cataluña en el coste total de los proyectos financiados, colocándose en primera posición.

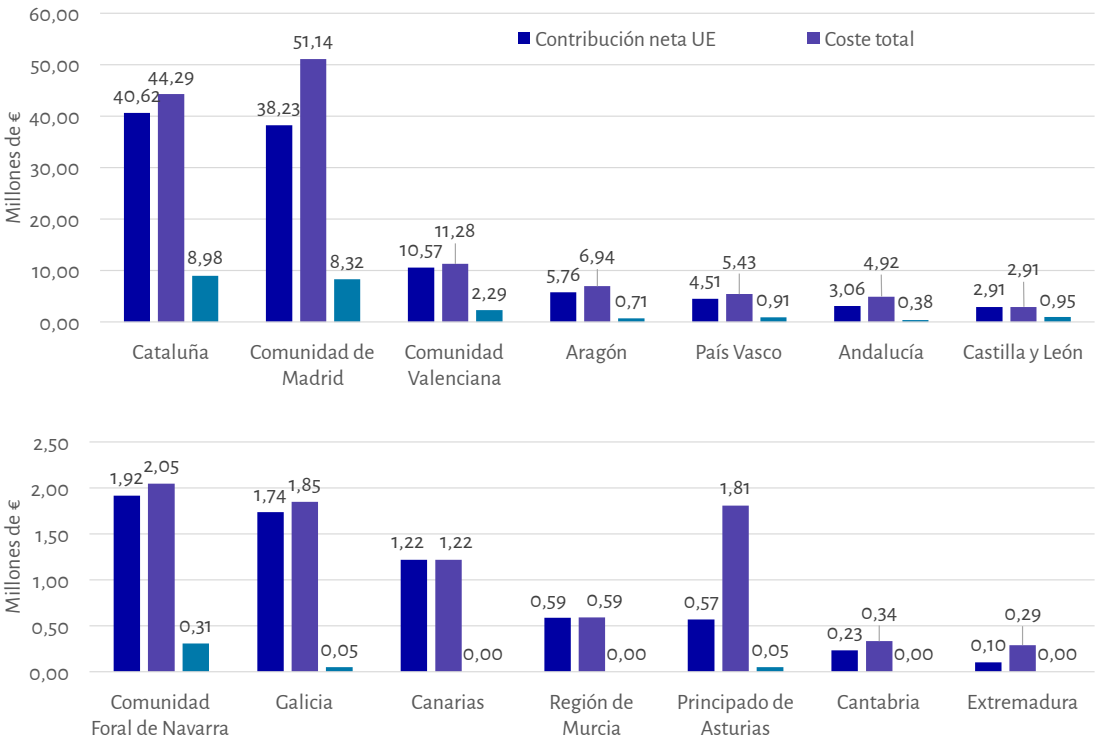


Imagen 59.- Distribución de la contribución neta UE y el coste total de proyectos financiados en ECV por Comunidades Autónomas.

En el caso de Castilla y León y Canarias, la contribución neta de la UE cubrió los costes totales de los proyectos. Una situación similar sucedió en Murcia, en la que el porcentaje se sitúa en el 99%. En este caso, la Comunidad Valenciana, Navarra y Galicia adelantan a Cataluña. Los proyectos de estas Comunidades Autónomas se financiaron al 94% con la contribución neta UE, mientras en Cataluña este porcentaje fue del 92%. Asturias y Extremadura cierran la lista, ya que la contribución europea neta no superó el 35%.

El mayor porcentaje de contribución neta europea a PYMEs lo obtuvo Castilla León (33%), seguido de Cataluña y Madrid (20%) y País Vasco (17%).

Si estudiamos la contribución neta de la UE media de los proyectos en cada Comunidad Autónoma es Aragón la que se sitúa en cabeza, con una financiación neta media por parte de la UE de 720 mil euros. La segunda posición la obtiene Castilla y León, que supera por proyecto el medio millón de euros, y en tercera posición se ubica la Comunidad de Madrid, con una cifra de 466 mil euros.

No obstante, este ranquin no se mantiene si analizamos el coste medio por proyecto. En este caso es Asturias la que ocupa la primera posición (904 mil €), adelantando a Aragón (867 mil €), Madrid (624mil €) y Castilla y León (583 mil €).

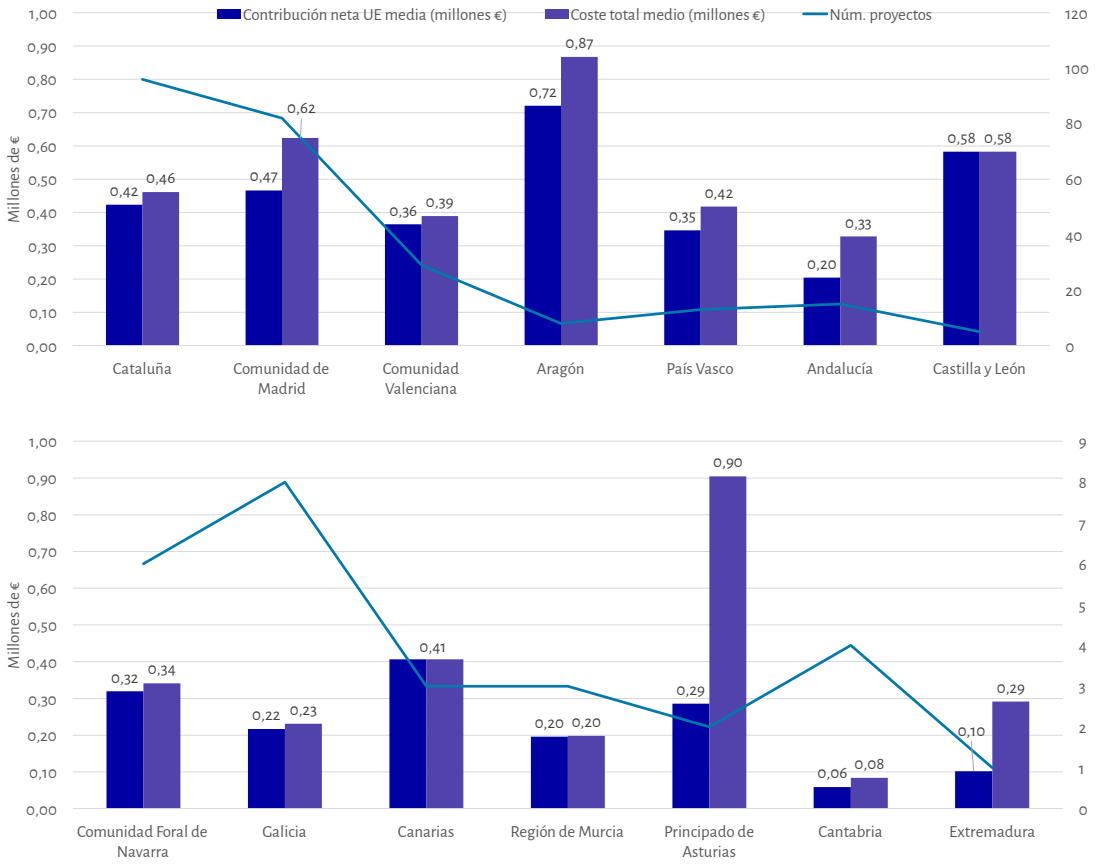


Imagen 60.- Distribución de la contribución neta media UE y el coste medio de proyectos financiados en ECV por Comunidades Autónomas.

En cuanto a la financiación de la I+D+i en ECV según los 71 *topic* identificados, se aprecia que el 60% de la contribución neta europea a estos proyectos recae únicamente en 17 de ellos, cuyos datos se presentan a continuación.

Topic	Contribución neta UE	Contribución neta PYMEs	Coste total de los proyectos
Regenerative medicine: from new insights to new applications	5.556.318,96 €	1.388.750,00 €	5.769.875,00 €
AI for the smart hospital of the future	5.330.936,75 €	997.832,50 €	6.503.152,50 €
Innovative Training Networks	5.250.810,96 €	0,00 €	5.250.810,96 €
Pre-commercial procurement (PCP) for integrated care solutions	4.914.134,95 €	183.847,50 €	5.460.149,94 €
Open Innovation Test Beds for Safety Testing of Medical Technologies for Health (IA)	4.908.378,10 €	309.973,13 €	5.358.104,14 €
European partnership fostering a European Research Area (ERA) for health research	4.500.205,24 €	0,00 €	15.269.500,00 €
ERC Consolidator Grant	4.325.624,00 €	0,00 €	4.325.624,00 €
Pre-commercial Procurement for Digital Health and Care Solutions	4.272.676,20 €	215.718,75 €	4.747.418,00 €
ERC Consolidator Grants	3.998.500,00 €	0,00 €	3.998.500,00 €
New interventions for Non-Communicable Diseases	3.622.578,00 €	0,00 €	3.824.723,00 €
Individual Fellowships	3.464.551,20 €	333.864,96 €	3.464.551,20 €
Understanding causative mechanisms in co- and multimorbidities combining mental and non-mental disorders	3.405.208,50 €	250.392,50 €	3.405.208,50 €
SME instrument	2.967.416,00 €	2.967.416,00 €	4.239.170,00 €
ERC Starting Grants	2.728.426,00 €	0,00 €	3.109.676,00 €
Comparing the effectiveness of existing healthcare interventions in the adult population	2.638.968,75 €	1.351.930,00 €	2.708.968,75 €
EIC Accelerator Open 2021	2.500.000,00 €	2.500.000,00 €	4.261.117,50 €
Strategic Digital and Health Technologies	2.500.000,00 €	2.500.000,00 €	3.596.296,00 €

Tabla 31.- Topic que en conjunto suponen el 60% de la contribución neta UE a proyectos de investigación e innovación en ECV.

Atendiendo a la contribución neta UE media por proyecto, se aprecian diferencias frente a los datos anteriores, siendo los topic *EIC Accelerator Open* y *Strategic Digital and Health Technologies* los que encabezan la clasificación, seguidas por las ayudas *Consolidator* del Consejo Europeo de Investigación (ERC).

Topic	Núm. de participaciones	Contribución neta UE media
EIC Accelerator Open 2021	1	2.500.000,00
Strategic Digital and Health Technologies	1	2.500.000,00
ERC Consolidator Grants	2	1.999.250,00
Linking digital assessment of mobility to clinical endpoints to support regulatory acceptance and clinical practice	1	1.595.906,25
Fostering regulatory science to address combined exposures to industrial chemicals and pharmaceuticals: from science to evidence-based policies	1	1.439.437,50
ERC Consolidator Grant	4	1.081.406,00
Pre-commercial Procurement for Digital Health and Care Solutions	4	1.068.169,05
Pre-commercial procurement (PCP) for integrated care solutions	5	982.826,99
Engineered Living Materials	1	974.946,00 €
European Health Data Network (EHDN)	1	944.375,00 €
ERC Starting Grants	3	909.475,33 €
European partnership fostering a European Research Area (ERA) for health research	5	900.041,05 €
Radiation protection research	1	762.762,50
Innovative tools for use and re-use of health data (in particular of electronic health records and/or patient registries)	3	736.500,00
Digital diagnostics – developing tools for supporting clinical decisions by integrating various diagnostic data	2	644.372,50 €
The Human Exposome Project: a toolbox for assessing and addressing the impact of environment on health	2	641.236,65

Topic	Núm. de participaciones	Contribución neta UE media
Fast Track to Innovation (FTI)	2	637.302,75 €

Tabla 32.- Topic que torgaron la mayor contribución neta media UE a proyectos de investigación e innovación en ECV.

Para finalizar este apartado dedicado a la financiación obtenida por centros españoles procedentes de la UE para desarrollar proyectos en ECV, se indican a continuación los datos de las 18 entidades que lograron el 50% de todos los retornos en esta materia, un listado que encabezan el CNIO, ISGlobal y la Fundació de Gestió Sanitària de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.

Entidad	Contribución neta UE	Contribución neta PYMEs	Coste total de los proyectos
Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (F.S.P.)	10.196.460,46 €	0,00 €	10.015.307,50 €
Fundacion Privada Instituto De Salud Global Barcelona	5.054.128,54 €	0,00 €	5.054.128,54 €
Fundacio de Gestio Sanitaria de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau	4.548.678,70 €	0,00 €	5.054.087,44 €
Universitat de Barcelona	4.293.968,56 €	0,00 €	4.293.968,56 €
Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud	4.129.807,45 €	0,00 €	4.556.730,50 €
Idoven 1903 SL	2.987.745,00 €	2.987.745,00 €	4.084.041,00 €
Universitat Politecnica de Valencia	2.950.167,76 €	0,00 €	2.950.168,26 €
Aortyx SL	2.500.000,00 €	2.500.000,00 €	4.261.117,50 €
Medlumics SL	2.467.416,00 €	2.467.416,00 €	3.524.880,00 €
Universidad Pompeu Fabra	2.426.346,37 €	0,00 €	2.426.346,37 €
Servicio Madrileño de Salud	2.138.062,50 €	0,00 €	2.682.375,00 €
Universidad Politécnica de Madrid	2.106.975,00 €	0,00 €	2.106.975,00 €
Fundacio Eurecat	1.844.437,50 €	0,00 €	1.439.437,50 €
Biokeralty Research Institute AIE	1.829.050,00 €	0,00 €	1.829.050,00 €
Instituto de Salud Carlos III	1.792.011,49 €	0,00 €	5.973.437,50 €

Entidad	Contribución neta UE	Contribución neta PYMEs	Coste total de los proyectos
Barcelona Supercomputing Center Centro Nacional de Supercomputacion	1.791.125,00	0,00	1.791.125,00
Instituto Investigación Sanitaria Fundación Jiménez Diaz	1.756.112,88 €	0,00	1.810.070,38 €
Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red M.P.	1.736.895,50	0,00	2.620.096,73

Tabla 33.- Relación de entidades que lograron una mayor contribución neta UE.

Comparativa europea sobre la financiación de la I+D+i en ECV

Según datos de CardioScape[30], la iniciativa de la Sociedad Europea de Cardiología para monitorizar la actividad investigadora en ECV, España ocupa la octava posición por detrás de países de nuestro entorno, tanto en número de proyectos financiados como en cuantía total financiada entre los años 2010 y 2019.

Países como Reino Unido, Italia, Alemania, Suecia, Finlandia, Holanda y Suiza nos superan en número total de proyectos financiados, si bien en financiación total superamos a Italia, al alcanzar el 2,5% de la cuantía total.

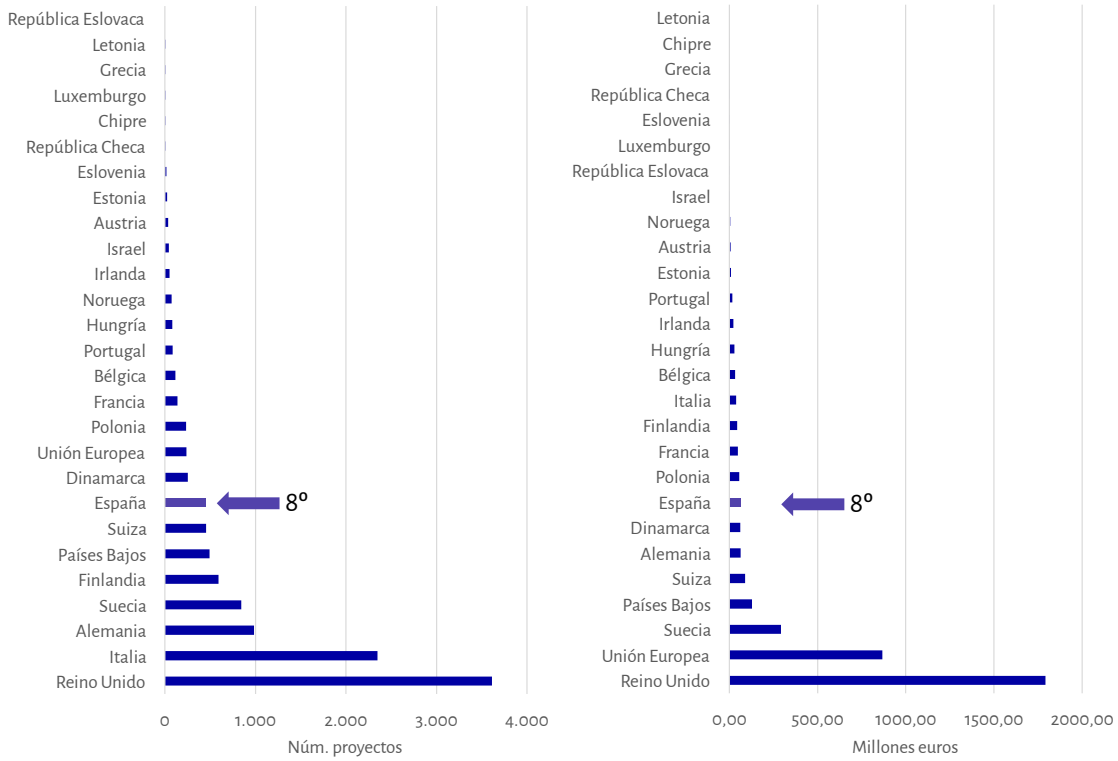


Imagen 61.- Datos CardioScape sobre número de proyectos en ECV financiados entre 2010 y 2019 y cuantía global empleada (millones de euros).

Ensayos clínicos

Metodología aplicada

A la hora de identificar estudios clínicos realizados en el ámbito de las enfermedades cardiovasculares se realizó, en primer lugar, una búsqueda de estos estudios en la base de datos nacional Reec: el Registro Español de Estudios Clínicos, de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Seguidamente, se realizó una búsqueda adicional en el registro norteamericano ClinicalTrials.gov, gestionado por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos.

La estrategia de búsqueda implementada pretendió localizar el mayor número posible de estudios en enfermedades cardiovasculares iniciados en el periodo 2018-2022, con participación de al menos un centro ubicado en España.

La primera conclusión de este ejercicio es que la información contenida en ambos registros es muy diferente. Así en la base de datos Reec se identificaron un total de 199 estudios clínicos en el área terapéutica "Enfermedades [c] – patologías cardiovasculares [c14]" en el periodo 2018-2022 (ambos inclusive).

La búsqueda en ClinicalTrials.gov arrojó un total de 899 estudios con participación española en mismo periodo, que incluían en término "cardiovascular" en el campo condición o enfermedad.

A la vista de la importante diferencia numérica, se optó por analizar los 899 estudios extraídos de la base de datos americana, sobre los cuales fue posible identificar, entre otros aspectos la participación de las distintas Comunidades Autónomas en todos los estudios, a excepción de dos.

Por último, para elaborar el análisis comparativo entre el desarrollo de estudios clínicos en ECV y en otras especialidades, o países, se ha elaborado tomando en consideración la información disponible en el informe del proyecto BEST de Farmaindustria.

Se muestran a continuación los resultados obtenidos del análisis efectuado.

En España se iniciaron un total de 899 estudios clínicos en el periodo 2018-2022, con un valor promedio anual de 177,4 estudios al año. En los años 2019 y 2021 se aprecia el mayor incremento anual del periodo, que alcanza el 11% en cada una de estas anualidades, mientras que en 2020 el número de estudios iniciados disminuyó en un 5%. En 2022 se produjo el mayor descenso en el número de estudios iniciados (-33) lo que supone una caída del 17% sobre el valor de la anualidad previa.

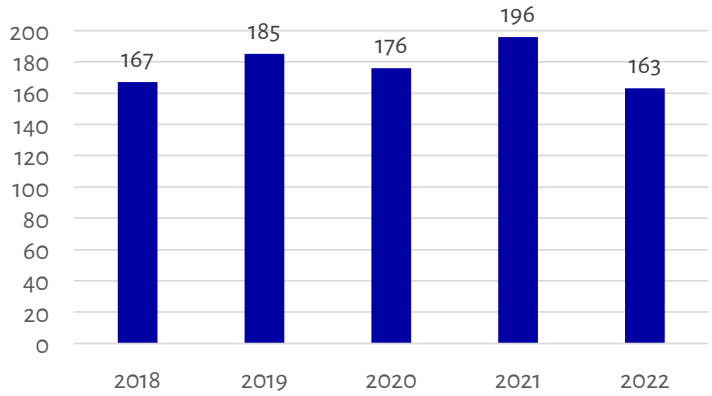


Imagen 62.- Evolución de estudios clínicos iniciados en España en 2018-2022.

En cuanto al estado actual de estos estudios, el 1% no ha iniciado el reclutamiento (13), el 44% se encuentran en fase de reclutamiento actualmente (394), el 2% (14) se encuentran en fase de inclusión de sujetos por invitación y el 14% son estudios *on going* pero con reclutamiento cerrado. En cuanto a los estudios detenidos, se ha identificado un estudio suspendido (detenido anticipadamente) y el 4% son estudios terminados (finalizados anticipadamente). En total, 220 proyectos finalizaron tras completar la última visita del último paciente (el 25%) y cuatro se cerraron antes de incluir al primer paciente. Del total, se desconoce el estado de 81 proyectos (9%), la mayor parte de ellos iniciados en los años 2018 y 2019 (67%).

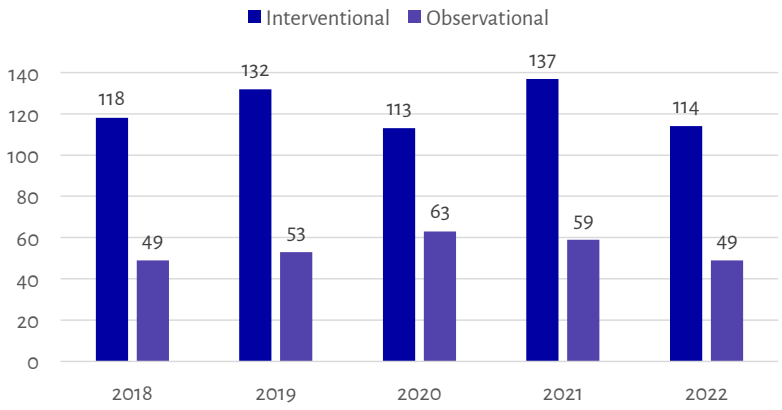


Imagen 63.- Tipología de estudios clínicos por anualidades. Periodo 2018-2022.

Si observamos el tipo de estudio, el 69% son estudios de intervención (614), frente al 31% de estudios observacionales (273). Estos últimos aumentaron hasta el año 2020, descendiendo a partir de entonces con una mayor caída entre 2021 y 2022. Los estudios de intervención, por su parte muestran una mayor fluctuación interanual.

Atendiendo al tipo de intervención. El 38% de los estudios se centraron en fármacos (338) seguidos por los estudios sobre dispositivos (226), que representaron el 25% de los proyectos analizados. El 10% del total analizó procedimientos (88) y el 6% se focalizó en test diagnósticos (50). Los estudios sobre intervenciones en comportamiento (30), biológicas (29) y sobre suplementos dietéticos (13) alcanzaron en conjunto el 7% de los estudios. Fueron minoritarios de estudios sobre intervenciones genéticas (3) y combinaciones de productos (8).

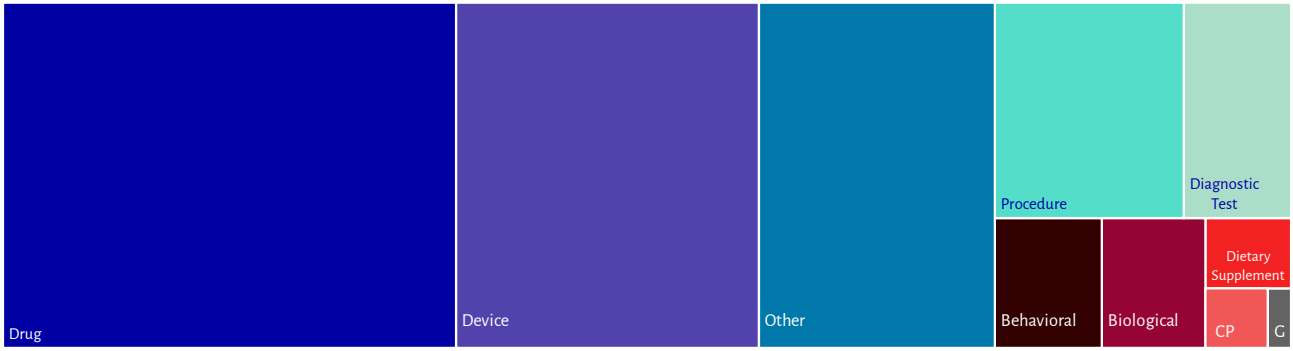


Imagen 64.- Volumen de estudios atendiendo al tipo de intervención.

Si atendemos a la evolución temporal de los estudios según estas tipologías de intervención, se aprecia que los estudios con fármacos descendieron en 2020, pero desde entonces han experimentado un incremento considerable.

Sin embargo, los estudios sobre dispositivos muestran una tendencia decreciente desde 2019, punto máximo del periodo con 58 estudios iniciados. Los estudios sobre procedimientos sufrieron un incremento puntual en 2021, pero si excluimos esta anualidad, la tendencia es relativamente constante, con 14,8 estudios nuevos al año. Los proyectos sobre test diagnósticos muestran su máximo en 2020 (13) tras lo cual descendieron para situarse en los 7,5 estudios al año. Este comportamiento se aprecia también en las intervenciones sobre el comportamiento, si bien se aprecia una caída significativa en 2019, con 3 estudios iniciados, frente a los 6,8 como valor promedio en el resto de las anualidades. Las intervenciones biológicas fueron el foco de 9 estudios en 2021, siendo este su máximo en el periodo, con un descenso menos acusado en 2022 (7 estudios). En el caso de los estudios sobre suplementos nutricionales, el máximo en 2021 (6) dista mucho de los valores en años previos y posteriores, que se limitan a una media de 1,8 estudios nuevos al año. Los estudios sobre productos de combinación son, junto a los estudios en intervenciones genéticas, residuales. Ahora bien, los primeros se concentran en 2018 y 2019.

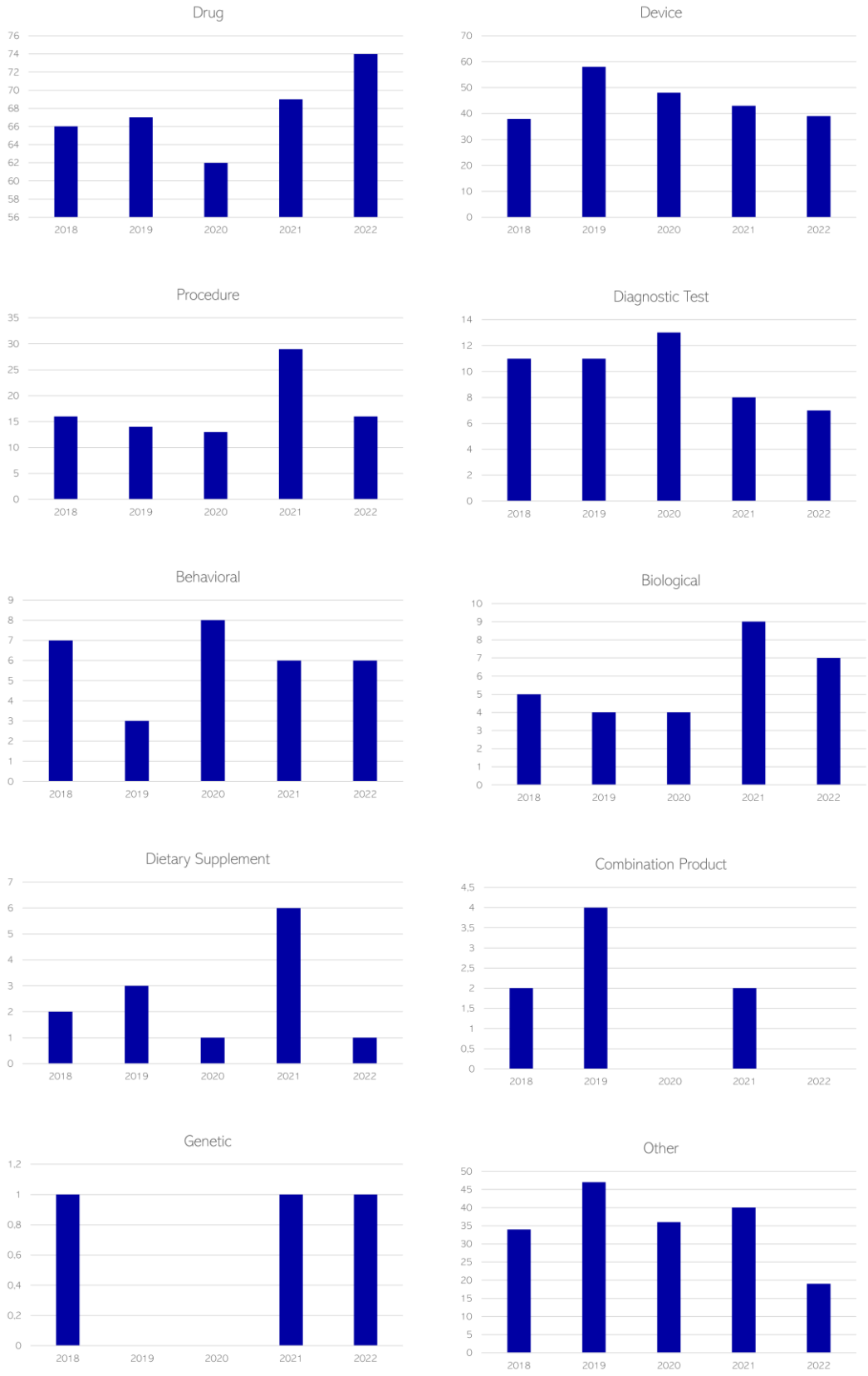


Imagen 65.- Evolución temporal del tipo de intervenciones de los estudios clínicos que se iniciaron en España entre 2018 y 2022.

A la hora de analizar la fase de los estudios clínicos en ECV, se eliminaron del análisis tanto los estudios observacionales como todos aquellos catalogados por la FDA como estudios sin fase, que incluyen ensayos con dispositivos o intervenciones comportamentales. Así, el análisis se limita a un total de 327 estudios. De estos, el 42% (136) corresponden a estudios en fases tempranas (I-II), con un mayor peso de los estudios en fase II. Del 58% restante, el mayor porcentaje corresponde a estudios de fase III (44%).

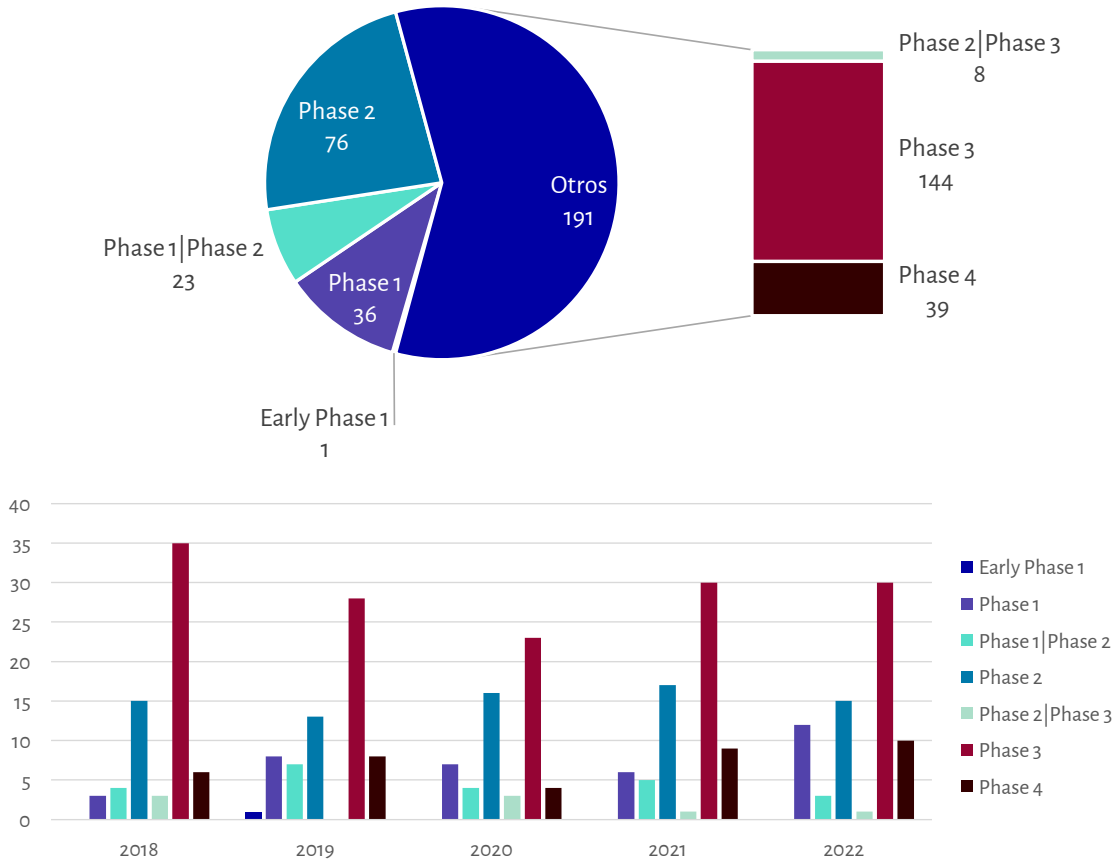


Imagen 66.-Análisis de las fases de los estudios clínicos en España. Número total y evolución por anualidades.

Cabe destacar que, si bien casi todas las fases experimentan un descenso en 2020, los ensayos en fase II muestran en ese año uno de los valores más altos de periodo, aproximándose mucho al número de estudios en fase III. Si bien, la recuperación que estos últimos experimentaron en 2022, unido a cierto descenso de los ensayos fase II en 2022, vuelven a aumentar la distancia entre ambas tipologías.

En la mayor parte de estos estudios intervencionales predomina un modelo de asignación paralela (69%), seguido por los estudios de asignación a un único grupo (20%).

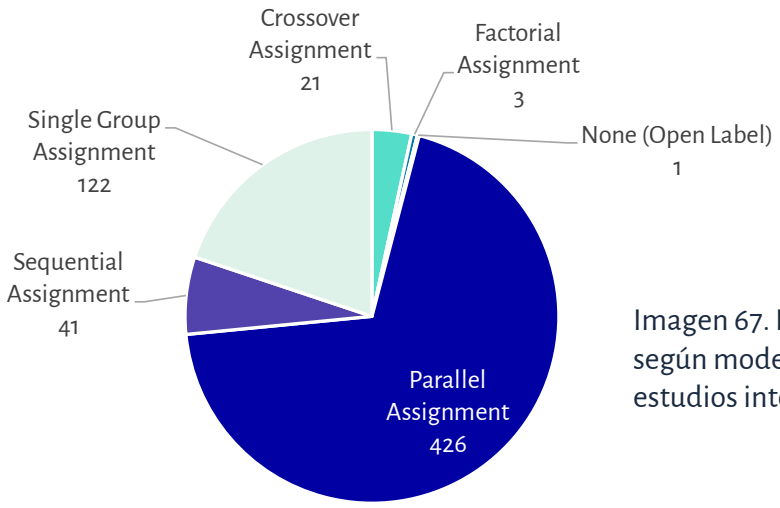


Imagen 67. Número de estudios según modelo de asignación en estudios intervencionales.

En cuanto al sistema de enmascaramiento empleado, la mayor parte de los estudios no aplican ninguno (52%). Le siguen los cuádruple ciego (15%), los estudios ciegos simples (14%) y doble ciego (12%).

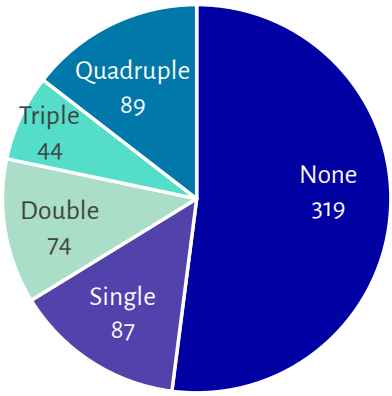


Imagen 68.- Número de proyectos según sistema de enmascaramiento.

De aquellos estudios para los que se ha registrado el propósito primario (613 estudios que representan el 69% de la muestra) el 80% se orientaron a la búsqueda de tratamientos. El 8% (50) tenían un fin ligado a la prevención. Solo un 3% de los estudios tenía por objetivo el diagnóstico o los cuidados paliativos o complementarios.

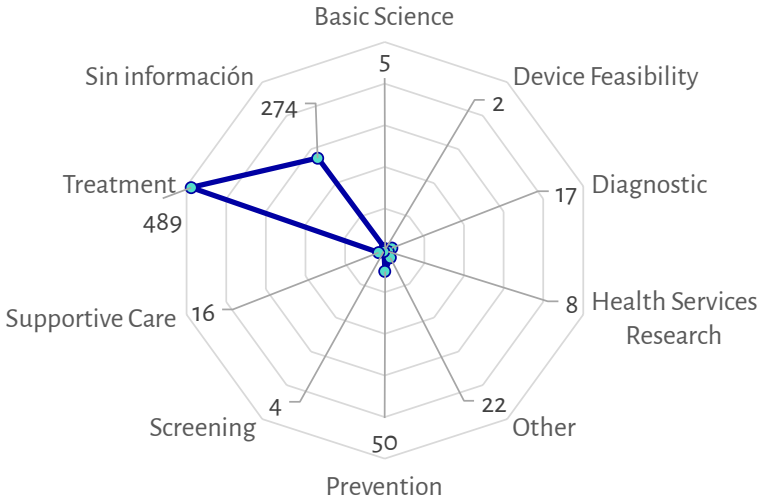


Imagen 69.- Número de estudios en función de su propósito primario.

La mayoría son estudios promovidos por entes distintos la industria incluyendo entre otros individuos, universidades o organizaciones sin ánimo de lucro (48%), seguidos muy de cerca por la industria (45%) tanto farmacéutica como de dispositivos.

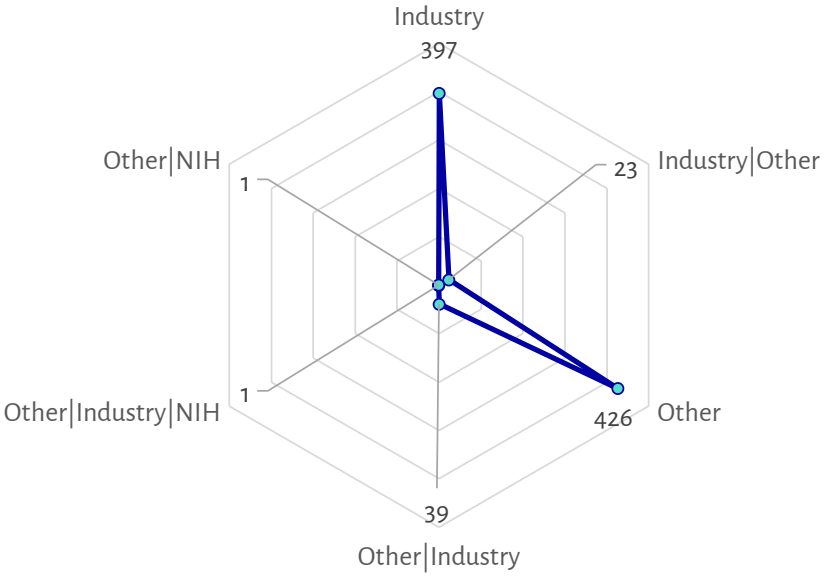


Imagen 70.- Número de estudios en función de la entidad promotora.

En promedio en el periodo 2012-2022, participan en estos estudios centros de 2,8 Comunidades Autónomas. Un número que ha ido aumentando desde 2019 hasta situarse en 3 en el 2022.

Atendiendo a la participación de las distintas Comunidades Autónomas en los estudios observacionales y ensayos clínicos en ECV, se aprecia que Cataluña, seguida de la Comunidad de Madrid son las dos comunidades que más participan en estos estudios, con un 21 y un 19% respectivamente. Les siguen Andalucía (11%), Comunidad Valenciana y Castilla y León, ambas con una participación en el 8% de los estudios analizados.

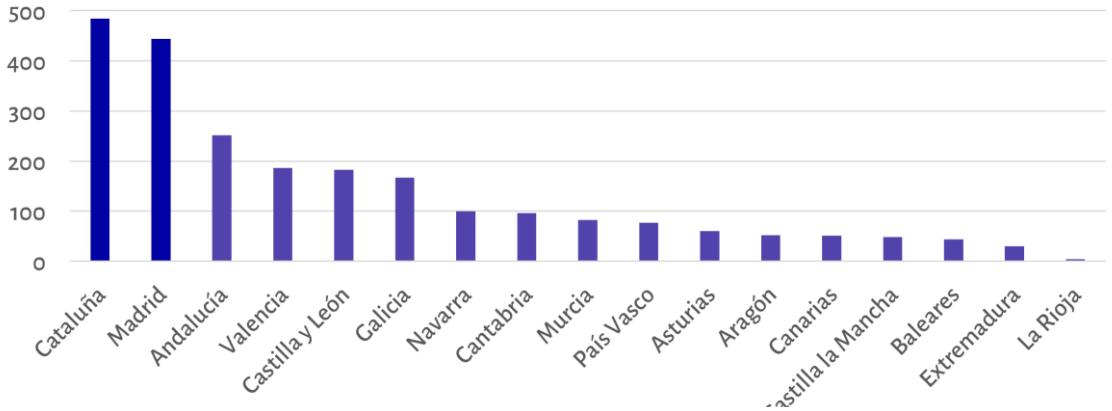


Imagen 71.- Participación de las distintas Comunidades Autónomas en los estudios clínicos en ECV analizados.

Si analizamos la evolución temporal en el periodo de los estudios iniciados en materia de enfermedades cardiovasculares se aprecia que la mayor parte de las Comunidades Autónomas disminuyeron en 2020 el número de estos proyectos, probablemente a consecuencia de la COVID-19. Este es el caso de Andalucía, Asturias, Baleares, Cantabria, Extremadura, Cataluña y Castilla la Mancha. No obstante, la recuperación posterior de estas cifras muestra diferencias. Por ejemplo, mientras que Cataluña y Andalucía recuperan en 2022 los niveles previos al año 2020, Asturias y Baleares cierran el periodo con una recuperación total de los estudios que ya iniciaba en 2018. Extremadura por su parte muestra un descenso continuado en 2021 del que empieza a recuperarse en 2022, pero sin llegar a los niveles previos a la aparición de la COVID-19. Cantabria experimenta un crecimiento notable en 2021, que a pesar de un descenso posterior le sigue dejando en mejor situación que la mostrada en 2018. En el caso de Castilla La Mancha y País Vasco, la recuperación de 2021 se considera circunstancial, ya que el número de estudios iniciados en 2022 vuelve a reducirse sin llegar a alcanzar los valores de 2019. Entre las Comunidades que aumentaron el número de estudios iniciados en 2020 se aprecian también diferencias: Aragón y Canarias redujeron los nuevos estudios en 2019, remontando en los años posteriores hasta 2021, pero esta tendencia no se ha sostenido en 2022, cuando vuelve a decrecer quedándose en los niveles de 2019. Sin embargo, Castilla y León que se encontraba en una tendencia creciente ya en 2020, ha comenzado a descender en número de nuevos estudios en 2021 y 2022. Esta situación es similar a la de Galicia y Murcia, con la diferencia de que el descenso se ha producido únicamente en 2022. Madrid y Navarra son las comunidades que mejor comportamiento mostraron: Navarra siguió creciendo hasta 2022, cuando vuelve al nivel de 2019-2020; Madrid se ha mantenido más o menos constante. Sobre La Rioja, indicar que en 2022 fue el primer año en iniciar tres estudios.

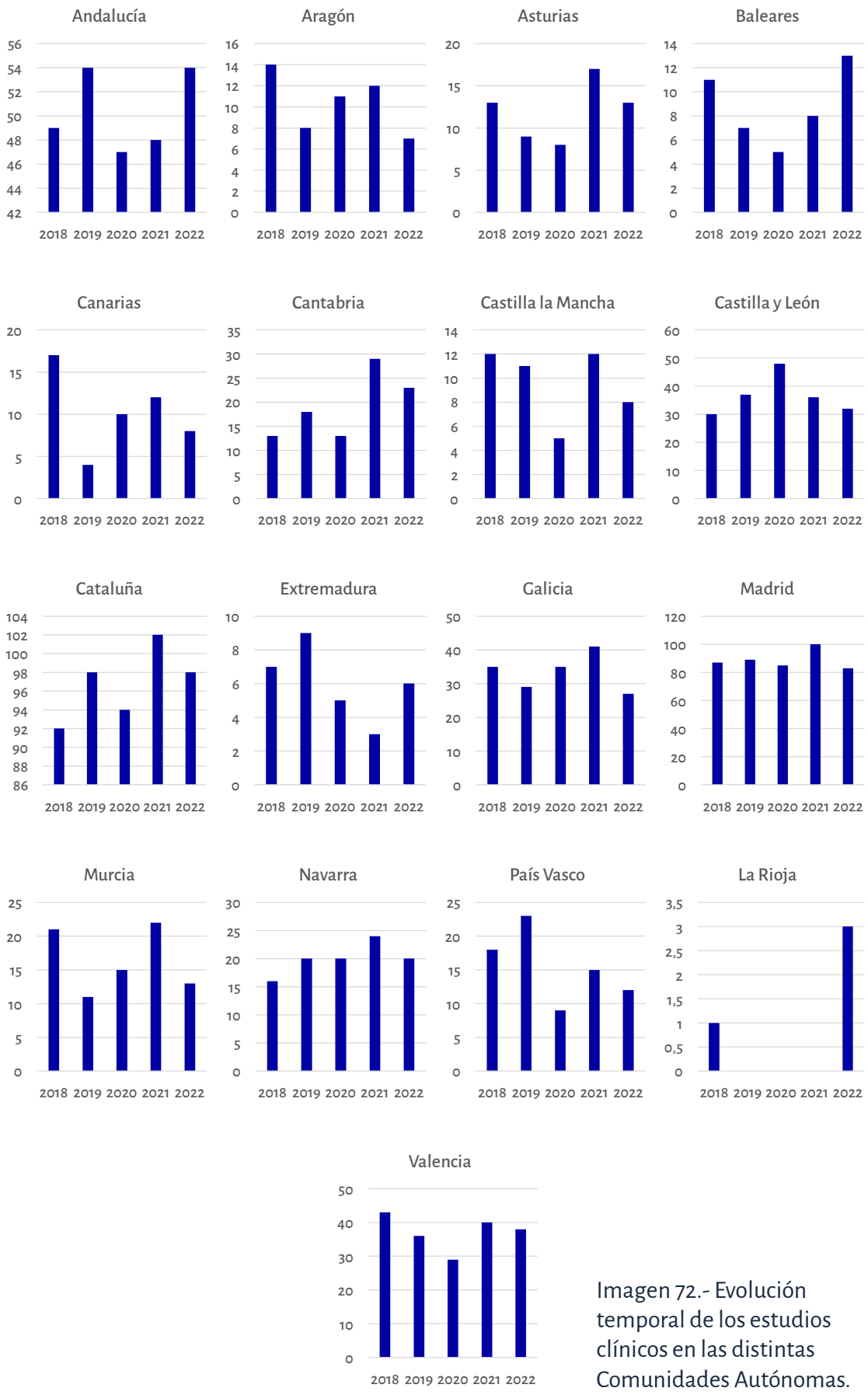


Imagen 72.- Evolución temporal de los estudios clínicos en las distintas Comunidades Autónomas.

Comparativa del desempeño en investigación clínica.

Según el estudio BEST de Farmaindustria[31] y analizando los principales códigos CIE10 de las patologías que abordan los ensayos clínicos que se realizan en España, el primer lugar lo ocupan las neoplasias, seguidos de las enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas (diabetes). En este caso las enfermedades del sistema circulatorio ocupan la quinta posición por detrás de las infecciosas y parasitarias y las enfermedades del sistema respiratorio.

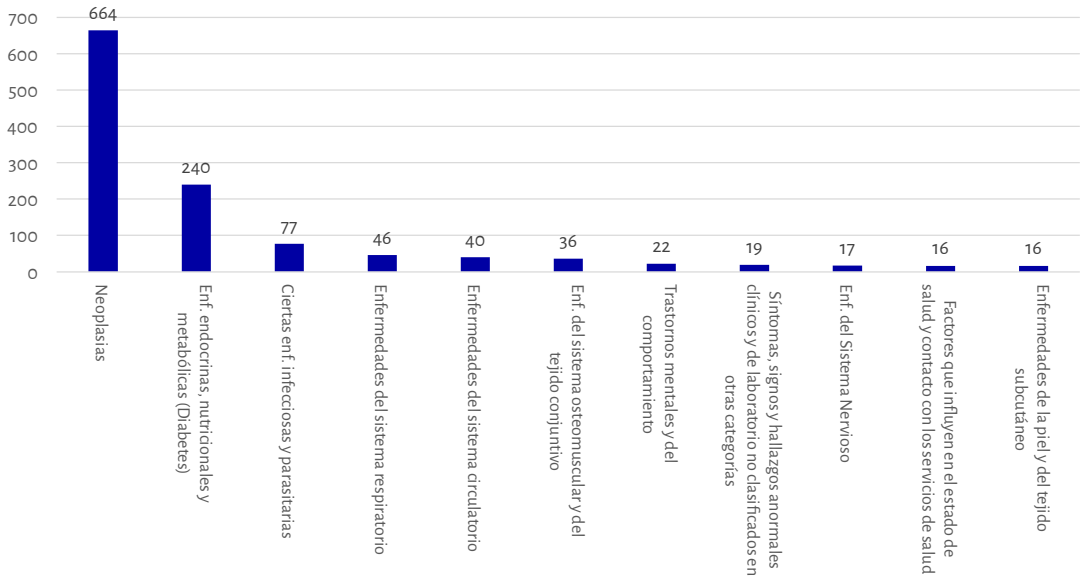


Imagen 73.- Número de ensayos clínicos según principales códigos CIE10. Fuente: Farmaindustria, Proyecto BEST.

No obstante, si comparamos el número de estudios clínicos en las distintas especialidades que se realizan a nivel internacional, los proyectos en enfermedades cardiovasculares

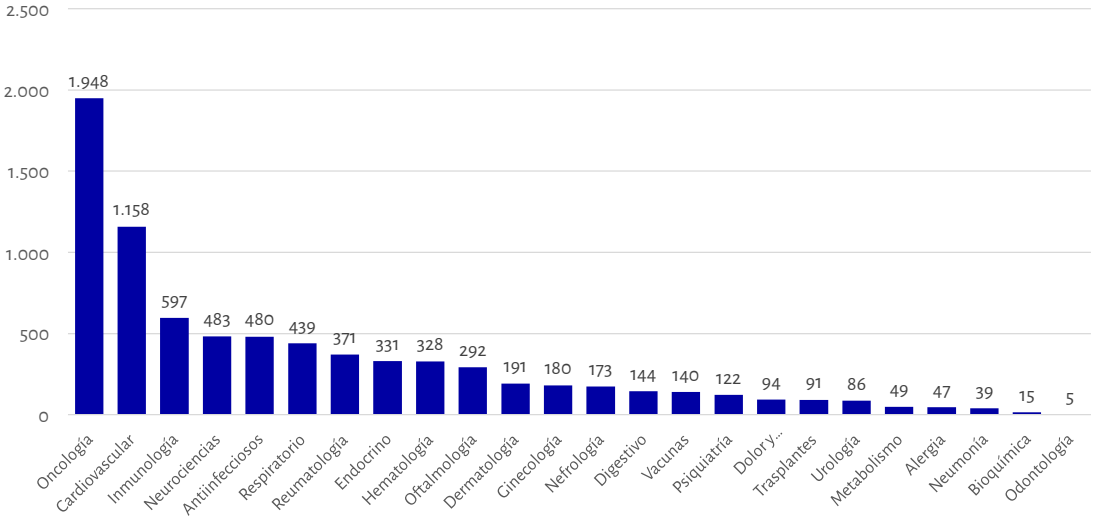


Imagen 74.- Número de ensayos clínicos según disciplinas en Europa. Fuente: Farmaindustria. Proyecto BEST.

superan en número los 1.150, ocupando la segunda posición. Esta es una cifra aún distante de los casi 2.000 estudios registrados en oncología.

Si analizamos la evolución de ensayos clínicos por áreas terapéuticas en España entre los años 2004 y 2022, vemos que mientras que el porcentaje de estudios totales centrados en el área de Oncología se incrementa de forma creciente en todos los periodos, los estudios en ECV sufren un incremento cada vez menor, que va del 10,4% en 2004-2009 al 6,3 en 2010-2015 y un 4,2% en el periodo 2016-2022.

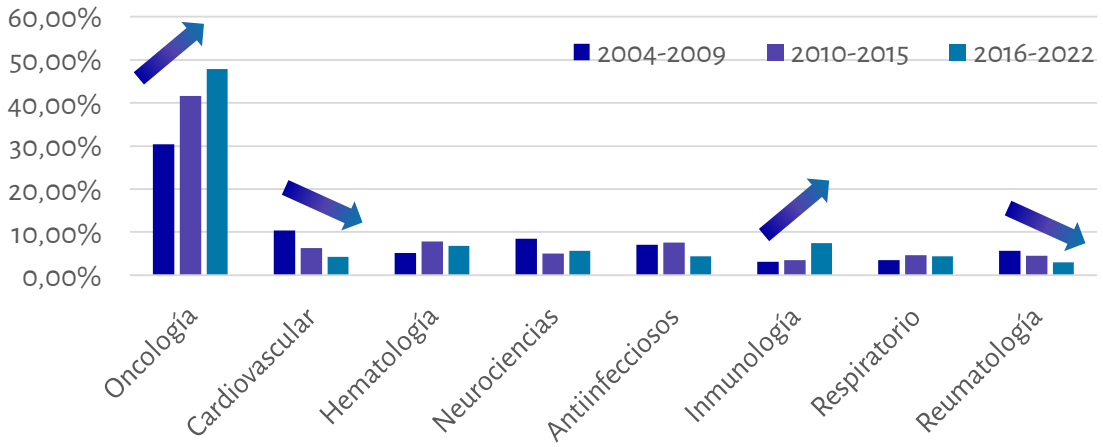


Imagen 75.- Evolución del incremento de estudios clínicos por áreas terapéuticas en España en distintos periodos. Fuente: Farmaindustria. Proyecto BEST.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de dibujar el mapa de los resultados que la investigación e innovación en ECV que se realiza en España arroja, se han analizado las publicaciones científicas y las familias de patentes en esta materia.

La investigación en enfermedades cardiovasculares en España arrojó unos resultados de más de 11 mil artículos y revisiones en el periodo 2018-2022, las cuales muestran una evolución creciente en el periodo analizado, a excepción de un ligero descenso en 2022.

Estos resultados científicos tuvieron un alto impacto, como muestra el hecho de que el 74% de ellos se publicaron en revistas indexadas en el primer o segundo cuartil. En concreto, el 47% de los artículos y revisiones se publicaron en revistas del primer cuartil y,

de estas, el 61% correspondieron a publicaciones indexadas en el primer decil. Además, las publicaciones con participación española en ECV recibieron más de 223 mil citas, el 94% de las cuales se referían a resultados publicados en el primer o segundo cuartil y el 79% de todas las citas referidas a publicaciones en revistas del primer cuartil correspondieron además a artículos o revisiones en revistas del primer decil.

Cabe reseñar que la evolución positiva que muestra el número total de publicaciones a lo largo del periodo 2018-2022 se mantiene cuando analizamos su impacto. Así, el crecimiento identificado en el periodo también se refleja en las publicaciones que corresponden a revistas en primer y segundo cuartil. En cuanto a las publicaciones en revistas del primer decil crecieron especialmente entre 2018 y 2022, alcanzando el 28% de incremento interanual promedio, con un ligero descenso en 2021-2022.

En el marco de este proyecto se analizó además la contribución del sector de la I+D+i a la política de ciencia abierta, a través del estudio del número y porcentaje de publicaciones en acceso abierto. En este sentido, el 67% de todos los artículos y revisiones se publicaron en open Access. Este porcentaje es mayor si nos fijamos en los resultados publicados en revistas de mayor impacto (Q1 y Q2), superando el 70%. El porcentaje de publicaciones en abierto también muestra una evolución positiva en el periodo, alcanzando su máximo en 2022 (73%).

Nos gustaría reseñar que la contribución española al desarrollo de estos resultados, medida como el porcentaje de ellas en las que la autora o autor de correspondencia pertenece a un centro en España, es importante. Así, el 66% de todas las publicaciones incluyen como autora o autor de correspondencia a personal investigador de nuestros centros. Es cierto que aquellas publicaciones de menor impacto, aunque menores en número, son las que presentan un porcentaje mayor de contribución española (81% en artículos y revisiones en revistas indexadas en WoS sin cuartil asignado y el 76% de las publicadas en revistas del cuarto cuartil), pero en ningún caso se distancian del 60%, porcentaje este correspondiente a resultados en publicaciones del primer cuartil. Y si se analiza de forma global, el 28% de todas las publicaciones corresponden a artículos y revisiones en revistas del Q1 cuya autora o autor de correspondencia pertenece a un centro español. Al analizar el comportamiento de este indicador, se aprecia una tendencia estable en el periodo analizado, con pequeñas oscilaciones de un punto porcentual positivo o negativo en torno al valor medio.

Un diez por ciento de los resultados analizados incluyen en la autoría a grupos cooperativos, un porcentaje mayor en las publicaciones en primer decil y primer cuartil.

Si se analiza el desempeño de las distintas subdisciplinas en el desarrollo de estos resultados, se aprecia que las áreas de arritmias y ritmo cardíaco, insuficiencia cardíaca, y cardiopatía isquémica y enfermedad coronaria son aquellas con mayor número de resultados publicados en el periodo. Recordemos que todas ellas son áreas priorizadas por

la Estrategia del SNS en materia de salud cardiovascular. Un resultado especialmente interesante en el caso de las dos últimas que, sin embargo, reciben menor financiación media a nivel estatal por proyecto desarrollado (recordemos que ocupan cuarta y quinta posición en este indicador). Las valvulopatías, cuarta área priorizada por la Estrategia, sin embargo, se posiciona en sexto lugar, una posición mejor que la que ocupa en cuanto a la financiación media por proyecto.

Las áreas con un mayor impacto relativo, atendiendo al porcentaje de ellas en revistas del primer decil son, por este orden, las de cardiología geriátrica, aunque con un número de publicaciones muy bajo, seguida de imagen cardíaca (primera en financiación media por proyecto) y rehabilitación cardíaca. Esta última recibe el mayor número de citas media por publicación, seguida de las publicaciones sobre cardiopatías familiares y cardiopatía isquémica.

En las páginas que siguen se puede consultar además las revistas científicas que publican un mayor número de publicaciones y las preferidas por cada área de investigación en ECV.

Los resultados innovadores generados por la actividad científico-técnica en ECV entre 2018 y 2022, aunque relevantes en número absoluto, muestran un descenso en el periodo, con su máximo al inicio, momento en el que se solicitaron un total de 32 familias de patentes. Este número descendió hasta el año 2021, cuando empieza a mostrar cierta recuperación, alcanzando el número de 20 solicitudes de familias de patentes. Como limitación, hay que señalar que los datos observados en 22 probablemente no sean significativos, o al menos habrá que esperar un tiempo para comprobar la evolución, ya que se aprecia que existe un desfase de 1,4 años entre el año de solicitud de estas familias de patentes y su publicación.

En cuanto a la relevancia de estas, se ha empleado el número de publicaciones asociadas a cada familia de patentes, como medida indirecta. Este indicador arroja unos valores mejorables. De las 88 familias de patentes analizadas, el 46%% solo cuentan con una o dos publicaciones asociadas. No obstante, se identificaron un total de 13 familias de patentes que superan las diez publicaciones.

¿Quién solicita estas patentes? Mayoritariamente las universidades, seguidas de la industria y los centros y organismos del ámbito del Sistema Nacional de Salud. El CSIC lidera la clasificación de entidades con más patentes solicitadas (13 familias). Por último, un 7% del total fueron solicitadas por personas físicas, probablemente, aquellas cuyas entidades decidieron no actuar como solicitantes.

Todos los detalles de este análisis se muestran a continuación.

Publicaciones

Metodología aplicada

A la hora de elaborar los datos que se presentan en este apartado acerca de los resultados de la investigación en enfermedades cardiovasculares en España se ha seguido la siguiente metodología.

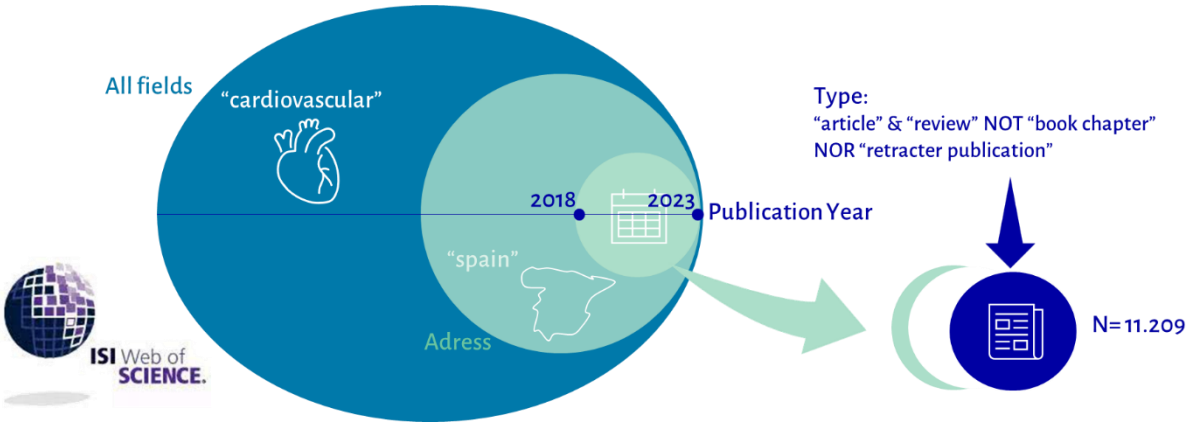


Imagen 76.- Resumen de la metodología empleada para la identificación de publicaciones científicas en ECV.

Se realizó un análisis de publicaciones en revistas indexadas en la Web of Science (WoS). Se realizó una búsqueda de la palabra "cardiovascular" en cualquiera de los campos de indexación de la WoS, que contuvieran "*spain*" en el campo "*address*" y los resultados se restringieron a los años de publicación 2018-2023. Tras la aplicación de estos criterios, se refinó la búsqueda, restringiéndola por país y tipo de publicación, considerando sólo artículos originales y revisiones. Como resultado se obtuvieron un total de 11.286 ítems.

A continuación, se continuó refinando el listado obtenido, eliminando registros que, aunque inicialmente se identificaron como artículos o revisiones, presentaban la etiqueta de "*book chapter*" o "*retracter publication*". Así, el listado final sobre el que se realizó este análisis consistió en un total de 11.209 artículos y revisiones.

Con el fin de poder realizar un análisis pormenorizado de las áreas de conocimiento en las que se centran las publicaciones científicas en el campo de las enfermedades cardiovasculares, se realizaron nuevas búsquedas específicas de artículos y revisiones en las siguientes subcategorías:

1. Hemodinámica; cardiología intervencionista.
2. Cardiopatía isquémica; enfermedad coronaria
3. Imagen cardiaca.
4. Insuficiencia cardiaca.
5. Rehabilitación cardiaca.
6. Arritmia; ritmo cardiaco.
7. Cardiopatías congénitas; genética cardiovascular.
8. cardiopatías familiares.
9. Cardiología geriátrica.
10. Valvulopatías; patología aórtica.

Téngase en cuenta que las publicaciones han podido ser incluidas en una o más de estas subáreas.

Por último, hay que tener en cuenta que, a la hora de asignar cuartil y decil a cada registro en base a la revista en la que fue publicado, se ha empleado el valor de factor de impacto correspondiente al JCR 2021, asignándole a cada ítem aquel de la disciplina más favorable. Entre las limitaciones de este estudio, se incluyen las propias de la base de datos empleada (*ISI Web of Science*). Así, al considerar un periodo de más de cinco años, algunas de las publicaciones contempladas en este análisis aparecen actualmente como revistas no indexadas o revistas sin cuartil. No obstante, no han sido excluidas del análisis. En su lugar, aparecen identificadas como "Q0". Por otra parte, un porcentaje del 2% de todos los artículos y revisiones considerados (189) no disponen de año de publicación, por lo que han sido descartados en los análisis de evolución temporal.

Resultados del análisis

La producción científica entre 2018 y 2023 ascendió a 11.209 artículos y revisiones.

Cabe destacar que el 47% de todas las publicaciones analizadas fueron publicadas en revistas indexadas en primer cuartil de su disciplina (Q1). Si a estas añadimos las indexadas en segundo cuartil (Q2), la cifra global alcanzaría el 74% (8.298).

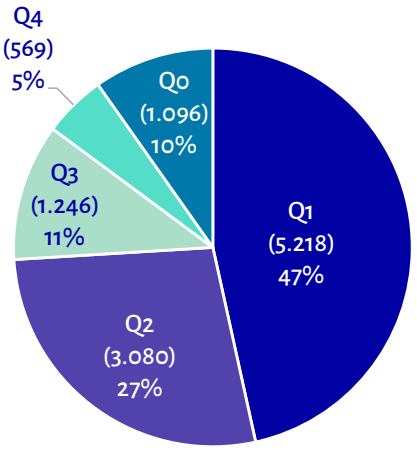


Imagen 77.- Distribución de publicaciones científicas con participación de centros españoles por cuartiles.

El 61% de las publicaciones en Q1 correspondieron a artículos y revisiones publicadas en revistas del primer decil de su categoría (D1).

Este alto impacto de las publicaciones en enfermedades cardiovasculares, caracterizado por un alto porcentaje de artículos y revisiones publicados en revistas del primer cuartil se ve reflejado a lo largo del periodo analizado. Así, en 2018 las publicaciones en Q1 representan el 44% del total, una cifra que en 2021 y 2022 se sitúa en el 46%, sólo un punto por debajo del alcanzado en 2019-2020. Aunque este análisis ha sido realizado a comienzos de 2023, las publicaciones de este año en revistas indexadas en el primer cuartil muestran un incremento notable, alcanzando el 53% del total.

Si tomamos en consideración publicaciones en revistas de primer o segundo cuartil (Q1+Q2), se aprecia un incremento constante del número de artículos y revisiones en esta categoría, pasando del 71% en 2018 al 77%% en 2022. Asimismo, en lo que va de 2023, el número de publicaciones en revistas Q1+Q2 alcanza el 82% del total.

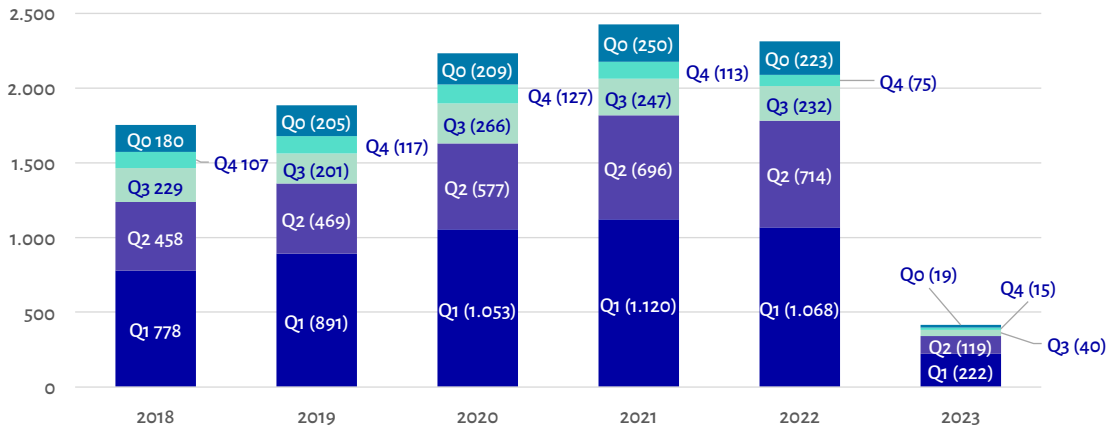


Imagen 78.- Evolución de la distribución de publicaciones científicas con participación de centros españoles por cuartiles.

El análisis de la evolución del número de publicaciones en revistas del primer decil muestra un incremento notable especialmente entre los años 2018 y 2020, con un ligerísimo descenso en 2022 (18 publicaciones), claramente menor al del número de publicaciones globales (-114).

En promedio, el incremento interanual de estas publicaciones frente al total se sitúa en el 28%.

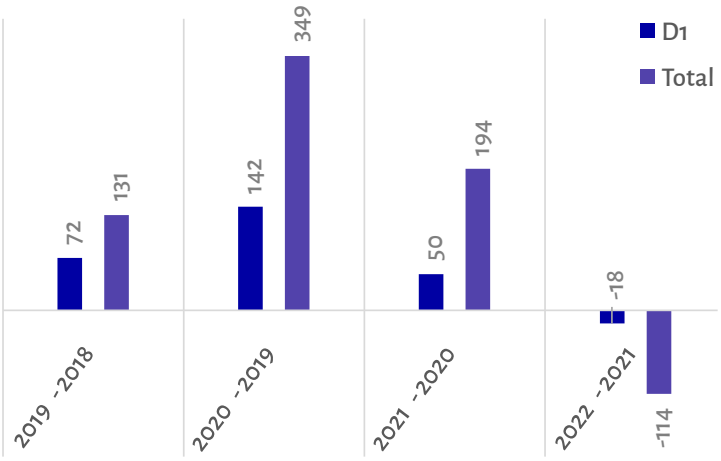


Imagen 80.- Incremento interanual de las publicaciones científicas con participación de centros españoles.

En cuanto al número de citas, los artículos y revisiones analizados han sido citados en más de 223 mil ocasiones. Como se muestra a continuación, el 94% de estas citas se refieren a publicaciones en revistas del primer o segundo cuartil.

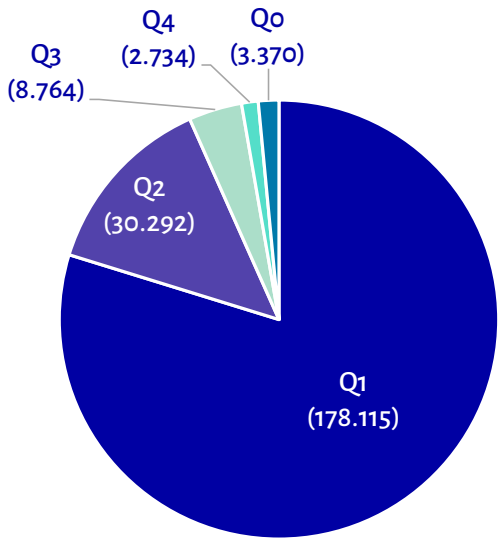


Imagen 79.- Distribución de las citas en función del cuartil de la revista en la que se publicaron los resultados.

En particular, los artículos y revisiones en revistas D1 recibieron el 79% de todas las citas en revistas del primer cuartil (140.416 citas).

Respecto a la evolución anual, como es previsible, los años en los que se concentran las mayores citaciones son los iniciales del periodo analizado, no obstante, los artículos y revisiones publicados desde el comienzo de 2023 ya superan las 600 citas.

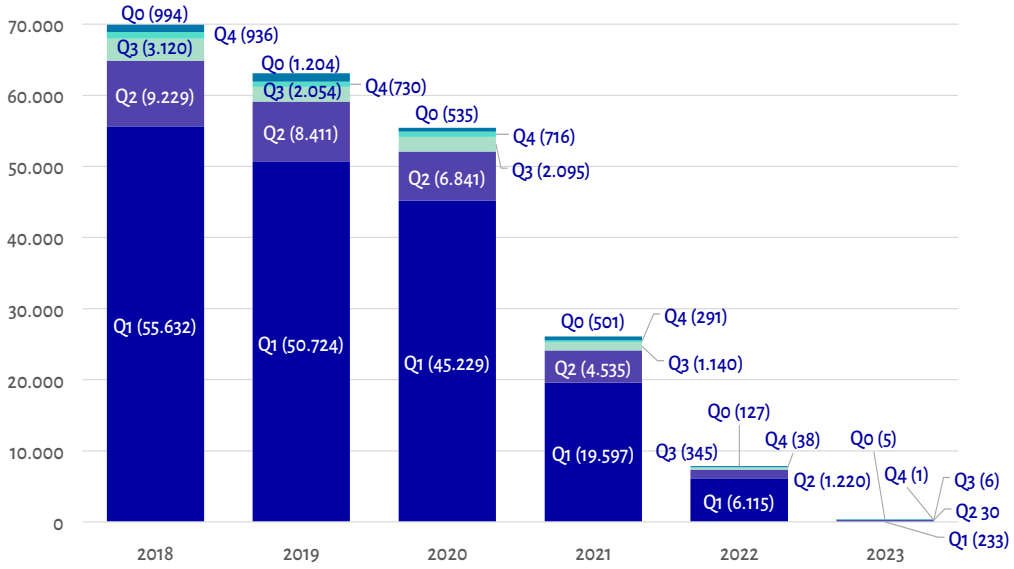


Imagen 81.- Evolución temporal de la distribución de citas en función del cuartil de la revista en la que se publicaron los resultados.

En todas las anualidades, las publicaciones en revistas del primer cuartil fueron las que acumularon un mayor número de citas: del 80% en 2018 y 2019 al 80% en 2020.

Atendiendo a la tipología de los resultados publicados, el 79% de todas las publicaciones son artículos, mientras que el 21% correspondieron a revisiones.

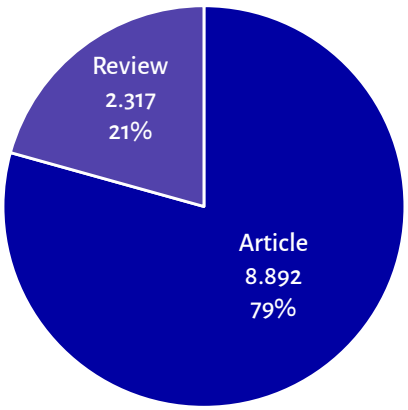


Imagen 82.- Distribución de la tipología de resultados publicados. Artículos y revisiones.

Este porcentaje se mantiene más o menos estable a lo largo del periodo analizado, oscilando entre el 78% de artículos publicados en 2020 y 2021 y el 80% de artículos en los años 2018,2019 y 2022, con un aumento de un punto porcentual en lo que va de 2023.

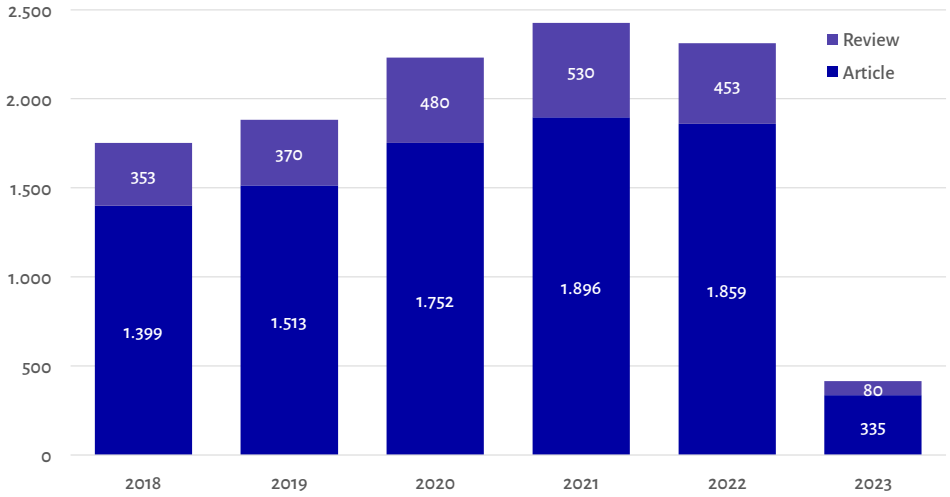


Imagen 83.- Evolución temporal de la distribución de la tipología de resultados publicados. Artículos y revisiones.

En cuanto a la fórmula de publicación, el 67% (7.437) de todos los artículos y revisiones incluidos en este estudio se publicaron en medios en acceso abierto.

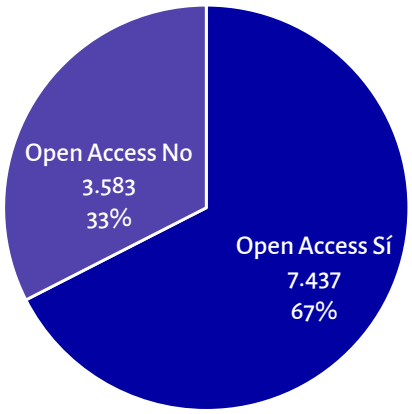


Imagen 84.- Distribución de la fórmula de publicación de resultados. Open Access.

Aunque este valor es mejorable, se evidencia un incremento de las publicaciones en acceso abierto a lo largo de estos últimos años. Así, en el año 2018 sólo el 59% de los artículos y revisiones podían ser consultados en este formato, mientras que, en el año 2022, el citado porcentaje asciende hasta el 73%.

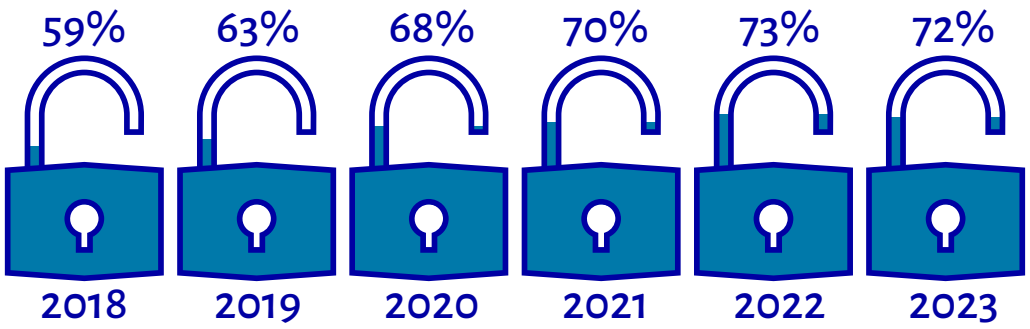


Imagen 86.- Evolución del porcentaje de artículos y revisiones publicados en medios Open Access.

Cabe reseñar que la contribución española en las publicaciones analizadas es relevante, con más de 7.400 artículos y revisiones en las que la autora o el autor de correspondencia ha declarado pertenecer a un centro de nuestro país. Esto supone un 66% del total de las publicaciones analizadas. Este porcentaje oscila muy ligeramente entre los años 2018 y 2022.

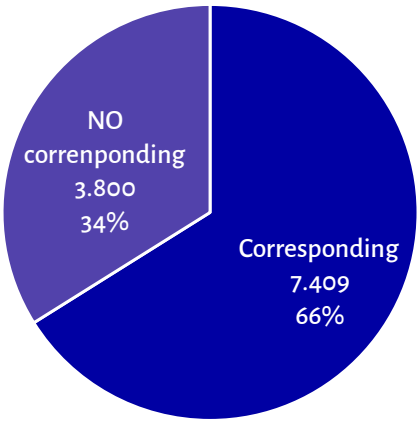


Imagen 85.- Contribución española en las publicaciones analizadas. Porcentaje en el que el o la autora de correspondencia está adscrita a un centro español.

Analizando esta contribución por cuartiles, se observa que, del total de artículos publicados en Q1+Q2 (8.298), en el 64% de los casos (5.319) una autora o un autor filiado en España actúa como autor de correspondencia. Se aprecia, no obstante que el personal investigador de centros españoles actúa como autor/a de correspondencia en un porcentaje mayor en las publicaciones en revistas del sin cuartil, donde alcanzan el 81%. Le siguen las publicaciones en Q4 y aquellas en revistas Q2, con un 76 y un 71% respectivamente.

A pesar de ello, en cómputo global, los artículos o revisiones en revistas del primer cuartil cuya autora o autor de correspondencia pertenece a un centro español suponen el 28% de todas las publicaciones. Le siguen las publicaciones en medios en Q2 (20%).

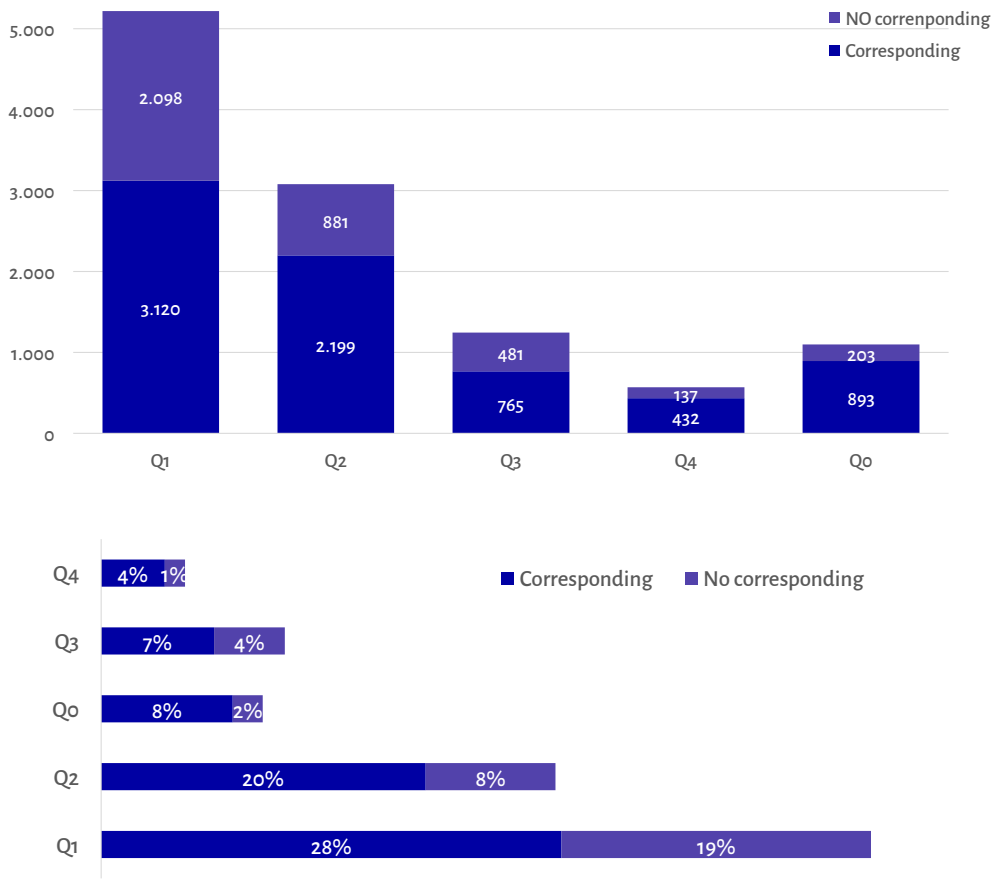


Imagen 87.- Distribución por cuartiles de publicaciones en las que la autora o autor de correspondencia está adscrito a un centro español.

El número de publicaciones en revistas en el primer decil con autor/a perteneciente a un centro español alcanza el 16,37% del total de publicaciones analizadas.

Si analizamos la evolución temporal de esta contribución en todas las publicaciones, se aprecia que el número de ellas en las que una autora o un autor con filiación española ocupa la posición de autor de correspondencia muestra una tendencia creciente entre los años 2018 y 2021, con un ligero descenso en 2022 y poca variación porcentual entre anualidades.

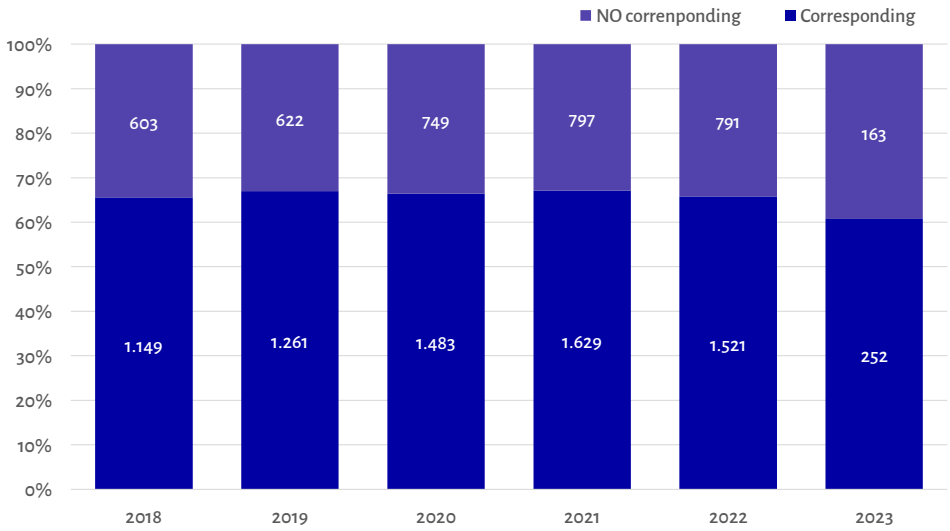


Imagen 89.- Evolución temporal de la participación española como autora o autor de correspondencia. Número de publicaciones.

Respecto a la filiación de autores en estas publicaciones, en el 10% de todas las analizadas (1.118) la autoría reflejaba específicamente la participación de grupos cooperativos. Esta participación de grupos cooperativos estables se aprecia en mayor medida en las publicaciones en revistas Q1 (12% de todas las publicadas en revistas de este cuartil). En concreto, 400 de estos artículos y revisiones fueron publicados en revistas en el D1 (13% de todas las publicadas en revistas D1).

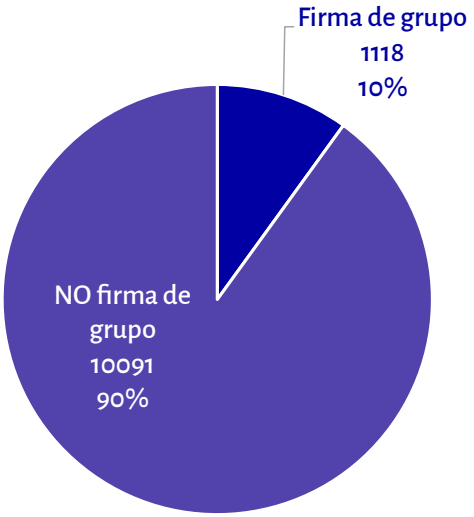


Imagen 88.- Filiación de grupos cooperativos en los artículos y revisiones analizados.

De estas, 400 publicaciones en revistas del primer decil incluían en la filiación de sus autores grupos cooperativos estables, un 36% del total de publicaciones firmadas por estos grupos.

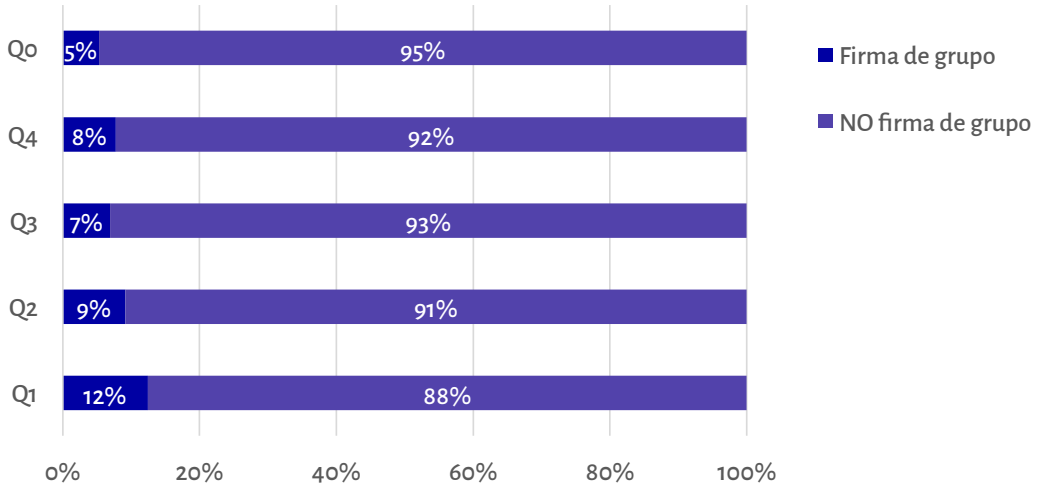


Imagen 91.- Porcentaje de filiación de grupos cooperativos en función del cuartil de la revista en la que se publican los resultados.

En relación a las subdisciplinas en las que centran las publicaciones en el ámbito de las enfermedades cardiovasculares, la subárea de arritmias es aquella sobre la que más artículos y revisiones se publicaron (5.332). Le siguen las subdisciplinas de insuficiencia cardíaca (3.796), cardiopatía isquémica (2.542) e imagen cardíaca y (1.065). Cardiología geriátrica, cardiopatías familiares y rehabilitación cardíaca son las tres subáreas con menor número de publicaciones en el periodo analizado (42, 191 y 334, respectivamente). Las publicaciones sobre hemodinámica ascendieron a 585, por detrás de las valvulopatías (846) y las cardiopatías congénitas (1.040).

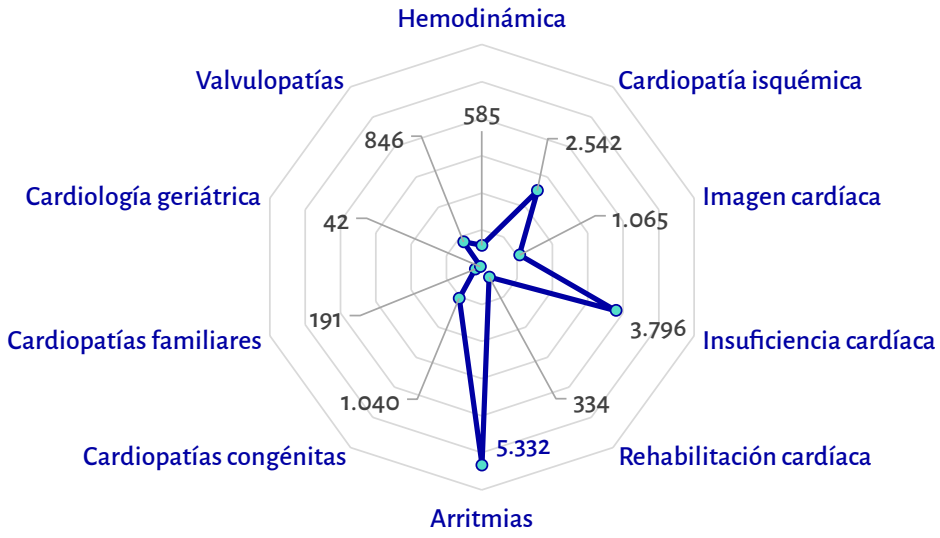


Imagen 90.- Número de artículos y revisiones publicados en las distintas subdisciplinas de la investigación en ECV.

No se aprecian diferencias en este sentido entre el número de artículos y de revisiones.

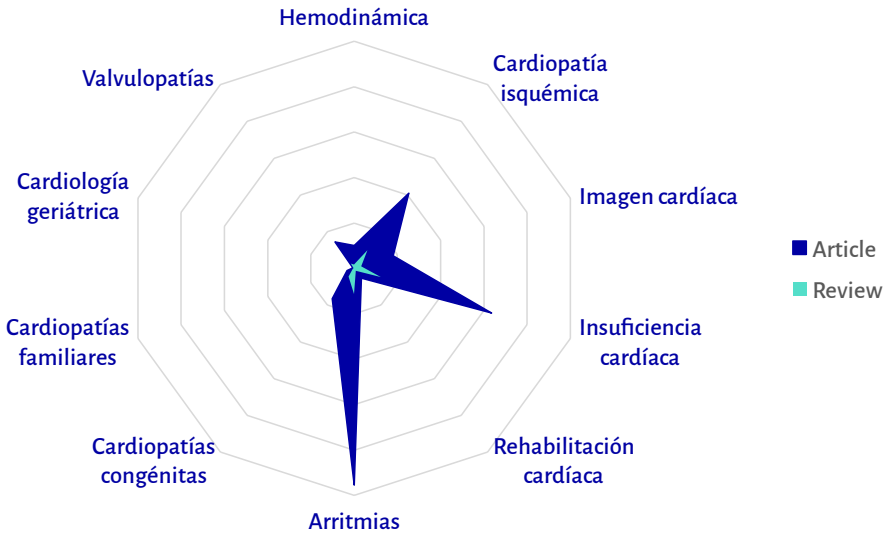


Imagen 92.- Comparativa entre el número de artículos y revisiones publicados en las distintas subdisciplinas de la investigación en ECV.

En cuanto al impacto de las distintas subáreas analizadas, cardiología geriátrica es la que presenta un mayor porcentaje de publicaciones en revistas del primer decil, respecto al total de publicaciones de la subdisciplina (36%). Le siguen imagen cardíaca (32%) y rehabilitación cardíaca (31%). Las cardiopatías familiares y la rehabilitación cardíaca se sitúan en primera posición en cuanto al porcentaje de publicaciones en revistas del primer cuartil, con un 49%, por delante de la cardiología geriátrica (48%). Hemodinámica, sin embargo, es la disciplina que presenta un mayor porcentaje de publicaciones en revistas peor posicionadas (Q3-Q0), con casi la mitad de sus publicaciones en estos cuartiles (48%). Le siguen las valvulopatías (43%) y la cardiología geriátrica (38%), debido principalmente a un importante porcentaje de artículos y revisiones en revistas en Q0.

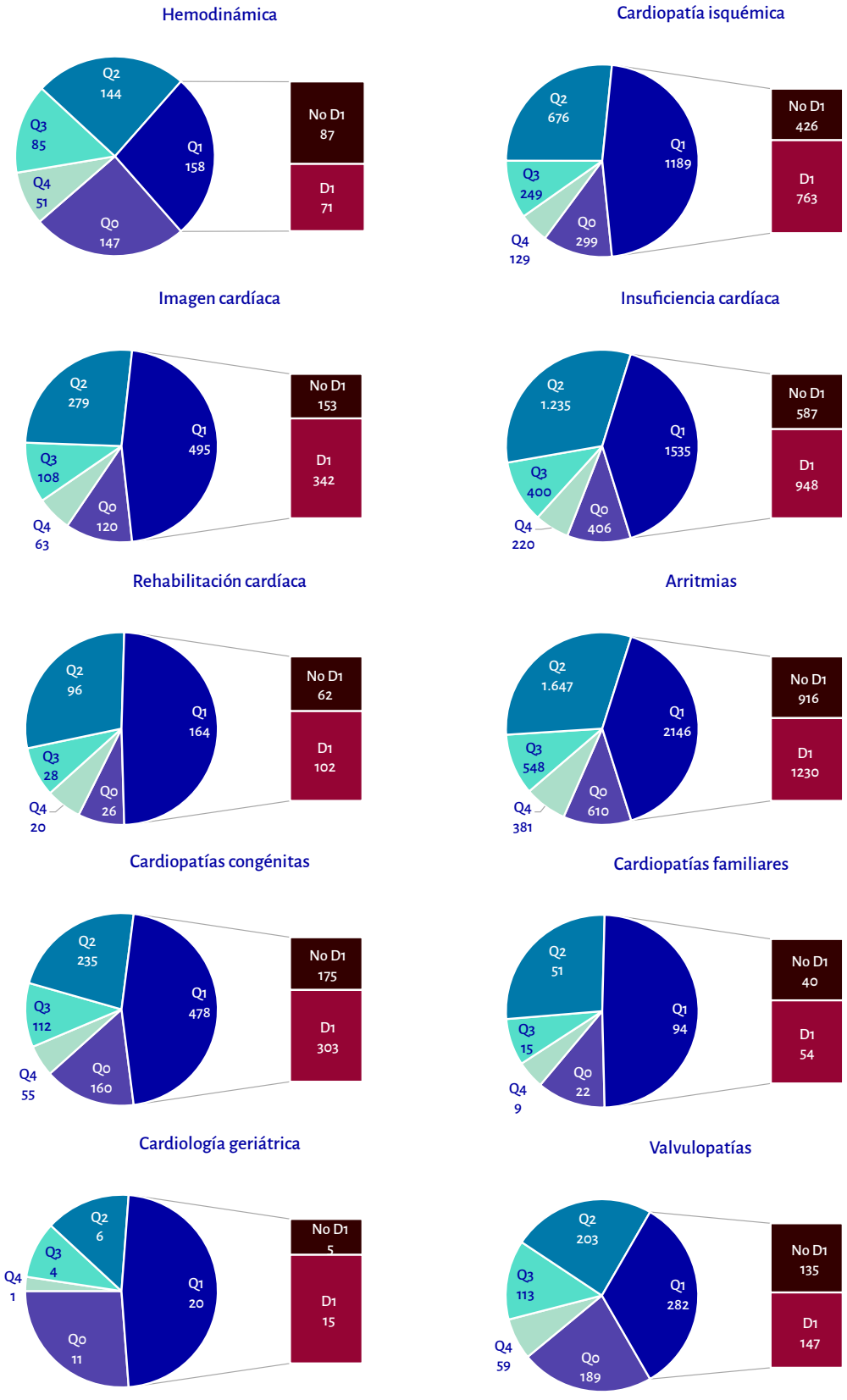


Imagen 93.- Distribución de publicaciones en cuartiles y deciles por subdisciplinas.

Atendiendo al número de citas recibidas por los ítems recogidos en cada subcategoría, las publicaciones sobre arritmias, insuficiencia cardíaca y cardiopatía isquémica siguen teniendo mayor protagonismo. Las centradas en rehabilitación cardíaca se posicionan en quinto lugar (24.055), por detrás de las citas recibidas por publicaciones en imagen cardíaca (25.382).

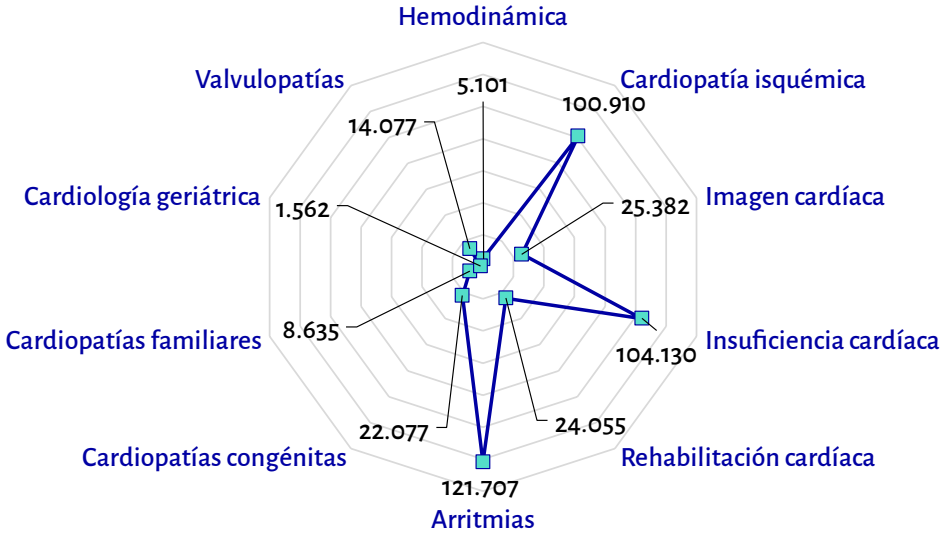


Imagen 94.- Número de citas totales por subdisciplinas.

Sin embargo, son las publicaciones centradas en rehabilitación cardíaca las que recibieron un mayor número de citas por término medio, con 72, seguido de las publicaciones sobre

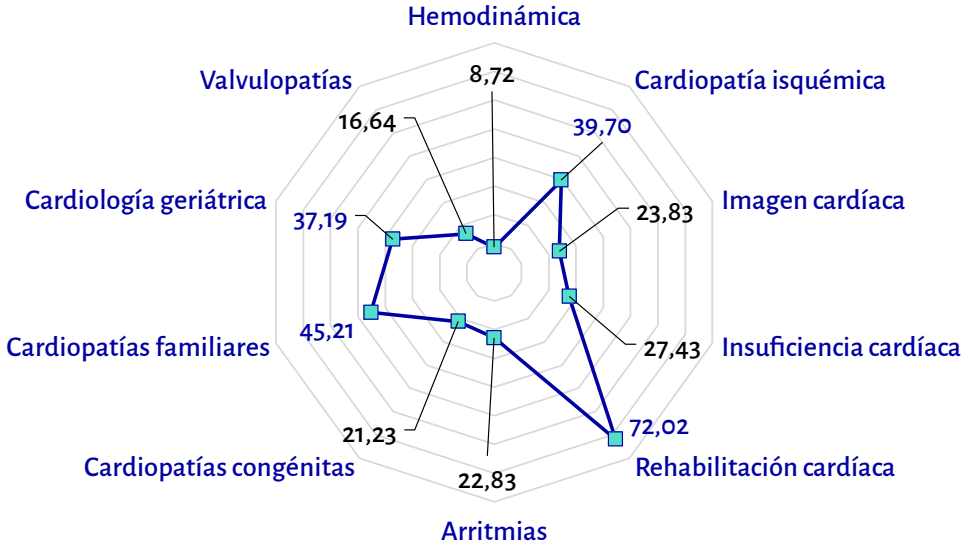


Imagen 95.- Número medio de citas por subdisciplinas.

cardiopatías familiares (45,2 citas), las centradas en cardiopatía isquémica (39,7 citas) y las relativas a la cardiología geriátrica (37,2 citas).

Se analizaron las revistas escogidas preferentemente para publicar artículos o revisiones en cada subdisciplina. La siguiente tabla muestra los resultados incluyendo el número de artículos publicados para cada subárea en la revista correspondiente.

Disciplina	Título revista	Núm. y % de publicaciones en la disciplina
Cardiopatía isquémica	European Heart Journal	71 (3%)
Hemodinámica	Rec-Interv Cardiol	100 (17%)
Imagen médica	Eur Heart J-Card Img	43 (4%)
Insuficiencia cardíaca	J Clin Med	127 (3%)
Rehabilitación cardíaca	Int J Env Res Pub He	19 (6%)
Arritmias	Int J Env Res Pub He	154 (3%)
Cardiopatías congénitas	Cir Cardiovasc	33 (3%)
Cardiopatías familiares	Atherosclerosis	12 (6%)
Cardiología geriátrica	Rev Esp Cardiol	7 (17%)
Valvulopatías	Cir Cardiovasc	52 (6%)

Tabla 34.- Revistas en las que más artículos y revisiones se publican, en cada subdisciplina.

Hemodinámica y cardiología geriátrica son las dos subdisciplinas que presentan una mayor concentración de publicaciones en revistas concretas según los datos extraídos. En particular, las publicaciones en hemodinámica se publican preferentemente en la revista de la Sociedad Española de Cardiología REC *Interventional Cardiology*. A su vez, las publicaciones científicas sobre cardiología geriátrica en España tienden a publicarse más en la Revista Española de Cardiología.

Por último, se han analizado las diez revistas en las que se publican los artículos y revisiones que configuran cada categoría. Partiendo de este listado, se ha elaborado la siguiente tabla, que muestra a su vez las diez revistas más generalistas, entendidas como aquellas en las que se publicaron artículos o revisiones de un mayor número de subdisciplinas.

Título revista (abreviado)	Núm. subdisciplinas	Disciplina (posición)	Open access
J Clin Med (continúa)	8	Hemodinámica (8) Imagen médica (7) Insuficiencia cardíaca (1) Rehabilitación cardíaca (4) Arritmias (3) Cardiopatías congénitas (5)	Sí

Título revista (abreviado)	Núm. subdisciplinas	Disciplina (posición)	Open access
J Clin Med		Cardiopatías familiares (6) Valvulopatías (2)	
Eur Heart J	7	Imagen médica (6) Insuficiencia cardíaca (5) Rehabilitación cardíaca (3) Arritmias (9) Cardiopatías congénitas (3) Cardiopatías familiares (5) Valvulopatías (5)	Bajo pago
J Am Coll Cardiol	6	Imagen médica (3) Insuficiencia cardíaca (7) Arritmias (6) Cardiopatías familiares (2) Cardiología geriátrica (2) Valvulopatías (10)	Bajo pago
Rev Esp Cardiol	6	Insuficiencia cardíaca (4) Arritmias (5) Cardiopatías congénitas (6) Cardiopatías familiares (8) Cardiología geriátrica (1) Valvulopatías (3)	A partir de 12 meses
Sci Rep-Uk	4	Hemodinámica (3) Imagen médica (10) Arritmias (10) Cardiopatías congénitas (10)	Sí
Eur J Heart Fail	4	Imagen médica (8) Insuficiencia cardíaca (2) Rehabilitación cardíaca (9) Cardiología geriátrica (3)	Bajo pago
Int J Cardiol	4	Insuficiencia cardíaca (6) Rehabilitación cardíaca (10) Cardiopatías congénitas (9) Valvulopatías (4)	Bajo pago
Nutrients	3	Cardiopatía isquémica (3) Cardiopatías congénitas (4) Cardiología geriátrica (4)	Sí
Front Cardiovasc Med	3	Imagen médica (5) Cardiopatías congénitas (8) Valvulopatías (7)	Sí
Plos One	3	Hemodinámica (9) Rehabilitación cardíaca (5) Arritmias (8)	Sí

Tabla 35.- Diez revistas que publican un mayor número de subdisciplinas.

Patentes

Metodología aplicada

Con el fin de identificar patentes promovidas por personal investigador de centros españoles solicitadas entre los años 2018 y 2023 (ambos inclusive) se empleó la herramienta de búsqueda Global Patent Index (GIP) de la Oficina de Patentes Europea. Los resultados de la búsqueda se restringieron tanto por año de solicitud como por la existencia de prioridad española y por términos clave. Se presenta a continuación la consulta empleada.

WORD="cardiovascular diseases" or "cardiovascular" or "interventional cardiology" or "ischemic heart disease" or "cardiac imaging" or "heart failure" or "cardiac rehabilitation" or "arrythmia" or "cardiac rhythm" or "congenital heart disease" or "cardiovascular genetics" or "familial heart disease" or "geriatric cardiology" or "valvulopathy" or "aortic pathology" or "cardiovascular risk" or "cardiology" or "atrial fibrillation" and APD [2018-01-01, 2023-31-05] and PRC=ES

Se llevó a cabo un análisis por familias, con el objetivo de detectar las principales invenciones en el ámbito de las enfermedades cardiovasculares. Cada una de estas familias recogen el total de solicitudes relativas a una misma invención y publicadas en distintos países. El resultado que se obtuvo fue de 228 documentos y 133 familias.

Finalmente se seleccionaron 88 familias específicas de este ámbito, desechando otras invenciones que no estaban íntimamente relacionadas con la patología cardiovascular, como las relacionadas con el ictus y las enfermedades cerebrovasculares. En este sentido, se obtuvo la información sobre cada una de estas familias, para poder llevar a cabo un análisis en profundidad. Los resultados de este ejercicio se plasman a continuación.

Resultados del análisis

En total a lo largo del periodo 2018-2022 (ambos incluidos) se solicitaron y publicaron un total de 88 familias de patentes relacionadas con las enfermedades cardiovasculares.

El mayor número de solicitudes se produjo en 2018 (33%), al que siguió un fuerte descenso en 2019 (-41%). Esta reducción continuó en 2020, aunque de forma más moderada, con un 16% menos de solicitudes presentadas que en el año previo, recuperándose en 2021. En este año el número de solicitudes alcanzó las 20, lo que representa un aumento del 25% frente al año 2020.

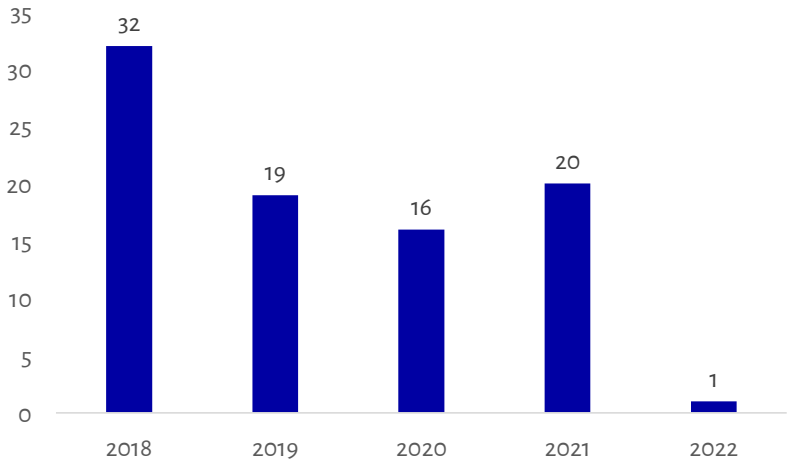


Imagen 97.- Solicitudes de familias de patentes en materia de ECV entre los años 2018 y 2020.

Cabe mencionar que el bajo número de solicitudes identificadas en 2021 puede deberse al periodo que transcurre entre la solicitud en sí y el momento en que los datos están disponibles. En este sentido, se aprecia que el número de años que las familias de patentes identificadas tardaron en ser publicadas contando desde el año en que se solicitaron, alcanzan en promedio los 1,4 años.

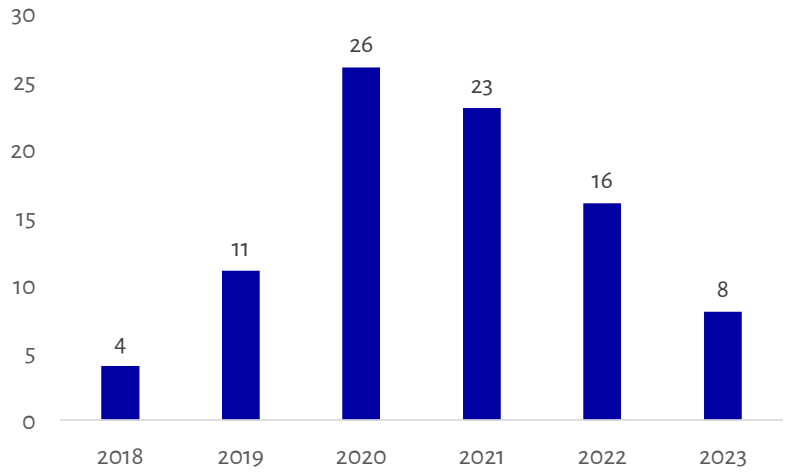


Imagen 96.- Familias de patentes en ECV solicitadas entre 2018 y 2022 por años de publicación.

La mayor parte de estas familias de patentes corresponden a nuevos fármacos (27%). Los dispositivos diagnósticos o terapéuticos y la protección de nuevos procedimientos ocupan la segunda posición, alcanzando el 20% del total de familias de patentes analizadas. Nuevos suplementos dietéticos y nuevos compuestos biológicos ocupan respectivamente

la cuarta (14%) y quinta posición (10%). Cierran el conjunto, aquellas familias de patentes en el ámbito de la genética (3%) y las no clasificadas en los apartados anteriores (5%).

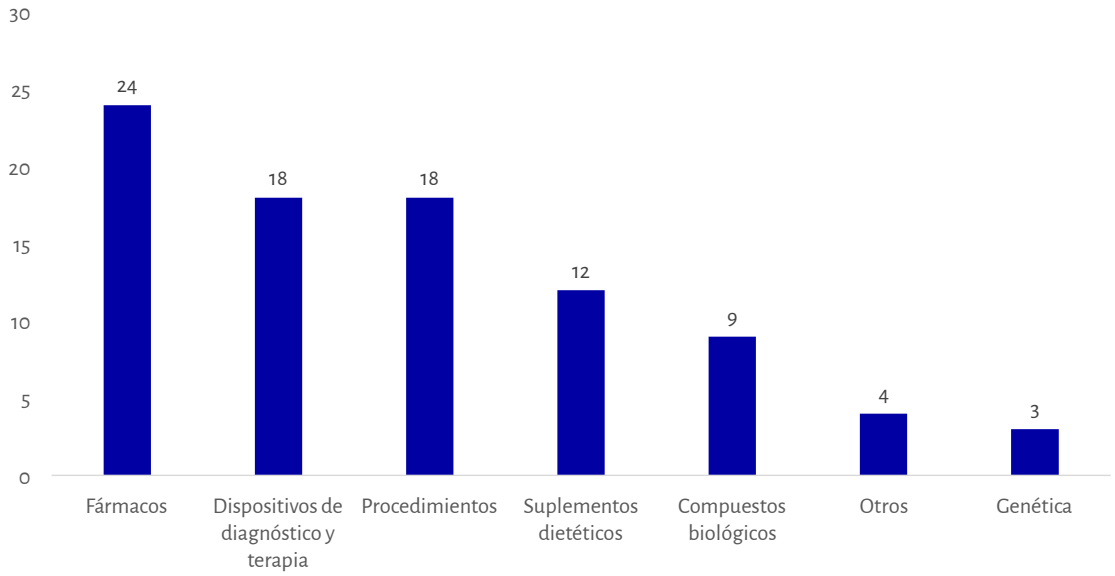


Imagen 98.- Tipos de familias de patentes en ECV (número).

Atendiendo a la distribución geográfica de estas familias de patentes, se aprecia que el mayor número corresponde a Andalucía (23), que junto con la Comunidad de Madrid (17), Comunidad Valenciana (12) y Cataluña (8) suponen el 68% de todas las familias

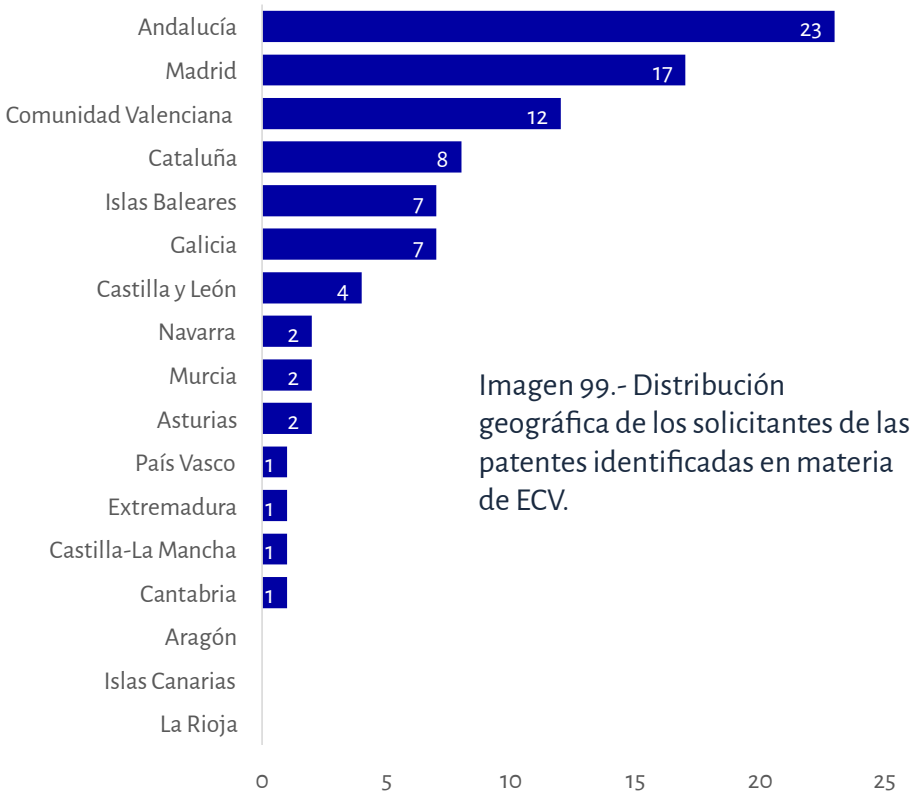


Imagen 99.- Distribución geográfica de los solicitantes de las patentes identificadas en materia de ECV.

solicitadas en el periodo. No se identificaron familias de patentes con inventores en las Comunidades Autónomas de Aragón, Islas Canarias o La Rioja.

Con el fin de aproximar la relevancia de estas familias de patentes, se emplea como indicador indirecto el tamaño de las familias, es decir, el número de publicaciones asociadas a estas. A mayor tamaño de la familia de patentes, mayor relevancia tiene la misma, puesto que la invención se ha patentado en un mayor número de países.

Teniendo en cuenta este indicador, se considera el desarrollo de innovaciones con interés industrial como un área de mejora. En el 75% de los casos, el tamaño de las familias analizadas no supera las cinco publicaciones. Se aprecia que las familias de menor tamaño, con una única publicación suponen el 23% de todas las familias de patentes analizadas. Un porcentaje idéntico al de familias con dos publicaciones.



Imagen 100.- Relevancia de las familias de patentes identificadas.

No obstante, el 11% de las familias de patentes en ECV que constituyen la muestra de este estudio (9) superan las 10 publicaciones y el 4,6% (4) superan las 20. El máximo, alcanzado por una única familia se sitúa en 24 publicaciones.

Se ha analizado además el solicitante de dichas familias. Las universidades españolas actuaron como solicitantes en el 44% de las familias de patentes identificadas. La industria por su parte consta como solicitante en el 41%. En tercer lugar, aparecen los centros y organismos del ámbito del Sistema Nacional de Salud, que incluye fundaciones de gestión de la I+D+i de los centros sanitarios, institutos de investigación sanitaria, el Centro de Investigación Biomédica en Red y los propios servicios regionales de salud. El CSIC aparece como solicitante en el 13% de estas familias de patentes. Cabe destacar que

se identificaron un total de ocho familias de patentes (7%) en las que los solicitantes fueron personas físicas.

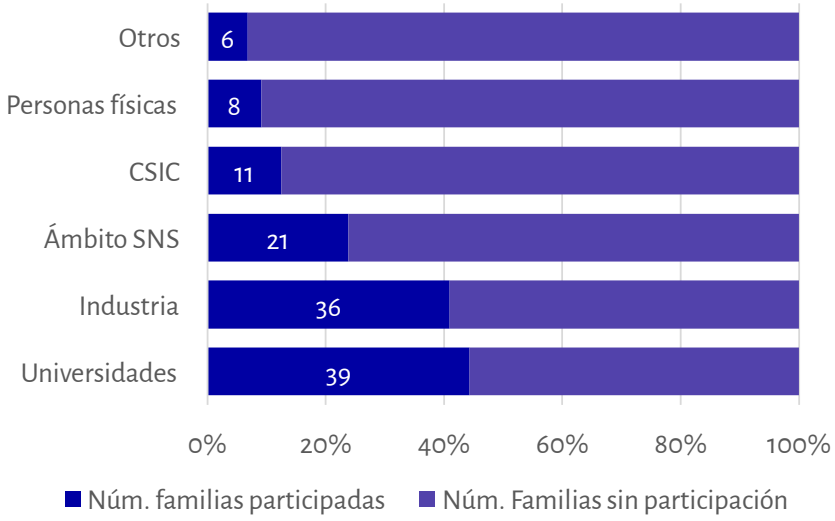


Imagen 101.- Participación de los distintos tipos de entidades en las familias de patentes en ECV identificadas.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas lidera la clasificación de entidades solicitantes de estas familias de patentes, con un total de 13 (15%). Le siguen la Universidad de Granada con nueve (10%), la Universidad de Sevilla con seis (7%) y el Servicio Andaluz de Saluda con cinco (3%). Se muestra a continuación el listado de entidades con un número de familias solicitadas igual o superior a dos.

Entidad solicitante	Número de famlias solicitadas
Consejo Superior de Investigaciones Científicas	13
Univ. Granada	9
Univ. Sevilla	6
Servicio Andaluz de Salud	5
Servicio Gallego de Salud	3
Univ. Alcalá de Henares	3
Univ. Illes Balears	3
Carnicas Joselito SA	2
Cellbitec SL	2
Fundación Hospital Gregorio Marañón	2
Fundación Hospital Ramón y Cajal	2

Entidad solicitante	Número de famlias solicitadas
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau: Fundació e ICCC	2
Oncostellae SL	2
Sanifit Therapeurics SA	2
Univ. Autónoma de Madrid	2
Univ. Carlos III de Madrid	2
Univ. Complutense de Madrid	2
Univ. Santiago de Compostela	2

Tabla 36.- listado de entidades que solicitaron al menos dos patentes sobre ECV en el periodo analizado..

¿Qué dificultades y necesidades afronta la I+D+i en España?

BARRERAS Y NECESIDADES NO CUBIERTAS

Las dificultades y barreras con las que se enfrenta la I+D+i en enfermedades cardiovasculares que presentamos en este capítulo, han sido obtenidas siguiendo una metodología participativa que permita recoger la opinión de los profesionales. Para ello se invitó a colaborar a más de 1.400 profesionales de las ECV rellenando el cuestionario que aparece transcrito en anexo.

Por lo que respecta al presente apartado, las barreras se categorizaron en cuatro grupos.



En el ámbito de los recursos humanos la falta de estrategias para fomentar un relevo generacional que no impacte negativamente en la I+D+I es considerada la principal barrera, seguida por una falta de interés de los futuros profesionales del ámbito clínico y académico. Estas, probablemente muy ligadas a las barreras identificadas en el marco de las políticas y prioridades tanto en I+D+i como asistenciales. Se extrae del ejercicio realizado que persiste aún cierta distancia entre la visión del personal investigador de universidades y centros de investigación del CSIC y la del personal de las instituciones del ámbito del SNS. En este sentido, a la hora de priorizar estas barreras, los primeros encuentran más preocupante la falta de nuevos profesionales clínicos con interés en la I+D+i, mientras que los segundos encuentran más prioritario abarcar la falta de interés del alumnado universitario.

Entre las dificultades asociadas a las políticas y prioridades de gobiernos y administraciones de investigación, destaca la falta de incentivos a la carrera profesional en I+D+I eficaces. La falta de reconocimiento suficiente al personal investigador con contratos competitivos, las dificultades para la estabilización del personal y la falta de contratos para la etapa posdoctoral son algunos ejemplos.

Se evidencia también una preocupación clara por la falta de financiación para la investigación e innovación en materia de enfermedades cardiovasculares Se trata esta de una preocupación común a cerca del 70% de las personas encuestadas. Le siguen las barreras ligadas a la falta de infraestructuras de apoyo a la I+D+i modernas y/o accesibles y de mecanismos efectivos que favorezcan la colaboración interdisciplinar, la movilidad geográfica de personal investigador e innovador y la movilidad entre el sector académico y el empresarial o industrial.

En cuanto a las barreras que provienen de las políticas y prioridades de gobiernos y administraciones del sector salud, la falta de priorización de la actividad investigadora e innovadora en el ámbito clínico y la falta de incentivos reales en el ámbito de los centros sanitarios (como, entre otros, la baja baremación de méritos en I+D+i en las ofertas públicas de empleo) son las principales barreras (apoyadas por casi el 70% de los encuestados), seguidas de las dificultades que aún se aprecian para incorporar perfiles no clínicos en los centros sanitarios y la alta presión asistencial.

Por último, el tejido industrial español, caracterizado por un muy bajo porcentaje de empresas investigadoras y desarrolladoras que ejerzan esta labor en España es la principal barrera relacionada con otros agentes, reconocida por el 84% de las personas encuestadas.

Los resultados de este ejercicio se detallan a continuación.

Barreras relacionadas con los recursos humanos en la I+D+i.

La barrera más importante identificada por las 107 personas que participaron en este proyecto dando su opinión es la falta de estrategias para fomentar un relevo generacional que no impacte negativamente en la I+D+i. Le siguen la falta de interés en la I+D+i de los nuevos profesionales clínicos (incluyendo residentes) y del alumnado de educación universitaria. Estas tres barreras, junto con la proximidad del momento de relevo generacional son los cuatro aspectos que más preocupan.

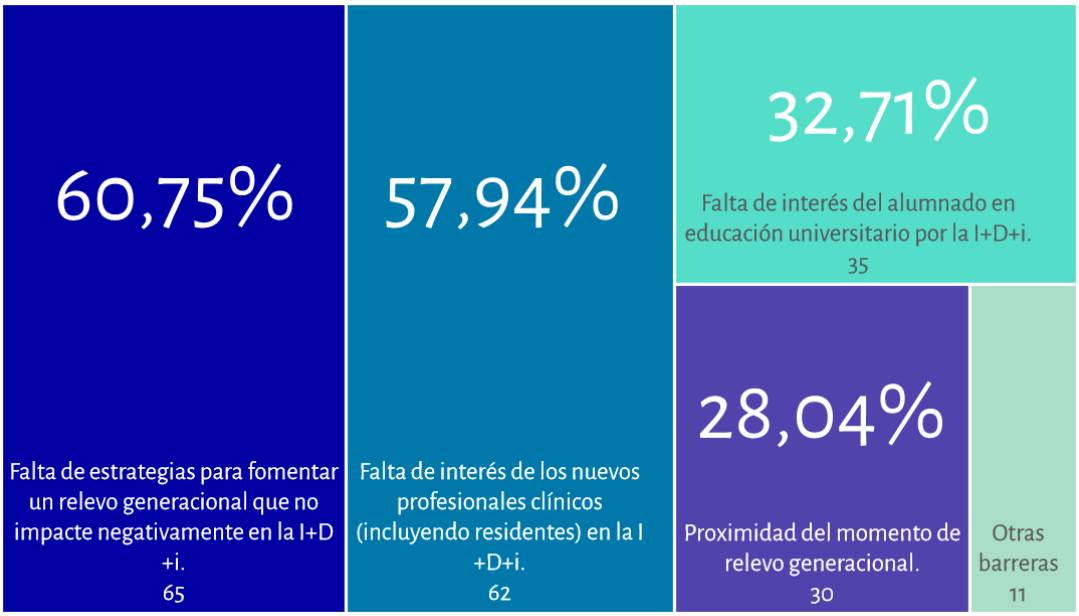


Imagen 102.- Principales barreras relacionadas con los recursos humanos identificadas, con indicación del número de personas que las identificaron y el porcentaje que estas suponen sobre el total de las personas que respondieron al cuestionario elaborado.

Otras barreras identificadas	Núm. de personas que lo han priorizado
Falta de tiempo para I+D+i	3
Falta de personal	2
Poca consideración de méritos científicos en la carrera profesional clínica	2
Falta de financiación para la contratación de personal	2
Medidas de conciliación para captar talento	1
Contratos de investigación que perjudican al profesional.	1

Tabla 37.- Barreras identificadas que se agrupan en el apartado “Otras barreras”.

La falta de estrategias para fomentar un relevo generacional sin impacto negativo en la I+D+i es la barrera que más importa a las personas que declararon haber ocupado puestos de responsabilidad en I+D+i en los últimos cinco años (68%) - conforme a lo establecido

en la pregunta octava del cuestionario, recogido en anexo-, mientras que para aquellas personas que no desarrollaron estos roles en los 5 últimos años resulta más preocupante la falta de interés de los nuevos profesionales clínicos (60%).

Por edades, a los más jóvenes (entre 24 y 30 años) les preocupa sobre todo la falta de interés de los nuevos perfiles clínicos (75%) y del alumnado universitario (50%), junto con la proximidad del momento de relevo generacional (50%). Algo similar se repite entre los profesionales de mayor edad (mayores de 51 años). Su mayor preocupación se centra en el poco interés del personal clínico por la I+D+i (68% en los mayores de 51 años y 59% en los mayores de 60).

Sin embargo, el personal entre 31 y 50 años se decanta por la falta de estrategias para impulsar un correcto relevo generacional (74% para los mayores de 31 y 71% para los mayores de 41).

Se aprecian diferencias en función del centro al que pertenece la persona que responde. Al personal universitario y del CSIC les preocupa más la falta de interés de los nuevos profesionales clínicos (el 70 y 50% respectivamente de las personas que respondieron a la encuesta marcaron esta opción), mientras que al personal de los hospitales y los IIS les preocupa más el escaso interés del alumnado universitario (el 100% de los encuestados marcaron esta opción). Por su parte, el personal que pertenece a CNIC y/o CIBERCV está más preocupado por la falta de estrategias para reducir el impacto del relevo generacional (el 100% y el 72% respectivamente).

Barreras relacionadas con las políticas y prioridades de los gobiernos y administraciones de investigación.

La principal barrera identificada relacionada con las políticas y prioridades de gobiernos y administraciones de investigación es la falta de incentivos a la carrera profesional en I+D+i eficaces. Esta barrera fue identificada por el 79% de los 107 encuestados que respondieron al cuestionario de opinión elaborado. Entre estos se incluyen la falta de reconocimiento suficiente al personal investigador con contratos competitivos, las dificultades para la estabilización del personal y la falta de contratos para la etapa posdoctoral.

Le siguen la falta de financiación para la I+D+i en ECV y la de infraestructuras de apoyo modernas y/o accesibles, de acuerdo con la opinión del 67 y el 42% de los participantes, respectivamente.

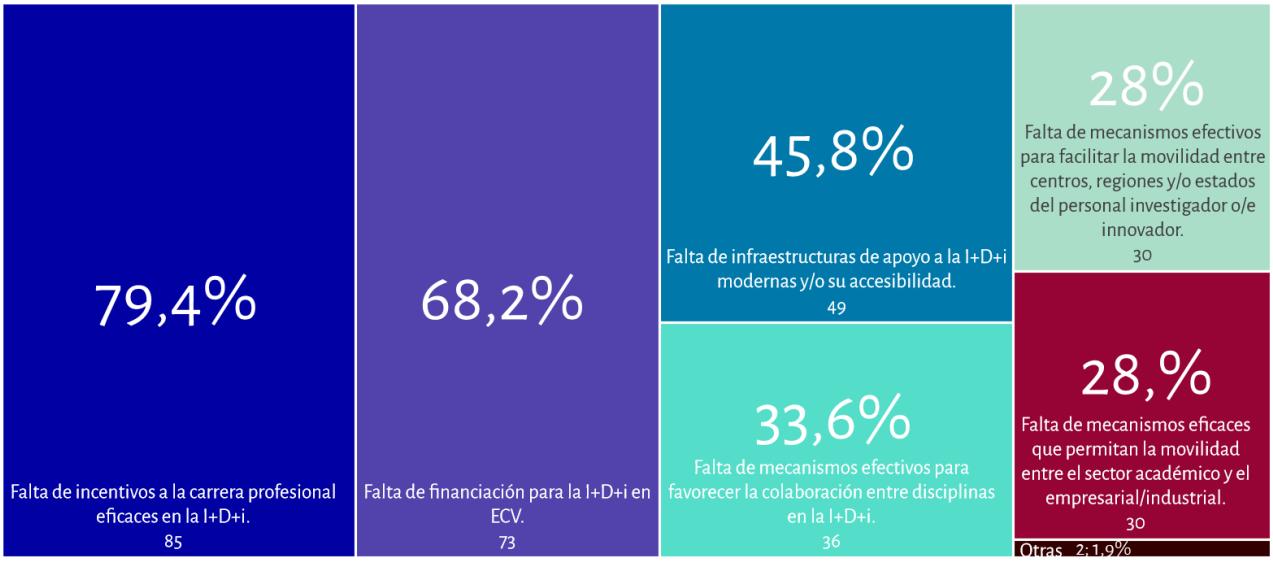


Imagen 103.- Principales barreras relacionadas con las políticas y prioridades de gobiernos y administraciones de investigación identificadas. Se indica del número de personas que las identificaron y el porcentaje que estas suponen sobre el total de las personas que respondieron al cuestionario.

Asimismo, entre las opciones más seleccionadas se encuentra la falta de mecanismos efectivos para favorecer la colaboración entre disciplinas en la I+D+i (34%), y que permitan la movilidad entre (1) los sectores académico y el empresarial/industrial y (2) entre centros, regiones y/o estados del personal investigador o/e innovador (25% en ambos casos).

Barreras relacionadas con las políticas y prioridades de los gobiernos y administraciones de salud.

La falta de priorización de la I+D+i en el ámbito clínico y la falta de incentivos reales a la I+D+i en el ámbito de los centros sanitarios son las principales barreras identificadas por los participantes en este estudio. 73 personas seleccionaron estas barreras en cada caso, lo que supone un 68% de todas las respuestas. Aquí se incluyen, entre otros aspectos, la escasa relevancia de la labor investigadora e innovadora en los baremos de acceso a las ofertas públicas de empleo.

Le siguen las dificultades para incorporar perfiles no clínicos a los centros sanitarios, que aún hoy sigue siendo identificado como barrera por el 59% de las personas encuestadas. La alta presión asistencial se sitúa en cuarta posición en el listado de principales barreras ligadas a políticas y prioridades en el ámbito sanitario.

Por detrás se sitúan la necesidad de espacios apropiados para el desarrollo de la actividad investigadora e innovadora en ECV (37%) y la falta de mecanismos efectivos que favorezcan la traslación de innovaciones generadas desde la I+D+i a la práctica clínica (56%).

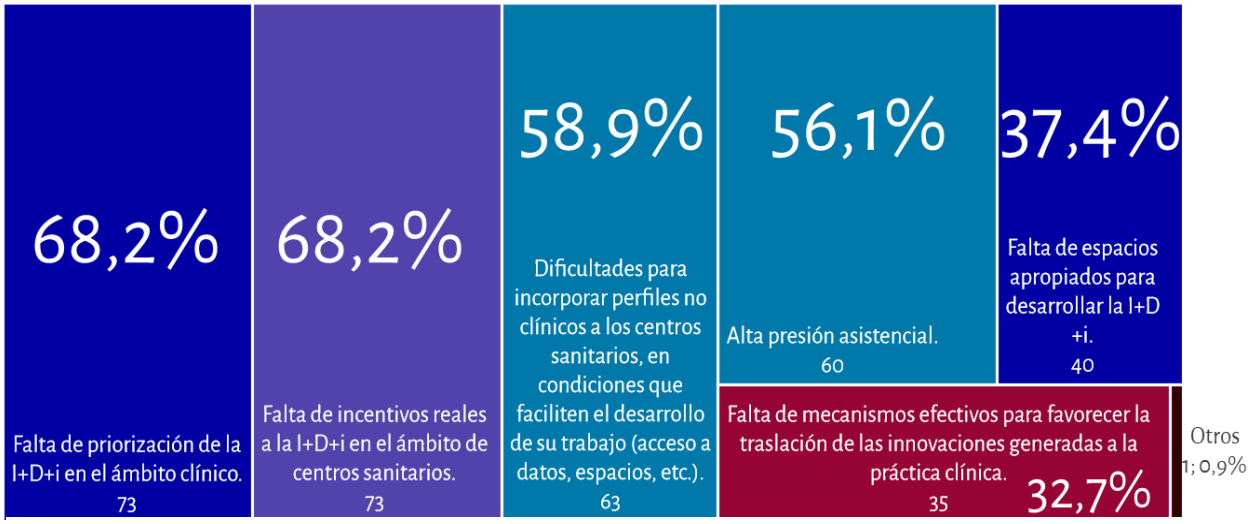


Imagen 104.- Principales barreras relacionadas con las políticas y prioridades de gobiernos y administraciones de salud, con indicación del número de personas que las identificaron y el porcentaje que estas suponen sobre el total de las personas que respondieron al cuestionario.

Barreras relacionas con otros agentes.

Al margen de lo ya comentado, existen barreras propias de nuestro tejido empresarial. Así se considera que disponer en España de un tejido industrial con muy bajo porcentaje de empresas investigadoras y desarrolladoras es una gran barrera, apoyada esta por el 84% de los participantes en este trabajo (90).

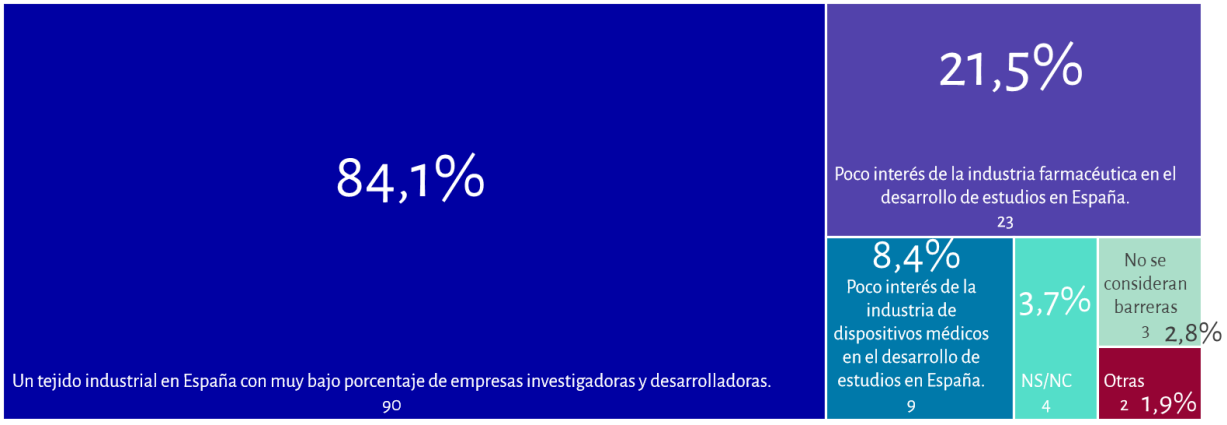


Imagen 105.- Principales barreras relacionadas con otros agentes, con indicación del número de personas que las identificaron y el porcentaje que estas suponen sobre el total de las personas que respondieron al cuestionario.

El poco interés de la industria farmacéutica y de dispositivos en el desarrollo de estudios en España ocupan la segunda y tercera posición, respectivamente, con el 21% y el 8% de las respuestas.

Cabe reseñar que, respecto a esta cuestión, el 4% de los encuestados no supieron o no quisieron compartir su opinión, mientras que el 3% se manifiestan en desacuerdo con todas ellas.

CAPÍTULO 4

Análisis benchmark de iniciativas relevantes

En el marco de este proyecto se ha analizado la actividad, estructura y resultados de investigación en algunas entidades consideradas referentes de la I+D+i en ECV a nivel internacional, así como en organizaciones a nivel estatal.

En el marco internacional destacan el Instituto de Corazón, Vascular y Torácico (Familia Miller) de la Clínica Cleveland, la Clínica Mayo, el centro NHS Royal Brompton & Harefield y la Fundación para la Innovación en Cardiometabolismo y Nutrición (IHU-ICAN) del Hospital Pitiè-Salpètrière.

El primero de ellos cuenta con un Departamento de Ciencias Cardiovasculares y Metabólicas, al que pertenecen un total de 34 laboratorios, que en el área de ECV se centran mayoritariamente en insuficiencia cardíaca, aterosclerosis, trastornos vasculares y trombóticos y fibrilación auricular. Entre las líneas que abordan se incluyen la investigación en microbiota, mecanismos ligados a la angiogénesis, la relación entre el envejecimiento, la nutrición, el metabolismo y la resistencia al estrés o estudios sobre biología estructural en fallo cardíaco, diabetes y cáncer, entre otras. A estos se suman cinco laboratorios del departamento de Ingeniería Biomédica que abarcan las ECV y la diabetes con el desarrollo de innovaciones como los BioMEMS aplicados a la mejora de procesos basados en catéter, dispositivos de asistencia ventricular, corazón artificial y válvulas, software de análisis de imágenes, mejora de la cicatrización, entre otros.

Clínica Mayo publicó entre 2018 y 2022 casi 1.500 artículos y revisiones sobre ECV. Entre sus centros incluye la Clínica de Cardioncología que evalúa y trata a personas con ECV o en riesgo de padecerlas, antes, durante o tras un tratamiento oncológico. En materia de I+D+i este centro aborda, entre otras, el diagnóstico por imagen para evaluación de riesgos y control de la ECV y la terapia de protones. La Clínica Mayo cuenta además con los programas de investigación en medicina cardíaca regenerativa, de investigación en ECV y resultados, sobre disección espontánea de la arteria coronaria y sobre el síndrome del corazón izquierdo hipoplásico. Por último cabe reseñar la existencia del Centro de Investigación Cardiovascular Clínica Mayo con laboratorios y programas sobre innovación cardiovascular, insuficiencia circulatoria, nuevas terapias y biomarcadores, enfermedades del ritmo cardíaco, enfermedades isquémicas del corazón, cardiología preventiva, enfermedades cardíacas estructurales y enfermedades vasculares.

El NHS Royal Brompton & Harefield, especializado en enfermedades cardíacas y pulmonares, con una unidad pediátrica de referencia nacional, organiza su investigación en ECV mediante siete áreas de investigación e innovación que incluyen tanto a personal científico y clínico como a socios industriales y pacientes. Estas áreas se centran en los campos de la electrofisiología, imagen, genética y condiciones cardíacas hereditarias, cardiopatía congénita, cardiopatía estructural, insuficiencia cardíaca (incluyendo nuevas formas de gestión clínica y nuevas terapias), enfermedad de las arterias coronarias e hipertensión pulmonar. Se ha desarrollado microchips implantables para monitorizar la presión arterial o necesidades de revisión de tratamiento en pacientes con fallo cardíaco.

Fundación para la Innovación en Cardiometabolismo y Nutrición (IHU-ICAN) del Hospital Pitiè-Salpètrière cuenta con once grupos de investigación que centran su actividad en I+D+i en ECV en biología de las enfermedades cardiometabólicas (incluyendo estudios de microbiota) en inteligencia artificial y su aplicación en el análisis de imagen médica y detección temprana, entre otras. Destaca su plan de cohortes diseñado para potenciar tanto la investigación como la asistencia.

La Sociedad Europea de Cardiología además de otorgar ayudas económicas a la investigación en ECV, contar con registros y encuestas y publicar en abierto el atlas de cardiología y ESC, ha participado en ocho proyectos europeos como beneficiario en el periodo analizado (2018-2022) incluyendo proyectos en cardio-oncología, innovación en diseños de estudios, programas de prevención personalizada, estudios sobre comorbilidad o la creación de un registro de datos que permita la reutilización de datos sanitarios en Europa en el ámbito de las ECV. Como iniciativas destacadas, ha desarrollado distintas aplicaciones abiertas que permiten identificar cohortes europeas, centros, políticas y recursos para la atención cardiovascular y el observatorio de la I+D+i en ECV.

A nivel estatal, destacan los Institutos de Investigación Sanitaria acreditados, buque insignia de la investigación biomédica del Instituto de Salud Carlos III. Estas organizaciones agrupan a un total de 148 grupos de investigación en ECV que mayoritariamente se agrupan en un área de investigación del mismo nombre. Cabe destacar que, en total, el 5% de estos grupos se incluyen en áreas de atención primaria,

epidemiología y salud pública, el 9% en áreas ligadas a la innovación y el 32% se integran con otras patologías pero en áreas temáticas que en su propia definición recogen a las ECV.

El CSIC, Organismo Público de Investigación, cuenta con 15 grupos de investigación que se centran en las ECV. Mayoritariamente se centran en entender y tratar la enfermedad, particularmente a través del estudio de la fisiología, la fisiopatología y la endocrinología y la biotecnología. Uno de ellos desarrolla sus actividades en el campo de la cardioncología. Estos grupos presentan una amplia dispersión en centros. Así, si bien el mayor protagonismo lo ostenta el Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas, como entidad con mayor número de estos grupos, en total son siete los centros del CSIC que disponen de grupos de investigación en ECV.

La Fundación CNIC se organiza en un departamento de investigación clínica y otro de investigación básica, que se integran a través del área de desarrollo tecnológico y los seis programas científicos de la institución: nuevos mecanismos de aterosclerosis, homeostasis miocárdica y daño cardíaco, regeneración cardiovascular, nuevos mecanismos arritmogénicos, factores de riesgo cardiovascular y función cerebral y promoción de la salud cardiovascular. El centro, galardonado con el sello Severo Ochoa, publicó más de 370 artículos y revisiones en 2022. Adicionalmente, cuenta con un programa formativo para estudiantes universitarios, graduados, residentes, investigadores y estudiantes de módulos formativos, junto con una OTRI que da soporte al personal del centro en la protección de resultados, que asciende a 16 familias de patentes activas en 2022, seis de ellas licenciadas.

El Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red (CIBER) cuenta desde 2017 con un área específica en ECV, conocida como CIBERCV, conformada por un total de 39 grupos de investigación en diez Comunidades Autónomas. Además de un programa propio de formación y movilidad y de relaciones internacionales e institucionales, CIBERCV centra su actividad investigadora e innovadora en cuatro programas científicos centrados en daño miocárdico, patología arterial, isquemia miocárdica y patología estructural del corazón, epidemiología y factores de riesgo y biomarcadores y medicina de precisión. CIBERCV en 2022 dio lugar a casi cuatro mil publicaciones, el 26% de las cuales se publicaron en revistas del primer decil de su categoría. En materia de formación incluye ayudas a la movilidad y cursos sobre ECV.

La Sociedad Española de Cardiología organiza la actividad científica y profesional en 11 comunidades y en torno a distintos programas estratégicos que se centran, entre otros, en mejorar la calidad de la asistencia y reducir la variabilidad clínica gracias a procesos y procedimientos protocolizados y a la definición de indicadores mínimos de calidad en cardiología; en reducir la morbimortalidad debida a factores de contaminación ambiental; en dar a conocer el estado de la cardiología a nivel estatal y en el marco de las Comunidades Autónomas; en favorecer la cooperación internacional y en identificar y apoyar la problemática de los jóvenes cardiólogos. Además, participa en 18 registros a través de sus asociaciones, secciones y grupos de trabajo.

Todas estas iniciativas, que se plasman a continuación con un mayor nivel de detalle han servido de inspiración a la hora de formular propuestas y recomendaciones para mejorar la I+D+i en ECV que se desarrolla en nuestro país.

EXPERIENCIAS EN OTROS PAÍSES E INSTITUCIONES INTERNACIONALES

Clínica Cleveland.

El Instituto de Corazón, Vascular y Torácico (Familia Miller) es uno de los 24 institutos de la Clínica Cleveland (USA) y obtuvo el número 1 en la clasificación de "Mejores hospitales 2022-2023" publicada por el US News & World Report.

A nivel asistencial cuenta con un total de 440 camas, 95 de las cuales se centran en cuidados intensivos para cirugía cardíaca, vascular y torácica, 10 para cuidados intensivos destinados a insuficiencia cardíaca a los que se suman otras 24 centradas en cuidados intensivos coronarios. El número de admisiones superan las 14 mil, con más de 786 mil visitas de pacientes. Obtuvo la clasificación más elevada en todas las categorías cardíacas y torácicas de la Sociedad de Cirugía Torácica, incluyendo bypass aislado de arteria coronaria (CAB), reemplazo aislado de válvula aórtica (AVR), cirugía AVR + CAB, reparación y reemplazo de válvula mitral con y sin bypass y reemplazo de válvula aórtica transcatéter, entre otras. En 2021 realizó un total de 5.046 cirugías cardíacas (el 22% segundas, terceras y cuartas operaciones) y 60 trasplantes de corazón, casi 7.000 cirugías vasculares y 1.441 cirugías aórticas y 1987 ablaciones.

En el campo de la investigación, actualmente participa en un total de 21 ensayos clínicos, seis de ellos estudios fase 1 y 2.

La investigación básica y traslacional en la Clínica Cleveland se centraliza a través del Instituto de Investigación Lerner, que entre sus 13 departamentos incluye el departamento de Ciencias Cardiovasculares y Metabólicas y un departamento de Ingeniería Biomédica.

El departamento de Ciencias Cardiovasculares y Metabólicas, liderado por Stanley Hazen, cuenta con un total de 34 laboratorios. De ellos, el 21% (7) se centran en la microbiota y el microbioma y un 12% (4) investigan sobre cáncer. Se presentan a continuación las temáticas predominantes en ECV en las que se investiga.

Área temática	Patologías
Microbioma e inflamación	ECV
Toxicidad de la homocisteína	Aterosclerosis
Transición fenotípica de células vasculares	Aterosclerosis
Biología celular/molecular, bioquímica y genética/genómica	Aterosclerosis y fibrilación auricular
Identificar vías de señalización afectadas por polimorfismos de un único nucleótido, y caracterizar como afectan a la expresión genética.	Fibrilación auricular
Reprogramación de plaquetas	Trastornos Vasculares y Trombóticos
Síndrome antifosfolípido y angiogénesis	Trombosis y angiogénesis
Funciones del SN simpático y parasimpático, diferencias de sexo. Remodelación psicofisiológica. Dispositivo portátil de biorretroalimentación para uso del paciente en el hogar.	Insuficiencia cardíaca
Sobreexpresión cardíaca específica de PI3K inactivo y mejora de la disfunción cardíaca	Insuficiencia cardíaca
Bases moleculares de la regulación de la función cardíaca relacionados con receptores acoplados a proteina G y diseño de fármacos	Insuficiencia cardíaca
Determinantes mecánicos, inflamación y mecanismos de protección	Insuficiencia cardíaca y miocardiopatía
Mediadores lipídicos circulantes anormales	ECV
Mecanismos de formación de vasos	-
Mecanismos moleculares intracelulares que regulan la expresión génica vascular en respuesta a la hiperglucemia. Trombospondinas y cambios en la matriz extracelular	Complicaciones vasculares diabéticas. Angiogénesis y desarrollo de lesiones ateroscleróticas.
Estructura molecular 3D en proteínas de adhesión celular y desarrollo de fármacos	Fallo cardíaco, diabetes y cáncer
Microbiota y su rol en enf urológicas y enf cardiobetabólicas	Bacteroterapia para aliviar las enf. crónicas ligadas a la edad
Relación entre el envejecimiento, nutrición, metabolismo y resistencia al estrés	-
Estructura, función, fisiología, genética y señalización de AT1R	HTA

Tabla 38.- Áreas temáticas y patologías en las que se centran las investigaciones del Departamento de Ciencias Cardiovasculares y Metabólicas de la Clínica Cleveland ligadas a las ECV.

Por otra parte, el Departamento de Ingeniería Biomédica de la Clínica Cleveland incorpora un total de cinco laboratorios en el área de Corazón y vasos sanguíneos a los que se une un grupo en diabetes y obesidad.

Área temática	Área
Sistemas microelectromecánicos con aplicación biomédica (BioMEMS). Aplicados, por ejemplo, mejora de procedimientos basados en catéter (detección de presión, imágenes, administración de fármacos, muestreo de tejido).	Corazón y vasos sanguíneos.
Dispositivos de asistencia ventricular y corazón artificial. Válvulas cardíacas avanzadas, tubos de drenaje torácico y cámaras.	
Software de análisis de imágenes de ultrasonido para identificar y caracterizar placas coronarias, permitiendo identificar riesgo de ictus. Ultrasonido intravascular IVUS en colaboración con Volcano (ahora Philips).	
Mejora de la cicatrización de injertos o arterias tras angioplastia con balón y colocación de stens, mediante el estudio de los lípidos oxidados.	
Proteasas que alteran la matriz extracelular en patologías de alta prevalencia, incluidas las enf. del corazón y aneurismas aórticos.	
Matriz del polisacárido hialuronano en la diabetes, enfermedad inflamatoria intestinal, cáncer, asma y otras.	Diabetes y obesidad.

Tabla 39.- Áreas temáticas del departamento de Ingeniería Biomédica de la Clínica Cleveland relacionadas con las ECV.

Clínica Mayo

La Clínica Mayo se encuentra entre los mejores hospitales de cardiología y cirugía cardíaca (US News & World Report). En el ámbito de la cirugía cardíaca pediátrica, la sede de Rochester ocupa la primera posición en cinco estados según el ranking de "Mejores Hospitales Pediátricos" de la misma revista.

Según datos de la Biblioteca Nacional de Medicina del NIH americano, el personal investigador de la Clínica Mayo centrado en las ECV publicó entre 2018 y 2022 un total de 9.000 publicaciones, de las cuales 1.489 corresponden a artículos y revisiones.

A nivel organizativo, el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares se organiza en torno a ocho departamentos o programas:

- Cardiología pediátrica.
- Clínica de Salud Cardiovascular.
- Centros vasculares.

- Cirugía cardiovascular.
- Clínica de Cardioncología.
- Medicina cardiovascular.
- Programa de Extensión Cardiovascular en Minnesota.
- Programa de trasplantes de corazón.

En particular, las y los profesionales de la clínica de cardioncología evalúan y tratan a personas con ECV o en riesgo de padecer este tipo de enfermedades antes, durante o tras someterse a un tratamiento oncológico. Este centro permite el trabajo conjunto de profesionales de la cardiología, la oncología y la hematología, se forma coordinada, tratando de minimizar el riesgo de sufrir complicaciones cardíacas durante su tratamiento, gracias a un plan de tratamiento. En el ámbito de la investigación, se centran en distintas líneas de investigación.

Líneas de investigación en cardioncología
Diagnóstico por imagen para el control de la afección cardíaca y la evaluación de riesgo de desarrollo de una enfermedad del corazón.
Terapia de protones y su efecto en el corazón frente a la radioterapia convencional.
Convivir con patologías cardíacas en pacientes de cáncer
Investigación básica y clínica para optimizar resultados clínicos en pacientes con cáncer y enfermedad cardíaca.

Tabla 40.- Líneas de investigación en materia de cardioncología de la Clínica Mayo.

La actividad investigadora en ECVs se centra mayoritariamente en cinco centros y programas de investigación.

El programa de Medicina Cardíaca Regenerativa Van Cleve es parte del Centro de Bioterapéutica Regenerativa, que se centra en acelerar el descubrimiento y aplicación de productos regenerativos innovadores en ECV. Así, se investiga en terapias con células madre, terapias acelulares (vesículas extracelulares) e ingeniería de tejidos (biología de células madre, exosomas, ciencia de materiales e impresión 3D).

El programa de investigación en ECV y resultados incluye un equipo multidisciplinar de profesionales de la epidemiología, la genética y la biología molecular, la ciencia de datos, estadística e investigación en resultados, que trabajan sobre una cohorte de investigación sobre fibrilación auricular, insuficiencia cardíaca, aterosclerosis e infarto de miocardio. En particular se centran en factores de riesgo cardiovascular, fragilidad y multimorbilidad, factores centrados en el paciente, imagen y la colección de muestras, que alcanzan hoy las 30 mil, de un total de 4.665 pacientes únicos. Esta cohorte permite trabajar sobre la enfermedad, los procedimientos empleados, el uso de los servicios de salud y el estado vital de las y los sujetos.

El Centro de Investigación Cardiovascular Clínica Mayo desarrolla investigación básica y clínica en ocho laboratorios que incluyen: (1) un laboratorio de innovación cardiovascular (imágenes multimodales, fármacos, dispositivos y procedimientos); (2) su programa de insuficiencia circulatoria; (3) el programa Discovery, centrado en nuevas terapias y biomarcadores; (4) un programa sobre enfermedades del ritmo cardíaco, que se enfoca en fibrilación auricular, muerte súbita por arritmia e investigación en dispositivos cardíacos; (5) un programa de enfermedades isquémicas del corazón; (6) uno sobre cardiología preventiva; (7) el programa de enfermedades cardíacas estructurales y (8) de enfermedades vasculares.

El Programa de Investigación en Disección Espontánea de la Arteria Coronaria se centra en investigar sobre las causas que subyacen a esta patología y en sus factores de riesgo, para desarrollar soluciones que sirvan al diagnóstico y tratamiento de las personas que lo sufren, mayoritariamente mujeres jóvenes sanas sin factores de riesgo típicos de la enfermedad cardíaca.

Por último, el Programa Familiar Todd y Karen Wanek para el Síndrome del Corazón Izquierdo Hipoplásico, se centra en la investigación de imágenes y resultados, genética humana, medicina regenerativa y en la creación de un bio repositorio de muestras. Este programa colabora en el Consorcio HLHS, una iniciativa a nivel estatal que pretende acelerar la investigación clínica y dotar de estabilidad económica a la investigación en esta patología.

NHS. Royal Brompton & Harefield

Se trata del mayor centro de Reino Unido especializado en enfermedades cardíacas y pulmonares, con una unidad pediátrica de referencia a nivel nacional.

A nivel de investigación ha establecido un total de 17 áreas, cada una de las cuales incluye a personal científico, clínico, socios industriales y pacientes.

En el ámbito de las ECV, se han concretado las siete áreas de investigación e innovación que se describen a continuación.

- Electrofisiología.- Centrada en la caracterización de la arritmia compleja, innovación en mapeo y terapias, integración de nuevas técnicas de imagen para visualizar el SN autónomo.
- Cardiopatía estructural (SHD).- Se enfoca en la aorta y la válvula aórtica, el implante transcatéter de válvula aórtica y válvula mitral.

- Imágenes.- En particular, se centra en la resonancia magnética cardiovascular, tecnologías cardíacas intervencionistas y estudios ecocardiográficos, tratando de integrar técnicas avanzadas de imagen e integración de imágenes 4D en tiempo real para mejorar las intervenciones.
- Enfermedad de las arterias coronarias (EAC).- Focaliza esfuerzos en realizar estudios comparativos a largo plazo, nuevas tecnologías de stent arterial, nuevas estrategias para arterias ocluidas y estudios comparados entre estrategias convencionales y más agresivas en pacientes de alto riesgo.
- Insuficiencia cardíaca.- Investigan en la inmunología del trasplante cardíaco (diagnosis y tratamiento), las causas de las ECV y nuevas formas de gestión clínica (incluyendo la monitorización remota), fisiología cardíaca y nuevas terapias biológicas y genética predictiva y de indicación terapéutica (en insuficiencia cardíaca y fibrilación auricular).
- Genética.- El objetivo último es contribuir a establecer estrategias preventivas y de tratamiento y predecir resultados en pacientes y familiares. Para ello se centran en investigación prospectiva y retrospectiva que permite generar una base de datos online, que sirve de base a sus investigaciones.
- Condiciones cardíacas hereditarias (ICC).- con especial atención a las cardiomiopatías infantiles graves, la mejora de tecnologías para análisis genético y su interpretación, medicina de precisión y desarrollo de nuevas terapias y procedimientos.
- Cardiopatía congénita del adulto (CHD del adulto).- Se centran en nuevos genes y biomarcadores de la CHD y la fibrosis, nuevos dispositivos de asistencia en el ventrículo derecho, estudios comparados sobre procedimientos de reemplazo de válvulas, diagnóstico avanzado y terapias para la hipertensión arterial pulmonar.
- Cardiopatía congénita pediátrica (CHD pediátrica)
- Hipertensión pulmonar.- Centrado en el papel de determinadas moléculas en su desarrollo, incluyendo a la endotelina-1, las anomalías del hierro y mecanismos inflamatorios. Desarrollan ensayos clínicos con fármacos y analizan el papel del ejercicio en la hipertensión pulmonar.

Entre las innovaciones a las que ha contribuido este centro se cuentan el desarrollo microchips que bien instalados mediante cirugía mínimamente invasiva o bien en una almohada permiten monitorizar la presión en la arteria pulmonar o las necesidades de revisión de tratamiento de pacientes con fallo cardíaco.

Fundación para la Innovación en Cardiometabolismo y Nutrición (IHU-ICAN) del Hospital Pitiè-Salpètrière.

La Fundación, creada en 2011 y ubicada en el propio hospital parisino, se centra en las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la obesidad y las enfermedades hepáticas (esteatosis), a través de la investigación, el acceso a la innovación y el desarrollo de nuevos

procesos asistenciales, la formación de nuevos profesionales investigadores y médicos y la concienciación hacia pacientes, incluyendo además estrategias de prevención primaria, secundaria y terciaria.

En el ámbito de la investigación en la biología de las enfermedades cardiometabólicas los equipos de la Fundación se centran en el colesterol, el tejido adiposo, la microbiota y el hígado.

La I+i en imagen médica y su análisis mediante inteligencia artificial es otra de las líneas de la Fundación. Para ello, cuentan, entre otras infraestructuras, con una plataforma de imagen que recientemente ha incorporado una resonancia cardiovascular 1.5T de última generación. Entre otros, destacan proyectos liderados sobre aneurisma aórtico y arritmia cardíaca, a los que se suma el programa para validación de un software de imágenes médicas en pacientes.

La Fundación participa, además, junto a CNIC e IDOVEN y centros de otros cinco países, en el proyecto MAESTRIA, para la detección temprana del infarto y la fibrilación auricular, empleando herramientas de *Machine Learning* e inteligencia artificial.

Por último, cabe reseñar el plan de cohortes, una acción estratégica de la institución que tiene por objetivo identificar y generar grandes cohortes que sirvan a la investigación clínica y traslacional y posibiliten el establecimiento de colaboraciones con el mundo académico y empresarial. Así estas cohortes pretenden aglutinar datos clínicos, muestras biológicas y datos de imagen médica (MRI y otras) en un mismo lugar, recopilando datos sobre fibrosis, grasa visceral, hepática y epicárdica, microbiota intestinal, entre otros, para potenciar la investigación y la asistencia en enfermedades metabólicas y cardiovasculares. En el campo de estas últimas, se centra especialmente en la aterotrombosis coronaria, la cardiomiopatía, la arritmia, los infartos y la fibrilación auricular. La fórmula escogida para crear estas grandes cohortes fue el establecimiento de una convocatoria para recoger expresiones de interés que tuvo lugar en 2017. Le siguieron una fase de diseño de la base de datos y el mapeo y limpieza de la misma, creando y formateando los archivos a importar y una última fase de configuración de una red de diseño del estudio y la importación final de datos.

Once son los grupos de investigación que integran el IHU-ICAN, los cuales se agrupan a su vez en cinco unidades que investigan en ECVs, imagen cardiovascular y nutrición y obesidad (nutriómica), junto a las unidades ubicadas en los centros de investigación Saint-Antoine y Cordeliers. Se presentan a continuación las áreas temáticas de los grupos de investigación incluidos en las unidades de ECV e imagen biomédica.

Líneas de investigación en ECV e imagen biomédica
Genómica y Fisiopatología de las Enfermedades del Miocardio
Aterotrombosis y Farmacología Aplicada
Plasticidad Molecular y Celular en Enfermedades Cardiovasculares
Metabolismo Lípido Celular y Sistémico en Enfermedades Cardiometabólicas
Fagocitos mononucleares en enfermedades cardiometabólicas
Desarrollo de biomarcadores en imágenes cardíacas y vasculares combinando fenotipos cardiovasculares y metabólicos.Desarrollo y validación de software de procesamiento de imagen cardíaca y vascular.

Tabla 41.- Líneas de investigación relacionadas con las ECV en la Fundación para la Innovación en Cardiometabolismo y Nutrición (IHU-ICAN) del Hospital Pitiè-Salpètrière.

Sociedad Europea de Cardiología

La Sociedad Europea de Cardiología (ESC, por sus siglas en inglés) aúna sociedades del ámbito de la cardiología y profesionales de la medicina, la enfermería, científicos y otros perfiles que trabajan en todos los campos de la cardiología.Se estructuran en torno a 28 comunidades que cubren todo el espectro de las ECV.

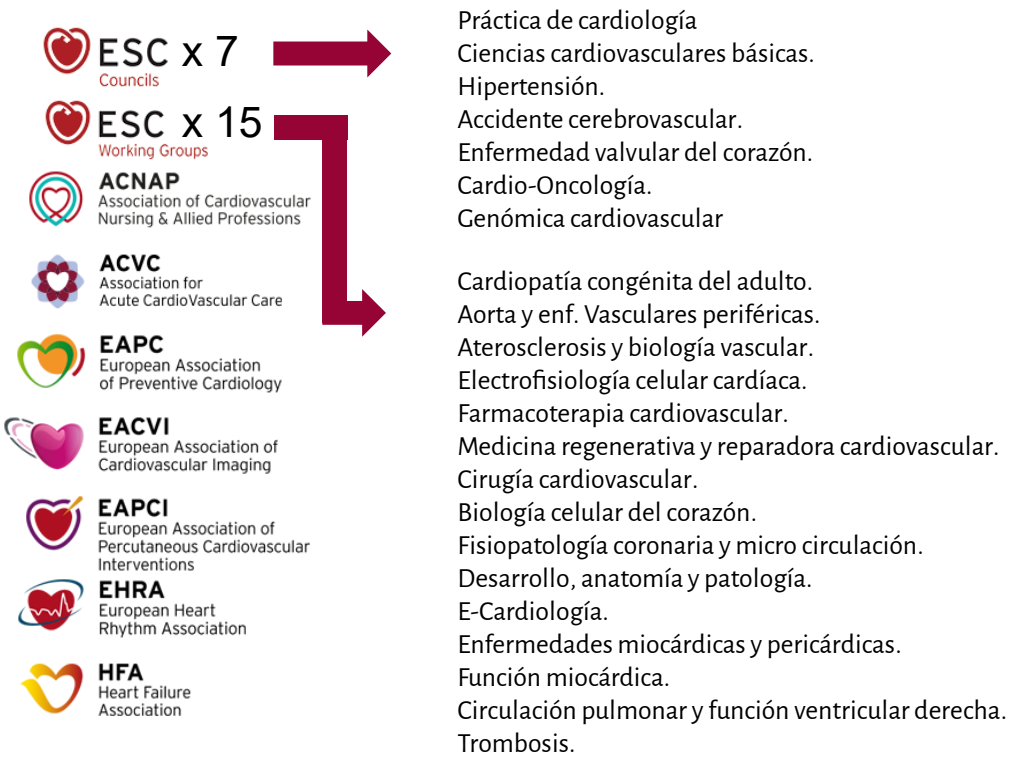


Imagen 106.- Comunidades de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC).

El nuevo plan estratégico de la Sociedad se construye para alcanzar seis objetivos estratégicos en el marco temporal 2023-2028.

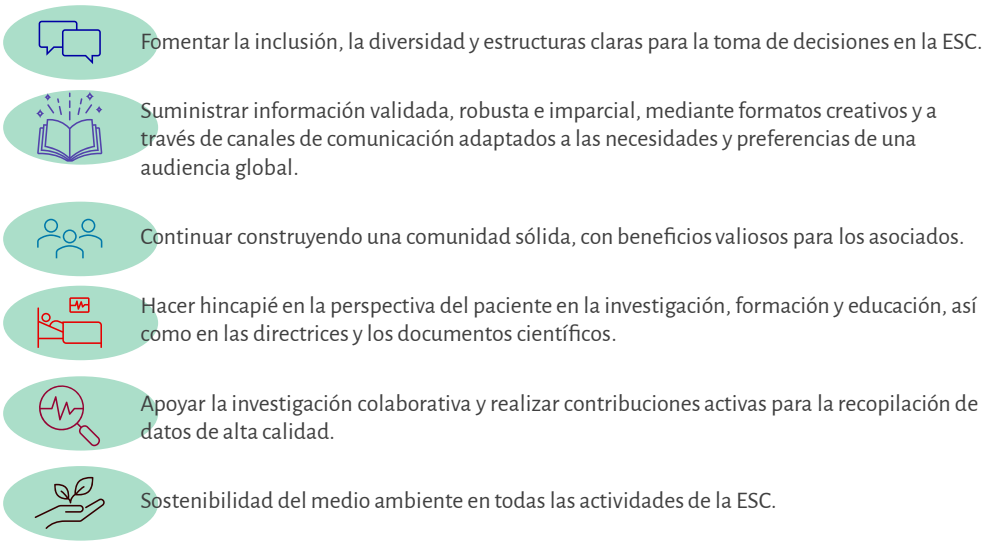


Imagen 107.- Objetivos del plan estratégico de la ESC para el periodo 2023-2028.

En el capo de la investigación en ECV, la ESC desarrolla acciones destacadas en los ámbitos que se detallan a continuación.

Fondos de investigación ESC.

Otorga becas de investigación, premios a jóvenes investigadores y ayudas de formación (apoyo financiero de posgrado, becas de viajes a congresos, becas para mujeres en un programa de liderazgo y estancias formativas), incluyendo ayudas de las comunidades de subespecialidades de la Sociedad. Indexa además enlaces a las distintas ayudas europeas para la I+D+i

CardioScape

CardioScape, financiada por ERA-CV, es una base de datos que pretende mapear la investigación y su financiación a nivel nacional y europeo, identificando puntos fuertes y barreras y difundiendo esta información.

Registros y encuestas.

Entre estas acciones, destaca el programa de investigación EURObservationa, lanzado en 2009, que se centra en proporcionar una mejor comprensión de la práctica clínica basada en datos recopilados. Incluye información de 240 mil pacientes, en 2.500 centros en cien países. Esta iniciativa aglutina 20 registros distintos en enfermedades más comunes, intervenciones, enfermedades raras, prevención y formación. Las publicaciones derivadas se publican en la propia página web de la ESC.

Atlas de cardiología ESC.

Se trata de un sitio web de acceso abierto que mapea las principales instituciones y políticas sanitarias e identifica brechas y diferencias en la atención cardiovascular. El objetivo es promover nuevas políticas basadas en evidencia, informando o ayudando a diseñar políticas sanitarias efectivas que mejoren la salud cardiovascular. Participan 57 países europeos y de la cuenca del Mediterráneo. Incluye el Atlas en Cardiología Intervencionista y el Atlas en Insuficiencia Cardíaca.

BigData@Heart

Se trata de un proyecto financiado a través de la iniciativa europea de medicamentos innovadores IMI, cuya finalización se produjo en febrero de 2023. Se trata de una plataforma de investigación traslacional impulsada por Big Data, que se crea para ofrecer fenotipos de enfermedades clínicamente relevantes en el ámbito de las ECV, información escalable a partir de evidencia clínica, farmacoepidemiológica y de vida real y para desarrollar, mediante análisis avanzados, conocimientos que impulsen la generación de nuevos fármacos y la medicina personalizada en ECV. En este proyecto participó además como socio español del Instituto de Investigación Sanitaria INCLIVA, entre otros.

EuroHeart

Esta iniciativa pretende desarrollar definiciones comunes de indicadores de calidad de la atención sanitaria y generar una infraestructura de información común que permita el registro en línea y en tiempo real de los datos de pacientes, con el objetivo de mejorar la atención sanitaria y los resultados de salud. Además, el estudio pretende convertirse en un centro de ciencia de datos para proyectos colaborativos y una base de datos de farmacovigilancia para nuevos medicamentos y dispositivos y ensayos clínicos. La fase piloto (aprobada en 2019) concluyó que es necesario ampliar su alcance y aumentar el desarrollo de los datos generados.

euCanSHare

Se trata de un punto de acceso abierto que permite identificar catálogos de datos de múltiples cohortes europeas y canadienses, financiado gracias al Programa Marco Horizon2020. Permite buscar estudios epidemiológicos o proyectos de armonización recopilando variables de interés. Incluye actualmente 33 estudios, con 173 conjuntos de datos y casi 90 mil variables.

Participación en proyectos europeos

La ESC ha participado en ocho proyectos europeos como beneficiario en el periodo 2018-2022, los cuales se centran en (1) la innovación en nuevos diseños de estudios para el testeo de dispositivos médicos; (2) generación de métodos innovadores de tratamiento sistemático que permitan hacer frente a la multimorbilidad en pacientes de edad avanzada con fibrilación auricular; (3) cardio-oncología, incluyendo la prevención de la insuficiencia cardíaca en pacientes con linfoma, la mejora del tratamiento de pacientes de cáncer de mama y multimorbilidad mediante eSalud; (4) programas de prevención secundaria personalizados en cardiopatía isquémica; (5) investigación de mecanismos de comorbilidad entre las ECV y la depresión; (6) el desarrollo de un dispositivo que permita prevenir la muerte súbita de origen cardíaco; (7) generar un registro de datos que permita la reutilización de datos sanitarios en Europa, superando la fragmentación y manteniendo la privacidad y seguridad de los mismos.

CENTROS DE INVESTIGACIÓN A NIVEL ESTATAL

Institutos de Investigación Sanitaria acreditados.

Los Institutos de Investigación Sanitaria son centros de investigación biomédica creados al amparo del artículo 50 de la Ley 16/2003, de 28 de mayo, de cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud. Así, se contemplaba la configuración de estas entidades a través de la asociación de centros de investigación a hospitales del Sistema Nacional de Salud. La Ley de investigación biomédica (14/2007, de 3 de junio) vino a facultar al Estado para establecer los requisitos de acreditación y autorización de estos institutos (IIS), que permitían la utilización conjunta de infraestructuras y el desarrollo de proyectos de investigación.

Actualmente son 35 los IIS acreditados por el Instituto de Salud Carlos III, con el fin de fomentar la asociación a hospitales del SNS de otros centros de investigación entre los que se cuentan universidades, organismos públicos de investigación y otros centros públicos o privados. Se trata de entidades multidisciplinares que conforme al artículo 2 del Real Decreto 279/2016, de 24 de junio, sobre acreditación de institutos de investigación biomédica o sanitaria, contribuyen a *fundamentar científicamente los programas y políticas del SNS, potenciando preferentemente la investigación traslacional*.

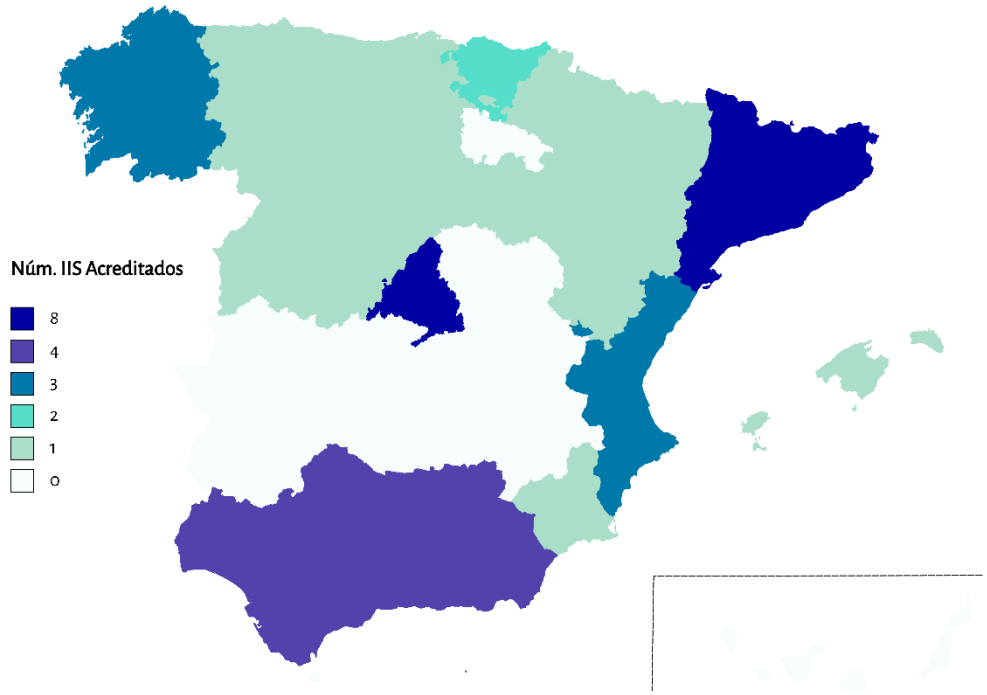


Imagen 108.- Distribución geográfica de los Institutos de Investigación Sanitaria acreditados. Los colores muestran el número de estos centros en cada Comunidad Autónoma.

Los IIS acreditados han de disponer de una estrategia quinquenal que contemple como objetivos al menos la investigación traslacional con impacto en el SNS, innovación de interés sanitaria y el impacto internacional. Entre otros aspectos, los planes estratégicos de los IIS han de incluir un proyecto científico cooperativo de las áreas de I+D+i priorizadas y mecanismos de integración de los grupos que lo componen, un plan de formación y actuaciones para la tutela de centros grupos emergentes y un plan de traslación y transferencia de resultados. Con el fin de generar economías de escala, estas instituciones disponen de plataformas, unidades y servicios científico-técnicos que dan servicio a todos los grupos de investigación, entre las que se cuentan al menos animalarios, laboratorios de genómica y proteómica, sistemas informáticos, biobancos, servicios de epidemiología clínica y bioestadística y unidades de ensayos cínicos. Además, la guía de evaluación de IIS, que incluye los criterios a cumplir para ser acreditado como IIS, sitúa en una posición relevante la participación ciudadana y otros aspectos ligados a la investigación e innovación responsable.

Cabe destacar que el Instituto de Salud Carlos III propició la generación de la Alianza de IIS, un espacio de colaboración y trabajo conjunto entre estas instituciones para abordar las necesidades de los institutos en materia de I+D+i, orientar la política científica de estas instituciones al marco europeo, fomentar la cooperación y fomentar sinergias que incrementen su competitividad y potenciar la participación de los IIS a la hora de definir las líneas de actuación del Instituto de Salud Carlos III.

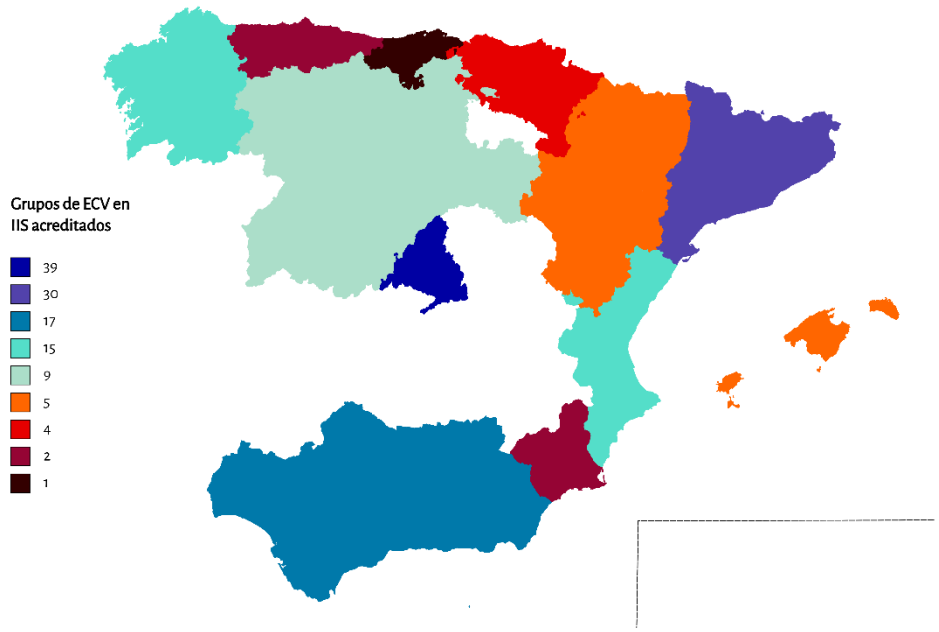


Imagen 109.- Distribución geográfica de los grupos de investigación en enfermedades cardiovasculares pertenecientes a Institutos de Investigación Sanitaria acreditados. El color muestra el número de estos grupos en cada Comunidad Autónoma.

Todos estos institutos cuentan con grandes áreas de investigación o al menos grupos de investigación centrados en las enfermedades cardiovasculares. Las áreas científicas son espacios de interrelación y planificación que buscan potenciar la colaboración entre los grupos que las integran. Se presenta a continuación un resumen de la información relativa a los grupos de investigación e innovación en ECV pertenecientes a IIS acreditados, excluyendo del análisis a aquellos cuya temática se centra en patologías cerebrovasculares como el ictus.

Madrid y Cataluña son las Comunidades Autónomas con más grupos de investigación en ECV (39 y 30, respectivamente), seguidos por Andalucía (17), Comunidad Valenciana y Galicia (15).

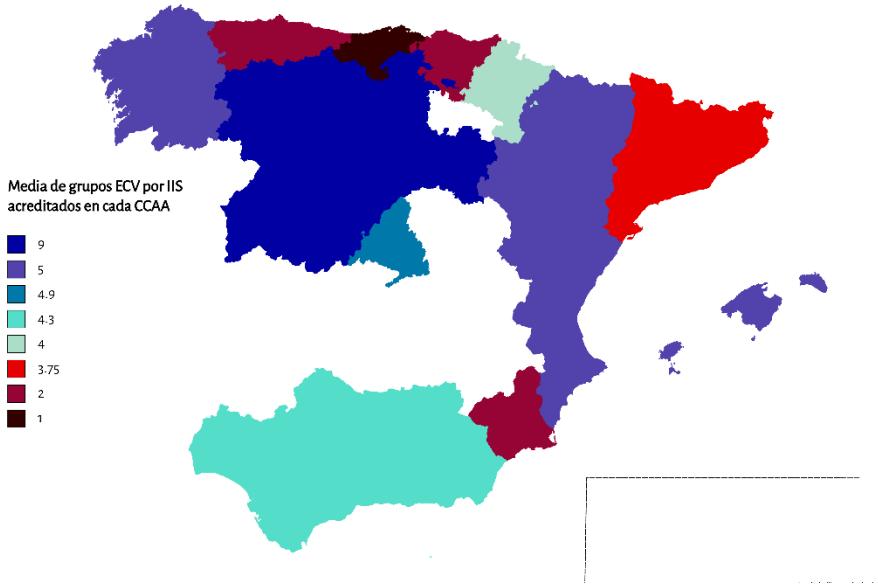


Imagen 110.- Distribución geográfica de la media de grupos de investigación en ECV en los Institutos de Investigación Sanitaria. El color muestra el valor de este indicador en cada Comunidad Autónoma.

Si analizamos la composición media de grupos de investigación en ECV por instituto en cada autonomía se aprecia que Castilla y León dispone del mayor número (9) seguido de Baleares, Aragón, Valencia y Galicia – todos ellos con 5 grupos de media-, y muy próximos Madrid (4,8) y Andalucía (4.3).

Atendiendo a las entidades en la que se ubican estos grupos, destacan el Instituto INCLIVA de Valencia y el IIB Sant Pau de Barcelona, con 11 y 10 grupos respectivamente. Le siguen el IBSAL de Salamanca, IDIBAPS de Barcelona, IDIS Santiago y el IdISSC de Madrid, todos ellos con nueve grupos de investigación centrados en las ECV. A la cola, con un único grupos de investigación en estas enfermedades, se sitúan IDIVAL en Santander, I3PT en Sabadell, IIS Biodonostia en San Sebastián, IIS Galicia Sur en Vigo, IGPT en Badalona, ISABIAL en Alicante y el VHIR en Barcelona.

IIS acreditado	Grupos ECV	IIS acreditado	Grupos ECV
INCLIVA	11	IIS Biobizkaia	3
IIB Sant Pau	10	IIS FJD	3
IBSAL	9	IBIS SEVILLA	3
IDIBAPS	9	IIS La Fe	3
IDIS Santiago	9	IDIPHISA	3

IIS acreditado	Grupos ECV	IIS acreditado	Grupos ECV
IdISSC	9	IRYCIS	2
IBIMA	8	ISPA	2
IiSGM	7	IRB Lleida	2
i+12	6	IDIBELL	2
IdISBa	5	IMIB	2
INIBIC	5	IDIVAL	1
IIS La Princesa	5	I3PT	1
IIS Aragón	5	IIS Biodonostia	1
IdiSNA	4	IISGS	1
IDIPAZ	4	IGPT	1
IMIM	4	ISABIAL	1
IMIBIC	3	VHIR	1
Ibs. GRANADA	3	**Total grupos**	**148**

Tabla 42.- Número de grupos de investigación en ECV en los distintos Institutos de Investigación Sanitaria acreditados.

A nivel organizativo, la mayor parte de estas instituciones concentran la actividad en investigación e innovación en enfermedades cardiovasculares en un área científica específica cardiovascular o en enfermedades cardiovasculares. Así, el 42% de los grupos

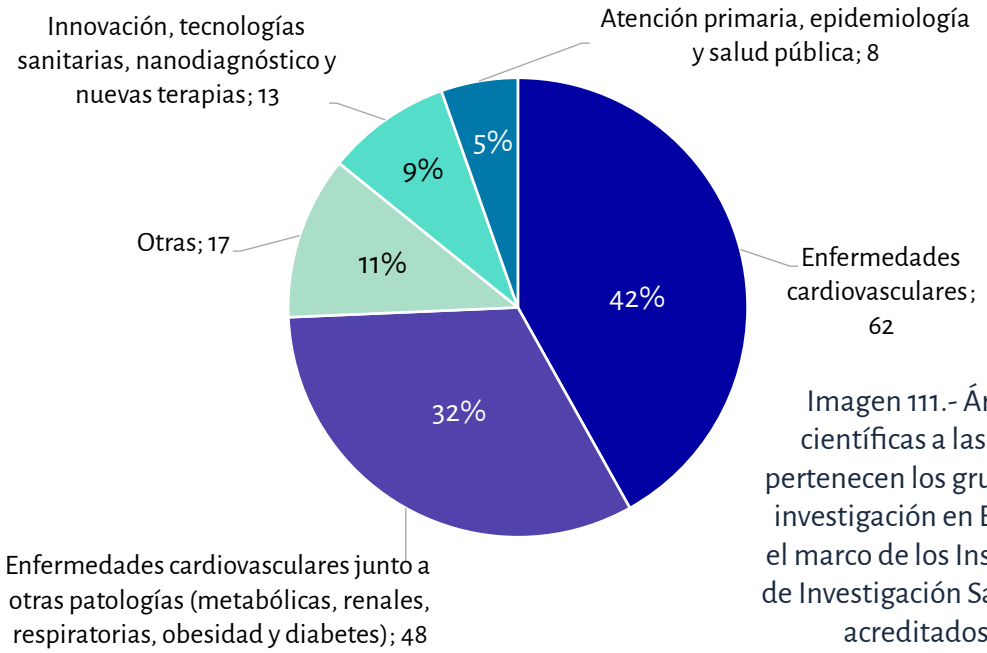


Imagen 111.- Áreas científicas a las que pertenecen los grupos de investigación en ECV en el marco de los Institutos de Investigación Sanitaria acreditados.

de investigación en ECV de los IIS pertenecen a áreas denominadas *enfermedades o patologías cardiovasculares* o *cardiovascular*. El 32% de los grupos se organizan dentro de áreas científicas que, además de incluir explícitamente a las enfermedades cardiovasculares, incorporan a las patologías metabólicas, renales y respiratorias. Por otra

parte, en distintos institutos, áreas con fuerte carga innovadora incluyen a un total de 12 grupos de investigación en ECV (7%). Destacan, además, ocho grupos de investigación (5% del total) que se incluyen en áreas científicas en atención primaria y/o epidemiología, salud pública y servicios de salud.

Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas es un Organismo Público de Investigación con la figura de agencia estatal actualmente dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación. Se crea en 1939 asumiendo las competencias de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.

El CSIC ocupa la séptima posición en el ranking de instituciones públicas de investigación mundial y a nivel europeo se posiciona en el top 5 de entidades en función del número de acciones en Horizonte 2020, el octavo programa marco Europeo.

Lo conforman 121 institutos - 69 propios, 50 mixtos y dos asociados-, tres centros nacionales de investigación (INIA, IEO e IGME), nueve centros de integración de servicios y cuatro unidades técnicas especializadas, en los que trabajan más de 13 mil personas. Estos centros e institutos realizan investigación en cuatro áreas: Sociedad, Vida y Materia, 11 de ellos han sido acreditados como Centros de Excelencia Severo Ochoa, junto a cinco Unidades María de Maeztu.

Como datos relevantes sobre su actividad en el año 2021[32], el CSIC contó con un volumen de ingresos de casi 800 millones de euros, ejecutó más de cuatro mil proyectos con financiación de programas nacionales y casi seiscientos con financiación europea, incluyendo 67 ayudas del Consejo Europeo de Investigación (ERC). En este mismo año se publicaron más de 13.700 artículos en revistas indexadas y, de los 193 activos protegidos con los que contaba, 81 estaban licenciados. A esta actividad de transferencia se suman siete Empresas de Base Tecnológica Creadas.

Entre los grupos de investigación que conforman esta institución se identifican 15 con actividad investigadora en enfermedades cardiovasculares, todos ellos en el área científica de *Biología y Biomedicina*. Se localizan principalmente en Madrid, Sevilla y Barcelona y encuadran su actividad mayoritariamente en el estudio de la *fisiología, la patofisiología y la endocrinología*, focalizándose en *entender* y *tratar la enfermedad*. Desde el punto de vista tecnológico, trabajan de forma mayoritaria en el campo de la *biotecnología*. La información de estos 15 grupos se presenta resumida a continuación.

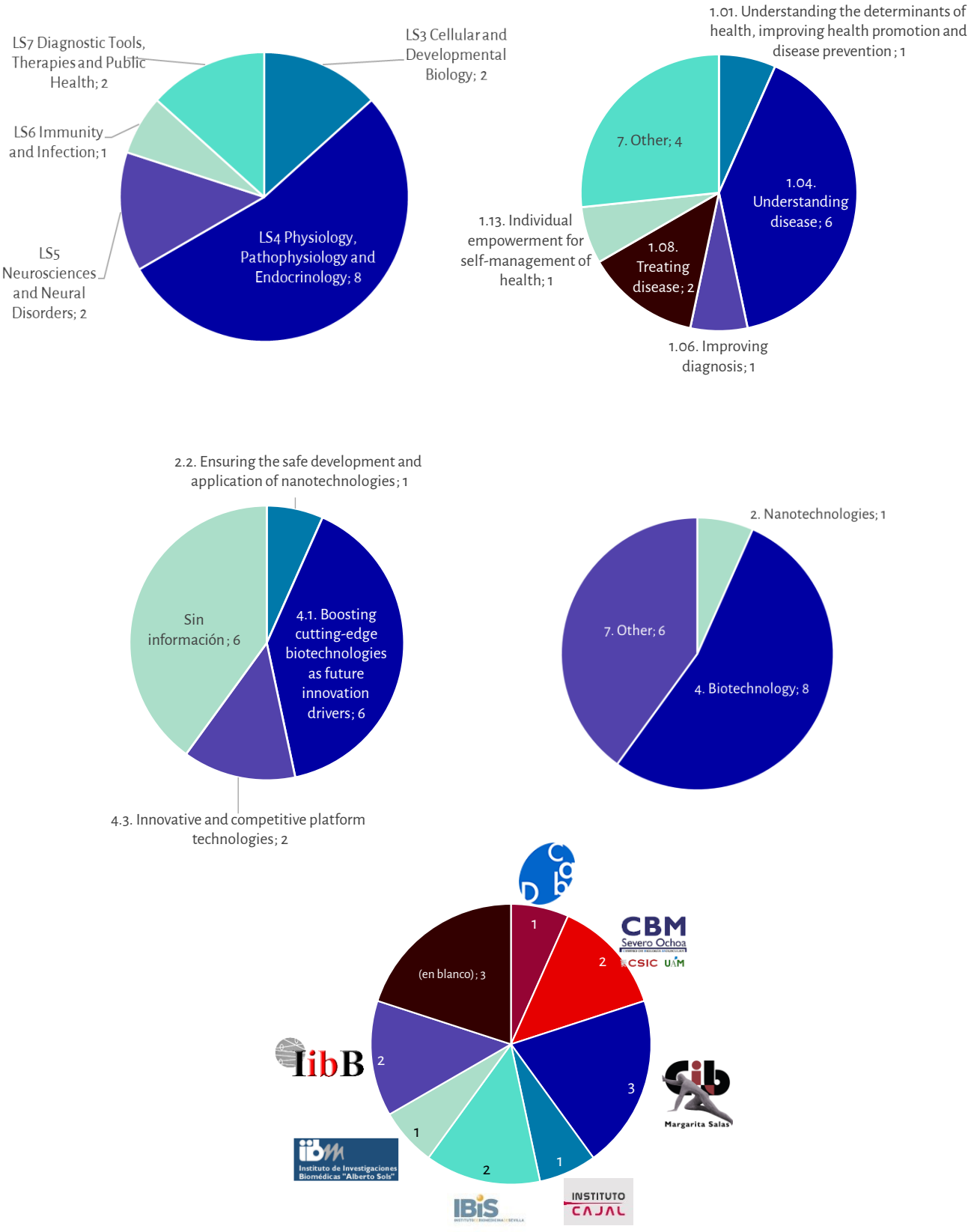


Imagen 112.- Distribución de los grupos de investigación del CSIC en ECV atendiendo a la disciplina científica establecida por la Comisión Europea de Investigación, al reto demográfico Europeo, al sector de liderazgo industrial y al centro de ubicación de los equipos.

Grupo	IP	Centro	Disciplina ERC	Descriptor Liderazgo industrial	Reto social	Link
Biología celular y molecular del endotelio vascular	Carmelo Bernabeu Quirante	Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas	LS7 Diagnostic Tools, Therapies and Public Health	4. Biotechnology 4.1. Boosting cutting-edge biotechnologies as future innovation drivers	1.04. Understanding disease	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/biologia-celular-y-molecular-del-endotelio-vascular
Farmacología Experimental y Nuevas Dianas en Desórdenes Cardiopulmonares	Eduardo Oliver Pérez	Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas	LS7 Diagnostic Tools, Therapies and Public Health	4. Biotechnology 4.1. Boosting cutting-edge biotechnologies as future innovation drivers	1.08. Treating disease	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/farmacologia-experimental-y-nuevas-dianas-en-desordenes
Fisiopatología Cardiovascular	Lisardo Bosca Gomar	Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols	LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology	7. Other	1.08. Treating disease	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/fisiopatologia-cardiovascular-0

Grupo	IP	Centro	Disciplina ERC	Descriptor Liderazgo industrial	Reto social	Link
Epidemiología clínica y riesgo vascular	Enrique J. Calderón Sandubete, Francisco Javier Medrano Ortega y Pablo Stiefel García-Junco (Hospital Universitario Virgen del Rocío/Universidad de Sevilla)	Instituto de Biomedicina de Sevilla	LS6 Immunity and Infection	7. Other	1.13. Individual empowerment for self-management of health	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/epidemiologia-clinica-y-riesgo-vascular
Ritmo cardíaco y contracción	Leif Hove Madsen	Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona	LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology	4. Biotechnology 4.3. Innovative and competitive platform technologies	1.04. Understanding disease	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/ritmo-cardiaco-y-contraccion
Papel del remodelado de la matriz extracelular en el sistema cardiovascular	Fernando Rodríguez Pascual	Centro de Biología Molecular Severo Ochoa	LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology	7. Other	7. Other	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/papel-del-remodelado-de-la-matriz-extracelular-en-el-sistema

Grupo	IP	Centro	Disciplina ERC	Descriptor Liderazgo industrial	Reto social	Link
Inflamación y Remodelado Vascular (ICCC)			LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology	4. Biotechnology 4.1. Boosting cutting-edge biotechnologies as future innovation drivers	1.04. Understanding disease	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/inflamacion-y-remodelado-vascular-iccc
Patología molecular y terapéutica de las enfermedades aterotrombóticas e isquémicas			LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology	7. Other	7. Other	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/patologia-molecular-y-terapeutica-de-las-enfermedades
Tumorogénesis y patologías vasculares	Miguel Ramón Campanero García	Centro de Biología Molecular Severo Ochoa	LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology	4. Biotechnology 4.1. Boosting cutting-edge biotechnologies as future innovation drivers	1.04. Understanding disease	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/tumorogenesis-y-patologias-vasculares
Investigación traslacional en enfermedades raras con implicación vascular: del laboratorio a los pacientes	Luisa María Botella Cubells	Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas	LS3 Cellular and Developmental Biology	4. Biotechnology 4.1. Boosting cutting-edge biotechnologies as future innovation drivers	1.04. Understanding disease	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/investigacion-traslacional-en-enfermedades-raras-con

Grupo	IP	Centro	Disciplina ERC	Descriptor Liderazgo industrial	Reto social	Link
Grupo de investigación neurovascular	Ricardo Martínez Murillo	Instituto Cajal	LS5 Neurosciences and Neural Disorders	2. Nanotechnologies 2.2. Ensuring the safe development and application of nanotechnologies	1.04. Understanding disease	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/grupo-de-investigacion-neurovascular
Grupo de investigación cerebrovascular	Ana María Planas Obradors	Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona	LS5 Neurosciences and Neural Disorders	7. Other	1.01. Understanding the determinants of health, improving health promotion and disease prevention	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/grupo-de-investigacion-cerebrovascular

Grupo	IP	Centro	Disciplina ERC	Descriptor Liderazgo industrial	Reto social	Link
Fisiopatología Vascular		Instituto de Biomedicina de Sevilla	LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology	4. Biotechnology 4.1. Boosting cutting-edge biotechnologies as future innovation drivers	1.06. Improving diagnosis	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/fisiopatologia-vascular
Biomarcadores de la evolución de la enfermedad cardiovascular			LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology	7. Other	7. Other	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/biomarcadores-de-la-evolucion-de-la-enfermedad-cardiovascular
Desarrollo del sistema hemato-vascular y células madre	M José Sánchez Sanz	Centro Andaluz de Biología del Desarrollo	LS3 Cellular and Developmental Biology	4. Biotechnology 4.3. Innovative and competitive platform technologies	7. Other	https://www.csic.es/es/investigacion/grupos-de-investigacion/desarrollo-del-sistema-hemato-vascular-y-celulas-madre

Tabla 43.- Relación de grupos de investigación en ECV en los centros del CSIC.

Fundación Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (CNIC)[33]

CNIC es centro de referencia nacional en la investigación en ECV. En materia de RRHH, cuenta con un equipo humano formado por 447 personas, el 90% (403) de estas, personal científico, mayoritariamente mujeres, que suponen un 63% de la plantilla científica de la institución. Sin embargo, la posición de liderazgo de grupos (32) muestra una predominancia de hombres, los cuales ocupan el 75% de todas estas posiciones. Cabe destacar que el 11% de todo el personal científico proviene de terceros países, que se suman a los 52 científicos visitantes extranjeros que escogieron CNIC como lugar para desarrollar su investigación o formación en 2022. CSIC dispone de 34 laboratorios y 11 unidades técnicas para el despliegue de investigaciones en ECV.

El centro se organiza en dos departamentos (de investigación clínica y básica) que se integran totalmente a través de los seis programas científicos y el área de desarrollo tecnológico.

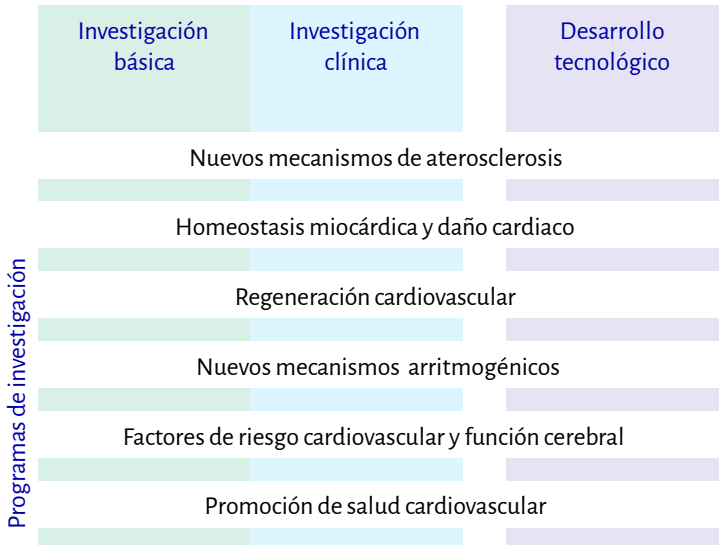


Imagen 113.- Departamentos y programas de investigación CNIC.

En 2022, CNIC captó a través de ayudas de proyectos, equipamiento y personal un total de 14,62 millones de euros, incluyendo 4 millones de euros que corresponden a la dotación económica por ser reconocido como Centro Severo Ochoa en 2021. De esta financiación, el 7% correspondió a ayudas internacionales (1,05 millones de euros). A estas cifras se suman más de 52 millones de euros de actividades en curso, de las cuales el 33% correspondieron a ayudas internacionales (17 millones de euros).

A nivel de resultados científicos, en 2022 CNIC publicó 371 artículos y revisiones y un total de 331 documentos citables en revistas con factor de impacto. 29 correspondieron a documentos publicados en revistas posicionadas en el top 3 de su categoría y 118 en

revistas con factores de impacto superiores a 10. El 57,1% de estos documentos fueron citados y el 3.32% corresponden a artículos altamente citados. Por otra parte, CNIC dispone de 16 familias de patentes activas, 6 de ellas licenciadas y en 2022 generó 8 nuevas solicitudes, gracias al soporte de su OTRI.

Además de su actividad investigadora, CNIC desarrolla un programa formativo que incluye a estudiantes universitarios, graduados, residentes, investigadores y estudiantes de módulos formativos, además de un programa de educación continuada y la realización de conferencias.

Área de Enfermedades Cardiovasculares del Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red (CIBERCV)[34]

El Área de Enfermedades Cardiovasculares se suma al consorcio CIBER en 2017, mediante convocatoria pública, dando continuidad a la Red de Investigación Cooperativa en ECV (RIC), iniciativa RETIC del Instituto de Salud Carlos III.

Según la memoria científica del año 2022, CIBERCV lo componían un total de 37 grupos de investigación. La distribución geográfica actual incluye a 39 grupos en diez Comunidades Autónomas, con predominio de Madrid (17) y Cataluña (10). A nivel organizativo, CIBERCV se estructura en cuatro programas de investigación y dos programas trasversales.

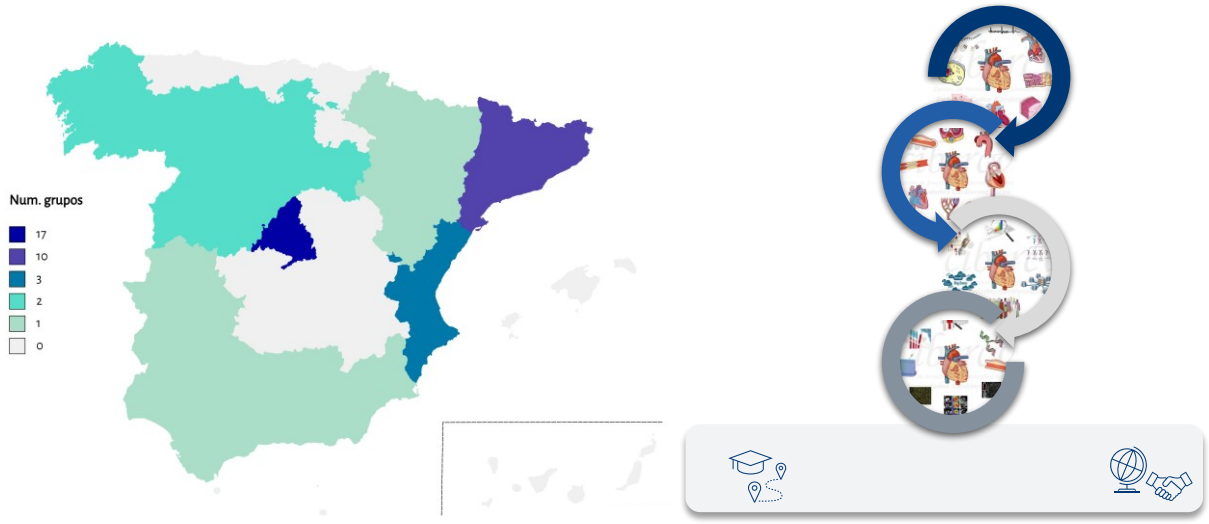


Imagen 114.- Distribución geográfica de los grupos de investigación del área de ECV en el consorcio CIBER y programas de investigación y trasversales de CIBERCV.

La actividad investigadora del CIBERCV dio lugar entre 2018 y 2022 a un total de 3.874 publicaciones, posicionándole como la tercera área en producción, por detrás de las de Epidemiología y Salud Pública y Salud Mental. En 2022 las publicaciones en revistas situadas en el primer decil de su categoría supusieron el 26% de todas las publicaciones y el 56% se publicaron en revistas en el primer cuartil. En materia de formación, se otorgan ayudas a la movilidad para estancias en centros de investigación españoles y extranjeros, destinadas al personal del centro. Asimismo, se organizan cursos sobre distintas temáticas en el ámbito de las ECV.

Sociedad Española de Cardiología (SEC)

SEC es una sociedad científica profesional dedicada a incrementar el estado del conocimiento en ECV, avanzar en su prevención y tratamiento y mejorar tanto la supervivencia como la calidad de vida de las personas que las sufren. Formada por más de siete mil socios, dispone de un total de 11 asociaciones y secciones científicas que promueven o coordinan la investigación en distintos aspectos de la patología cardíaca para mejorar la práctica clínica y fomentar los avances en este campo.



Imagen 115.- Comunidades de la SEC. Asociaciones y secciones.

La SEC desarrolla su actividad en torno a distintos proyectos estratégicos que incluyen proyectos para incrementar la calidad de la asistencia, para disminuir la morbimortalidad ligada a la contaminación, fomentar la cooperación internacional y dar respuesta a las necesidades de jóvenes cardiólogas y cardiólogos.



Imagen 116.- Proyectos estratégicos SEC.

En particular, la Sociedad participa a través de sus asociaciones, secciones y grupos de trabajo en distintos registros en el ámbito de las ECV, como son los siguientes.

Registros
REEC, Registro Español de Cardiopatías Congénitas.
CAPANA, Práctica clínica del tratamiento anticoagulante con dabigatán en comparación con antagonistas de la vitamina K en pacientes con fibrilación auricular no valvular.
AVANCE2, Manejo, calidad de vida y adherencia terapéutica en pacientes con enf. coronaria estable.
PREDICA, Factores de riesgo cardiovascular por encuesta (España, Portugal y Latinoamérica).
RECALCAR, diagnóstico sobre la asistencia cardiológica en España.

Registros
Estudio Español de Muerte Súbita en Deportistas
Distintos registros de base poblacional sobre Cardiopatía isquémica en España (PRIAMHO, RISCI, DESCARTES, TRIANA, MASCARA, RENACÍ, DOOR TO BALLOON, ALASCA)
Registros en hipertensión arterial (TRECE, PAMISCA, VIIDA o RICAR)

Tabla 44.- Registros SEC.

Entre los estudios de investigación que desarrolla actualmente la SEC se incluyen estudios en diabetes y colesterol en pacientes con ECV, comparación de tratamientos en ciertas patologías, uso de la telemedicina y, estudios observacionales para validar la incidencia y prevalencia de las ECV y evaluar el manejo, calidad y adherencia de pacientes.

Oportunidades en la investigación cardiovascular

¿Cuáles son las áreas prioritarias de investigación e innovación en ECV que no se están abordando actualmente en España o al menos, no de forma suficiente?¿de qué técnicas o tecnologías sería necesario dotar al sistema y a los grupos de investigación en ECV para poder abordar estas áreas?¿cuáles son las alianzas necesarias con otras especialidades, ya sean clínicas o de otras disciplinas?. A dar respuesta a estas preguntas se dedica el presente capítulo.

Para su desarrollo se realizó un ejercicio participativo, cuyos aspectos metodológicos pueden ser consultados en el anexo I a este documento.

Con el fin de invitar a la reflexión a los participantes y calibrar el grado de aceptación a nivel estatal de la estrategia planteada por la Alianza Europea para la Salud Cardiovascular[35], se propusieron una serie de áreas de investigación e innovación en ECV. De estas, los participantes priorizaron el impulso al conocimiento sobre los procesos biológicos y la fisiología de las ECV, seguido del *big data / machine learning* para generar enfoques personalizados que cubran todo el viaje del paciente de ECVs, la investigación en herramientas predictivas en enfermedad cardiovascular aterosclerótica y la I+D+i en diagnóstico temprano y de precisión a través de imagen médica y herramientas digitales.

En cuanto a las técnicas o tecnologías necesarias para potenciar la I+D+i en estas áreas, en conjunto las más prioritarias son la mejora de modelos de enfermedad, la mejora de las capacidades de tratamiento de la información y las nuevas tecnologías ligadas a imagen

molecular y otras tecnologías de biología estructural, junto con la generación de grandes cohortes. Estas fueron las tecnologías que más personas encontraron necesarias para las áreas que habían priorizado, no obstante, en el apartado correspondiente se presenta un análisis en mayor detalle que permite identificar exactamente qué tecnologías fomentar para impulsar cada área temática y cuáles serían las más versátiles, entendidas como aquellas cuyo fomento permitiría impulsar un mayor número de áreas. Entre estas últimas se posicionan en primer lugar (1) la mejora de capacidades de tratamiento de información, seguida de (2) la generación de grandes cohortes, (3) la inclusión de variables de vida real en los elementos de recogida de información (historia clínica electrónica, cohortes, etc.) y (4) la generación de más y/o mejores modelos de enfermedad.

Por último, establecer colaboraciones con las disciplinas ligadas a (1) las TICs, la Bioingeniería, la Biomédicina, Ciencias exactas e Ingeniería Biomédica fueron las cinco más valoradas. Le siguen las Ciencias Biológicas, la Biotecnología, las Ciencia y tecnología de los Alimentos, Innovación y Seguridad Alimentaria y en novena posición la Medicina Familiar y Comunitaria y la Nanociencia y Nanotecnología.

ÁREAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN ECV.

Preguntados por las tres áreas temáticas que no están siendo abordas actualmente en España – o no de forma suficiente – y que por su interés e impacto convendría impulsar, el 46% (30) de las personas encuestadas que respondieron a esta pregunta (65) consideraron necesario impulsar el conocimiento sobre los procesos biológicos y la fisiología de las ECV. No sólo es el área más seleccionada, sino que ocupa también la primera posición de prioridad. Así, el 35% (23) la seleccionaron como el área de mayor prioridad.

El 35% (23) hizo hincapié en trabajar en *big data / machine learning* para generar enfoques personalizados que cubran todo el viaje del paciente de ECVs, desde la prevención primaria hasta la rehabilitación y cuidados posteriores, con especial atención a los objetivos y resultados de interés para las personas pacientes y sus familiares.

El 31% (20) seleccionaron investigar en tecnologías predictivas para identificación precoz e intervenciones en enfermedad cardiovascular aterosclerótica, el mismo número de personas que pusieron el foco en la I+D+i en diagnóstico temprano y de precisión de las ECV mediante imagen médica y herramientas digitales.

Para finalizar la lista de las cinco áreas temáticas más priorizadas, cabe destacar la I+D+i en fármacos de precisión ligados a avances en herramientas moleculares, genéticas,

analíticas y terapéuticas. Esta área fue priorizada por un total de 15 personas, lo que supone el 23% de la muestra.

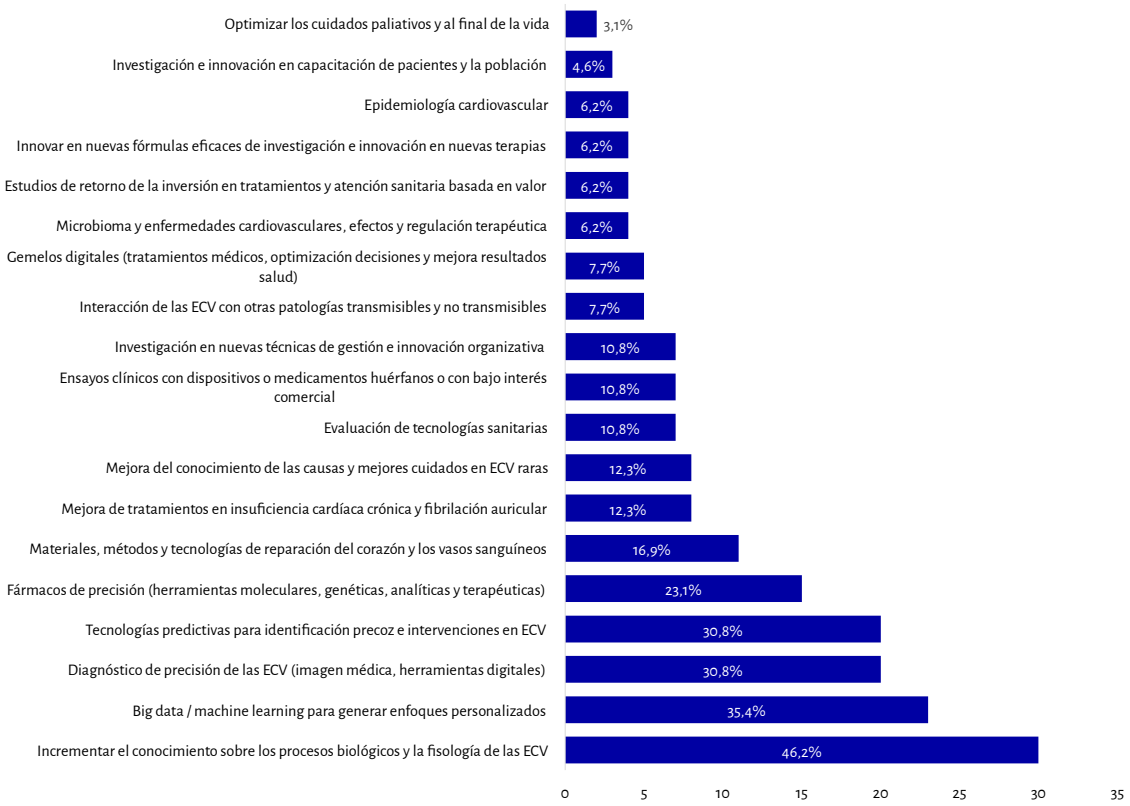


Imagen 117.- Priorización de áreas temáticas conforme a la elección de las personas encuestadas, con indicación del porcentaje de respuestas priorizan cada una de ellas.

Les siguen la investigación en materiales, métodos y tecnologías de reparación del corazón y los vasos sanguíneos, priorizada por el 17% de las personas que respondieron a esta pregunta (11), la mejora de tratamientos en insuficiencia cardíaca crónica y fibrilación auricular y la investigación en el conocimiento de las causas y mejores cuidados en ECV raras, ambas seleccionadas por el 12,3% (8).

La evaluación de tecnologías sanitarias, el desarrollo de ensayos clínicos con dispositivos o medicamentos huérfanos de bajo interés comercial y la investigación en nuevas técnicas de gestión y la innovación organizativa ocupan la novena posición, siendo priorizadas por el 11% de las personas que respondieron a esta cuestión (7), por delante de aquellas personas que seleccionaron la integración de las ECV con otras patologías (trasmisibles o no) y el empleo de gemelos digitales para el desarrollo de tratamientos médicos, la optimización de decisiones clínicas y la mejora de resultados en salud, ambas seleccionadas por el 12% (5).

Las áreas que fueron priorizadas por un menor número de personas fueron la optimización de cuidados paliativos y al final de la vida (3%, 2 personas), la investigación e innovación en capacitación de pacientes y de la población (5%, 3 personas) y en idéntica proporción (6%, 4 personas) la realización de estudios de retorno de la inversión en tratamientos y atención sanitaria basada en valor, el estudio del efecto del microbioma en las ECV y su regulación terapéutica, la epidemiología vascular y la innovación en nuevas fórmulas de investigación e innovación en nuevas terapias con el fin de agilizar y reducir costes de los ensayos cardiovasculares sin reducir la seguridad de las personas.

		Orden de prioridad		
Áreas de I+D+i a priorizar	Prioridad (Núm. respuestas)	1	2	3
Incrementar el conocimiento sobre los procesos biológicos y la fisiología de las ECV.	**30**	**23**	4	3
Big data / machine learning para generar enfoques personalizados que cubran todo el viaje del paciente de ECVs, desde la prevención primaria hasta la rehabilitación y cuidados posteriores, con especial atención a los objetivos y resultados de interés para las personas pacientes y sus familiares.	**23**	4	8	**11**
Tecnologías predictivas para identificación precoz e intervenciones en enfermedad cardiovascular aterosclerótica.	**20**	4	7	9
Diagnóstico temprano y de precisión de las ECV mediante imagen médica y herramientas digitales.	**20**	**9**	8	3
Fármacos de precisión ligados a avances en herramientas moleculares, genéticas, analíticas y terapéuticas.	15	3	**9**	3
Materiales, métodos y tecnologías de reparación del corazón y los vasos sanguíneos.	11	4	4	3
Mejora de tratamientos en insuficiencia cardíaca crónica y fibrilación auricular.	8	1	4	3
Mejora del conocimiento de las causas y mejores cuidados en enfermedades cardiovasculares raras.	8	1	4	3
Investigación en nuevas técnicas de gestión e innovación organizativa.	7	1	1	5
Evaluación de tecnologías sanitarias.	7	2	3	2
Ensayos clínicos con dispositivos o medicamentos huérfanos o con bajo interés comercial.	7	5	1	1

Áreas de I+D+i a priorizar	Prioridad (Núm. respuestas)	Orden de prioridad 1	2	3
Interacción de las ECV con otras patologías transmisibles y no transmisibles.	5	0	0	5
Gemelos digitales para el desarrollo de tratamientos médicos, optimización de decisiones clínicas y mejora de resultados en salud.	5	0	1	4
Innovar en nuevas fórmulas eficaces de investigación e innovación en nuevas terapias con el fin de agilizar y reducir costes de los ensayos cardiovasculares sin reducir la seguridad de las personas.	4	0	1	3
Epidemiología cardiovascular.	4	0	2	2
Microbioma y enfermedades cardiovasculares, efectos y regulación terapéutica.	4	2	1	1
Estudios de retorno de la inversión en tratamientos y atención sanitaria basada en valor.	4	1	3	0
Investigación e innovación en capacitación de pacientes y la población.	3	2	0	1
Optimizar los cuidados paliativos y al final de la vida.	2	1	1	0
Total respuestas	**65**	**63**	**62**	**62**

Tabla 45.- Áreas de investigación a priorizar con indicación del número de respuestas priorizando a cada una de ellas y con desglose de la magnitud de prioridad (número de votos como primera, segunda o tercera prioridad).

TECNOLOGÍAS O TÉCNICAS NECESARIAS PARA POTENCIAR LA I+D+i EN LAS ÁREAS SELECCIONADAS.

Para abordar estas áreas temáticas de investigación consideradas como prioritarias, resulta necesario implementar nuevas tecnologías o técnicas. La necesidad de más y/o mejores modelos de enfermedad que incluyan tanto modelos *in silico* como *in vitro* y *ex vivo* resultó priorizada por el 51% (33) de las personas que respondieron a esta cuestión (65). Le sigue la necesidad de mejorar las capacidades de tratamiento de la información,

plataformas de simulación, análisis de big data e inteligencia artificial, seleccionadas por el 29% (19).

La tercera posición la ocupan, con el 26% de las respuestas (17) la necesidad de nuevas tecnologías ligadas a imagen molecular y otras tecnologías de biología estructural y la generación de grandes cohortes prospectivas.

En opinión del 25% las personas encuestadas que respondieron a esta pregunta, resulta necesario además, incluir variables de vida real en los elementos de recogida de información – tales como la historia clínica electrónica, cohortes u otros-, y el desarrollo de técnicas o tecnologías *-ómicas*.

El 23% (15 personas) se decanta por las tecnologías de química médica, que faciliten la validación y caracterización de dianas terapéuticas y desarrollo de proyectos de fisiología celular y el 20% (13 personas) considera necesario desarrollar nuevas técnicas de imagen (humano/animal) aplicadas a la I+D+i.

Mejorar la interoperabilidad de los recursos informáticos y los datos asociados a las muestras son acciones prioritarias para el 15% de las personas que respondieron a esta

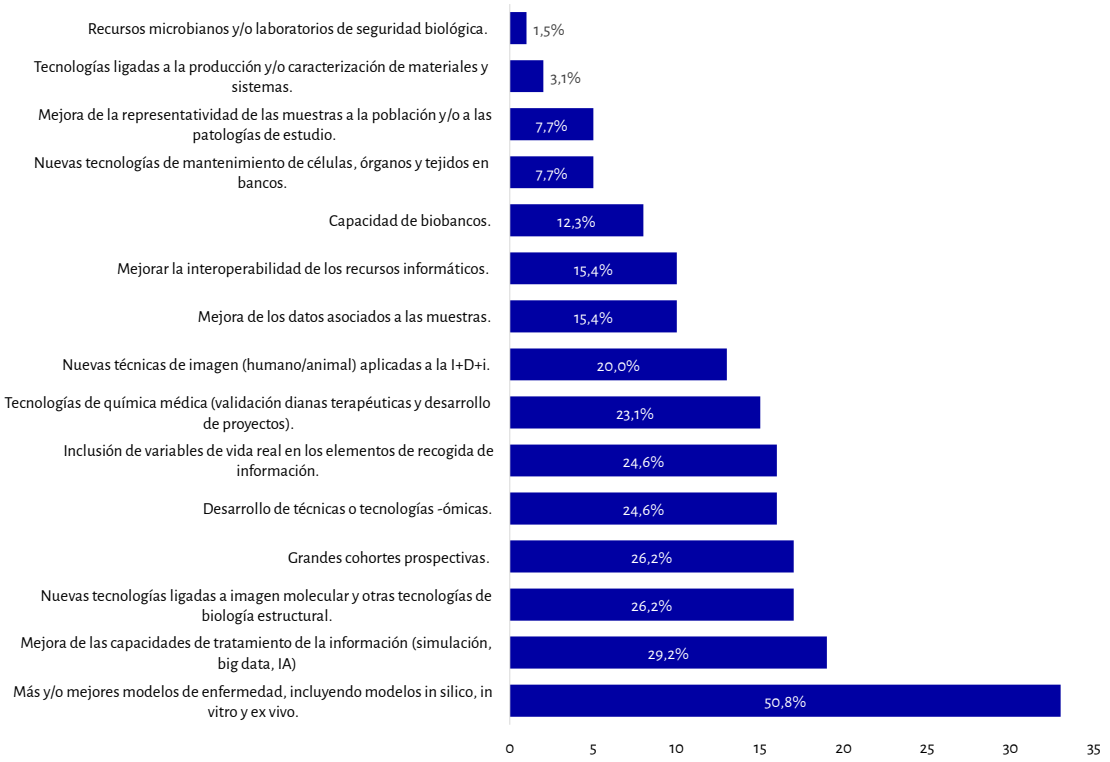


Imagen 118.- Áreas prioritarias seleccionadas como tales por las personas encuestadas, con indicación del porcentaje de personas que las seleccionaron.

cuestión (10 personas en cada caso). Le sigue la necesidad de incrementar la capacidad de los biobancos, seleccionada por 8 personas (12%).

Por su parte, el 8% (5 personas en cada caso) priorizaron el desarrollo de nuevas tecnologías de mantenimiento de células, órganos y tejidos en bancos y la mejora de la representatividad de las muestras a la población y/o a las patologías de estudio.

A la cola del listado se posicionan el desarrollo de tecnologías ligadas a la producción y/o caracterización de materiales (3%, 2 personas) y sistemas y disponer de recursos microbianos y/o laboratorios de seguridad biológica (2%, 1 persona).

No se consideró prioritario mejorar las capacidades de almacenamiento de la información y disponibilidad de datos FAIR.

Se muestran en la siguiente tabla las necesidades de nuevas tecnologías para cada una de las áreas priorizadas.

Como puede apreciarse, para potenciar la I+D+i en las áreas temáticas priorizadas resulta necesario disponer de (1) más y/o mejores modelos de enfermedad, incluyendo modelos *in silico*, *in vitro* y *ex vivo*; (2) hacer posible que los elementos de recogida de información (historia clínica electrónica, cohortes, etc.) incorporen variables de vida real; (3) disponer de nuevas técnicas de imagen (humano/animal) aplicadas a la I+D+i; (4) desarrollar nuevas tecnologías ligadas a imagen molecular y otras tecnologías de biología estructural y (5) generar nuevas tecnologías de mantenimiento de células, órganos y tejidos en bancos.

Si el objetivo es implementar o fomentar el desarrollo de técnicas o tecnologías capaces de dar servicio al mayor número posible de prioridades temáticas, encontramos que las seleccionadas serían (1) mejorar las capacidades de tratamiento de la información, plataformas de simulación, análisis de big data e Inteligencia Artificial (13 áreas); (2) la generación de grandes cohortes prospectivas (12 áreas); (3) la incorporación de variables de vida real a los elementos de recogida de información (10 áreas); (4) y la generación de más y mejores modelos de enfermedad. Cabe destacar que estas dos últimas cumplen con ambas visiones, permitiendo potenciar un mayor número de áreas incluyendo algunas de las áreas temáticas que resulta prioritario desarrollar o impulsar en los próximos años.

Áreas de I+D+i a priorizar	Prioridad	IMG	MOD	MIC	BE	QUI	OM	PR	BB	MA	DM	REP	COH	VR	INT	ALM	TTO
Incrementar el conocimiento sobre los procesos biológicos y la fisología de las ECV.	**30**	3	**15**	0	2	3	3	0	0	0	2	0	1	1	0	0	2
Big data / machine learning para generar enfoques personalizados que cubran todo el viaje del paciente de ECVs, desde la prevención primaria hasta la rehabilitación y cuidados posteriores, con especial atención a los objetivos y resultados de interés para las personas pacientes y sus familiares.	**23**	0	4	0	1	0	2	0	2	0	1	0	1	**6**	2	0	3
Diagnóstico temprano y de precisión de las ECV mediante imagen médica y herramientas digitales.	**20**	**6**	3	0	2	2	3	0	2	0	0	0	0	1	1	0	3
Tecnologías predictivas para identificación precoz e intervenciones en enfermedad cardiovascular aterosclerótica.	**20**	2	1	0	**4**	3	2	0	1	0	1	0	2	1	0	0	2
Fármacos de precisión ligados a avances en herramientas moleculares, genéticas, analíticas y terapéuticas.	**15**	2	1	0	2	2	0	0	0	**3**	0	0	1	1	0	0	0
Materiales, métodos y tecnologías de reparación del corazón y los vasos sanguíneos.	11	0	0	0	**3**	2	0	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Mejora de tratamientos en insuficiencia cardíaca crónica y fibrilación auricular.	8	0	**2**	0	**2**	1	0	0	0	0	0	0	1	**2**	0	0	0
Mejora del conocimiento de las causas y mejores cuidados en enfermedades cardiovasculares raras.	8	1	**3**	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1

Áreas de I+D+i a priorizar	Prioridad	IMG	MOD	MIC	BE	QUI	OM	PR	BB	MA	DM	REP	COH	VR	INT	ALM	TTO
Evaluación de tecnologías sanitarias.	7	0	**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	1	0	0	**2**
Ensayos clínicos con dispositivos o medicamentos huérfanos o con bajo interés comercial.	7	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	0	0	**1**
Investigación en nuevas técnicas de gestión e innovación organizativa.	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	**2**	0	**2**
Interacción de las ECV con otras patologías transmisibles y no transmisibles.	5	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**	0	**1**	0	0	0
Gemelos digitales para el desarrollo de tratamientos médicos, optimización de decisiones clínicas y mejora de resultados en salud.	5	0	**1**	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	**1**
Microbioma y enfermedades cardiovasculares, efectos y regulación terapéutica.	4	0	0	1	0	1	**2**	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Estudios de retorno de la inversión en tratamientos y atención sanitaria basada en valor.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	0	**2**	0	0
Innovar en nuevas fórmulas eficaces de investigación e innovación en nuevas terapias con el fin de agilizar y reducir costes de los ensayos cardiovasculares sin reducir la seguridad de las personas.	4	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	**1**
Epidemiología cardiovascular.	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**	0	0	0	0

Áreas de I+D+i a priorizar	Prioridad	IMG	MOD	MIC	BE	QUI	OM	PR	BB	MA	DM	REP	COH	VR	INT	ALM	TTO
Investigación e innovación en capacitación de pacientes y la población.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**2**	0	0	1
Optimizar los cuidados paliativos y al final de la vida.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	**1**
Total respuestas	**65**	15	**32**	1	**17**	15	15	2	8	5	9	4	16	**17**	10	0	**21**
Núm. áreas temáticas a las que apoya		6	**9**	1	8	8	8	1	6	3	8	4	**12**	**10**	7	0	**13**

Tabla 46.- Tecnologías necesarias (columnas) para cada una de las áreas priorizadas (filas) con indicación del número de personas que las seleccionaron.

(Prioridad) Núm. de votos de prioridad asignados por las personas participantes. (IMG): Nuevas técnicas de imagen (humano/animal) aplicadas a la I+D+i. (MOD) Más y/o mejores modelos de enfermedad, incluyendo modelos *in silico, in vitro* y *ex vivo*. (MIC) Recursos microbianos y/o laboratorios de seguridad biológica. (BE) Nuevas tecnologías ligadas a imagen molecular y otras tecnologías de biología estructural. (QUI) Tecnologías de química médica, que faciliten la validación y caracterización de dianas terapéuticas y desarrollo de proyectos de fisiología celular. (OM) Desarrollo de técnicas o tecnologías -ómicas. (PR) Tecnologías ligadas a la producción y/o caracterización de materiales y sistemas. (BB) Capacidad de biobancos. (MA) Nuevas tecnologías de mantenimiento de células, órganos y tejidos en bancos. (DM) Mejora de los datos asociados a las muestras. (REP) Mejora de la representatividad de las muestras a la población y/o a las patologías de estudio. (COH) Grandes cohortes prospectivas. (VR) Inclusión de variables de vida real en los elementos de recogida de información (historia clínica electrónica, cohortes, etc.). (INT) Mejorar la interoperabilidad de los recursos informáticos. (ALM) Mejora de las capacidades de almacenamiento de la información y disponibilidad de datos FAIR. (TTO) Mejora de las capacidades de tratamiento de la información, plataformas de simulación, análisis de big data e inteligencia artificial.

INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINAR.

En cuanto a las necesarias alianzas con otras disciplinas, para potenciar la investigación en las áreas temáticas seleccionadas, se aprecia una amplia dispersión de la opinión de las personas encuestadas que respondieron a este cuestionario. Así, se seleccionaron un total de 41 disciplinas de interés.

Disciplinas y especialidades de interés	Prioridad (Núm. respuestas)	%
TICs (Informática, Bioinformática, Ciencia de Datos, Ciberseguridad,IA).	32	49,2%
Bioingeniería.	29	44,6%
Biomedicina	25	38,5%
Ciencias exactas (matemáticas, estadística, matemática computacional, etc.).	24	36,9%
Ingeniería Biomédica.	22	33,8%
Ciencias biológicas (biología, bioquímica, genética, etc.).	21	32,3%
Biotecnología.	15	23,1%
Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Innovación y Seguridad Alimentaria.	8	12,3%
Medicina Familiar y Comunitaria.	7	10,8%
Nanociencia y Nanotecnología.	7	10,8%
Ciencias físicas	6	9,2%
Ciencias e ingeniería químicas.	6	9,2%
Medicina, especialidad en Inmunología.	6	9,2%
Medicina, especialidad en Obstetricia y Ginecología.	6	9,2%

Disciplinas y especialidades de interés	Prioridad (Núm. respuestas)	%
Medicina Preventiva y Salud Pública.	6	9,2%
Enfermería.	5	7,7%
Medicina, especialidad en Farmacología Clínica.	5	7,7%
Medicina, especialidad en Geriatría.	5	7,7%
Tecnologías Industriales, diseño industrial y desarrollo de producto, automática.	5	7,7%
Ingeniería de materiales.	4	6,2%
Medicina, especialidad en Anestesiología y Reanimación.	4	6,2%
Medicina, especialidad en Cirugía Pediátrica.	4	6,2%
Medicina Intensiva.	4	6,2%
Medicina, especialidad en Nefrología.	4	6,2%
Medicina, especialidad en Oncología Radioterápica.	4	6,2%
Medicina, especialidad en Pediatría y sus Áreas Específicas.	4	6,2%
Medicina, especialidad en Radiodiagnóstico.	4	6,2%
Farmacia.	3	4,6%
Fisioterapia.	3	4,6%
Ingeniería Eléctrica.	3	4,6%
Medicina, especialidad en Alergología.	3	4,6%

Disciplinas y especialidades de interés	Prioridad (Núm. respuestas)	%
Medicina, especialidad en Endocrinología y Nutrición.	3	4,6%
Medicina Física y Rehabilitación.	3	4,6%
Medicina, especialidad en Hematología y Hemoterapia.	3	4,6%
Medicina Interna.	3	4,6%
Medicina Nuclear.	3	4,6%
Medicina, especialidad en Oncología Médica.	3	4,6%
Medicina, especialidad en Psiquiatría.	3	4,6%
Medicina, especialidad en Reumatología.	3	4,6%
Medicina, especialidad en Urología.	3	4,6%
Medicina, otras especialidades médicas.	3	4,6%
Total respuestas	**65**	

Tabla 47.- Disciplinas y especialidades con las que establecer prioritariamente colaboraciones, con indicación del número de personas que las priorizaron y el porcentaje que representan frente al total de respuestas.

Resulta clave incentivar y fomentar la investigación interdisciplinar con personal investigador en el ámbito de las TIC (Informática, Bioinformática, Ciencia de Datos, Ciberseguridad e Inteligencia Artificial). Coincide esta opinión con la expresada por el 50% de las personas que respondieron a esta pregunta. Le siguen la Bioingeniería y la Biomedicina (con el 45 y el 39% de los votos, respectivamente), las ciencias exactas como Matemáticas, Estadística, Matemática Computacional, etc., seleccionadas por el 37%. La Ingeniería Biomédica (34%) y las Ciencias Biológicas, incluyendo Biología, Bioquímica, Genética, y otras (32%) ocupan la posición quinta y sexta.

Asimismo, y conforme a la opinión expresada por los profesionales que participaron en la elaboración de este documento, la colaboración con otras disciplinas ha de ser priorizada.

Es el caso de la Biotecnología (23%), las Ciencias y Tecnologías de los Alimentos, Innovación y Seguridad Alimentaria (12%), la Medicina Familiar y Comunitaria y la Nanociencia y Nanotecnología (11% en ambos casos) y las Ciencias Físicas y Químicas (incluyendo la ingeniería química), ambas seleccionadas por el 9% de las personas que respondieron a esta pregunta.

Además de la especialidad de Medicina Familiar y Comunitaria, resulta clave para el desarrollo de las nuevas áreas temáticas propuestas establecer alianzas con otras especialidades médicas, entre las que destacan la Inmunología, la Obstetricia y Ginecología y la Medicina Preventiva y Salud Pública, cada una de ellas con un 9% de los votos.

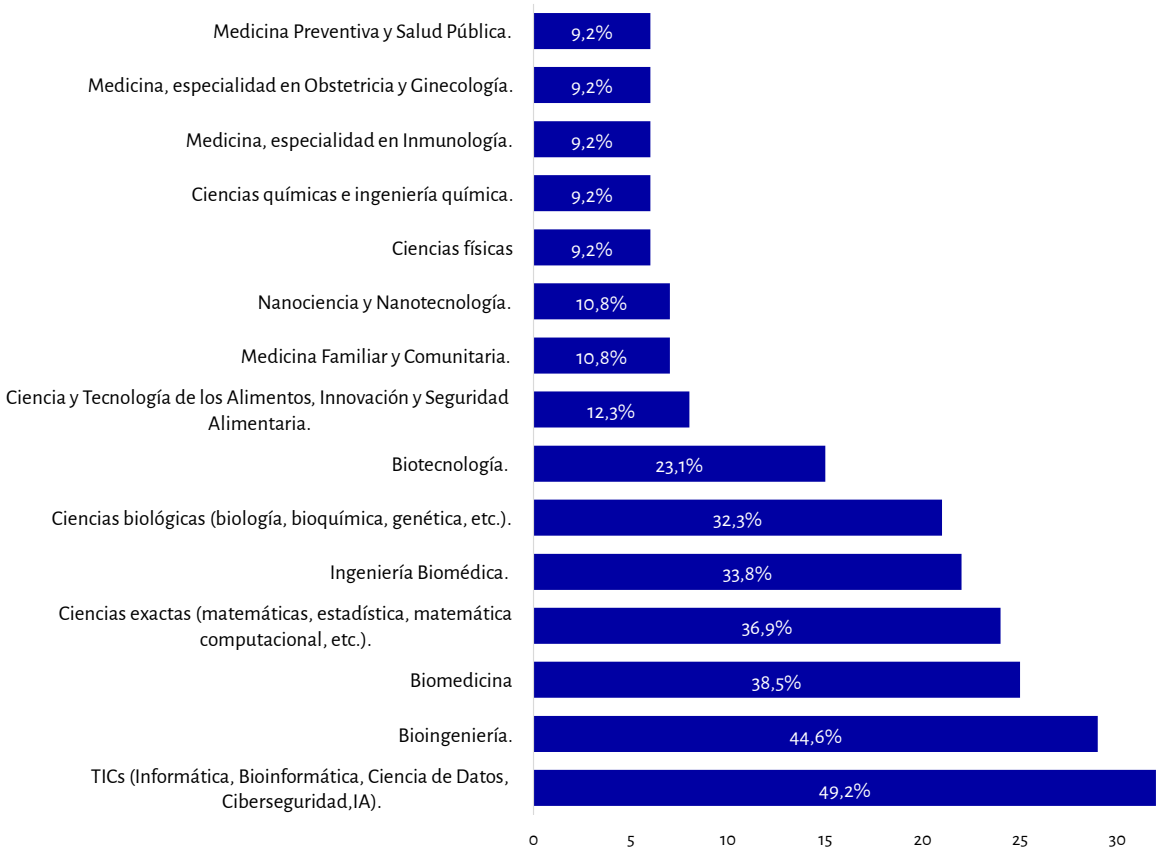


Imagen 119.- Disciplinas prioritarias con las que establecer colaboraciones para impulsar las áreas priorizadas, con indicación del porcentaje de personas que las seleccionaron respecto al total de personas participantes.

La interdisciplinariedad con equipos que incluyan personal de enfermería, geriatría y farmacología clínica y profesionales de las tecnologías industriales, diseño industrial y desarrollo de producto o automática, ocupan la decimosexta posición habiendo sido seleccionadas por el 8% de las personas consultadas a este respecto que respondieron.

Por detrás, en vigésima posición, se sitúan otras especialidades médicas (Anestesiología y Reanimación, Cirugía Pediátrica, Medicina Intensiva, Nefrología, Oncología Radioterápica, Pediatría y Radiodiagnóstico, seleccionadas por el 6%.

Cierran la lista, en la posición 28, las siguientes especialidades clínicas e ingenierías, todas ellas seleccionadas por el 5% de las personas que respondieron a esta pregunta: Farmacia, Fisioterapia, Ingeniería Eléctrica y las especialidades médicas de Alergología, Endocrinología y Nutrición, Medicina Física y Rehabilitación, Hematología y Hemoterapia, Medicina Interna, Nuclear, Oncología Médica, Psiquiatría, Reumatología, Urología y otras especialidades médicas.

Estrategia para la mejora de la investigación cardiovascular en España

RECOMENDACIONES

Con base en las conclusiones extraídas de este estudio, se presentan a continuación una serie de recomendaciones orientadas a facilitar y potenciar la I+D+i de excelencia en enfermedades cardiovasculares y fomentar el desarrollo y transferencia de resultados que contribuyan a mejorar la esperanza y calidad de vida de las personas afectadas.

Estas se organizan en torno a los siguientes ejes de actuación, si bien algunas de estas recomendaciones pueden contribuir a más de uno de estos ejes.

1. Promover una Misión Cardiovascular en España.
2. Promover una Misión Cardiovascular en Europa.
3. Potenciar los recursos humanos para investigación e innovación en ECV.
4. Disponer de tecnologías de vanguardia para la I+D+i en ECV.
5. Establecer alianzas para potenciar la investigación e innovación responsable en ECV.
6. Favorecer el traslado de resultados de la I+D+i en ECV a las y los pacientes.
7. Impulsar la investigación clínica con medicamentos y dispositivos sanitarios en ECV.
8. Establecer un observatorio de la I+D+i en ECV.

Eje 1. Promover una Misión Cardiovascular en España.

Recomendación 1.1. Impulsar el establecimiento de recursos económicos adecuados para la I+D+i en ECV a nivel estatal, acordes a la carga de enfermedad y el impacto que este conjunto de patologías ejerce sobre la población española y el Sistema Nacional de Salud, dándoles además visibilidad a través de la creación de una misión específica que aúne los esfuerzos de las distintas entidades financiadoras, agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación y la sociedad civil.

Recomendación 1.2. Impulsar específicamente la I+D+i en aquellas patologías que afectan especialmente a la población y al Sistema Nacional de Salud, en términos de mortalidad, morbilidad, APVP y coste económico. Entre estas destacan la insuficiencia cardíaca, el infarto agudo de miocardio y las catalogadas como otras enfermedades del corazón, las enfermedades hipertensivas, la aterosclerosis y otras enfermedades de los vasos, las valvulopatías y arritmias.

Recomendación 1.3. Impulsar la I+D+i en ECV en aquellas disciplinas en las que los resultados muestran un elevado impacto, a pesar de la escasa financiación recibida, como son las investigaciones e innovaciones en rehabilitación cardíaca y en cardiopatías familiares.

Recomendación 1.4. Promover la creación de líneas de investigación e innovación entre patologías o estados físicos de interés que permitan abordar de forma más efectiva los retos que plantean las ECV. Como ejemplos se propone fortalecer la investigación en cardiología geriátrica, estableciendo líneas de financiación para el estudio de la fragilidad y las enfermedades cardiovasculares

Recomendación 1.5. Priorizar aquellas áreas de investigación e innovación que actualmente no están abordadas en España o no de forma suficiente. Entre estas destacan especialmente, a juicio de las personas expertas consultadas, las líneas dirigidas a:

- Incrementar el conocimiento sobre los procesos biológicos y la fisiología de las ECV.

- Desarrollar herramientas de *big data/machine learning* para generar enfoques personalizados.
- Potenciar el diagnóstico de precisión en las ECV, incluyendo tanto la investigación e innovación en imagen médica como en herramientas digitales.
- Generar tecnologías predictivas para la identificación precoz e intervenciones en ECV.
- Desarrollar fármacos de precisión basados en herramientas moleculares, genéticas, analíticas y terapéuticas.

Recomendación 1.6. Establecer convocatorias de ayudas y otros instrumentos de financiación que favorezcan el desarrollo de proyectos interdisciplinares que cuenten con la participación tanto del personal investigador e innovador en ECV como de aquel de otras disciplinas señaladas como prioritarias, entre las que se cuentan las TIC, la Bioingeniería, la Biomedicina e Ingeniería Biomédica, Ciencias Exactas, Ciencias Biológicas y Biotecnología.

Eje 2. Promover una Misión Cardiovascular en Europa.

Recomendación 2.1. Focalizar esfuerzos en la creación de convocatorias y topic específicos en este ámbito en el marco de los programas europeos de investigación e innovación, teniendo en cuenta las prioridades españolas.

Recomendación 2.2. Fomentar la participación de personas expertas en ECV de centros españoles en Europa, apoyando económicamente y con medios administrativos adecuados su intervención y difundiendo ampliamente las oportunidades de participación en grupos de trabajo, comités de expertos, etc.

Recomendación 2.3. Promover en Europa la creación de la Misión Cardiovascular, que permita aunar los esfuerzos económicos y las prioridades políticas en torno a este conjunto de patologías, con especial atención a las áreas prioritarias para la España ya comentadas y a las tecnologías que se plasman en el eje correspondiente.

Eje 3. Potenciar la formación, captación y retención de recursos humanos para investigación e innovación en ECV.

Recomendación 3.1. Establecer jornadas o sesiones de interacción entre estudiantes de secundaria y de grados clínicos o programas de máster y las y los profesionales del ámbito clínico, investigador e innovador que permitan despertar vocaciones entre el alumnado. En este sentido se tendrán en especial consideración las profesiones identificadas como clave para el desarrollo de las áreas temáticas prioritarias, particularmente y además de las carreras de medicina, enfermería, etc., se focalizarán esfuerzos en las siguientes:

- TICs (Informática, Bioinformática, Ciencia de Datos, Ciberseguridad,IA).
- Bioingeniería.
- Biomedicina.
- Ciencias exactas (matemáticas, estadística, matemática computacional, etc.).
- Ingeniería Biomédica.
- Ciencias biológicas (biología, bioquímica, genética, etc.).
- Biotecnología.
- Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Innovación y Seguridad Alimentaria.
- Medicina Familiar y Comunitaria.
- Nanociencia y Nanotecnología.

Recomendación 3.2. Diseñar y establecer un itinerario formativo en materia de I+D+i en ECV a lo largo del periodo de formación sanitaria especializada de las y los futuros profesionales de la medicina, la enfermería, la fisioterapia, la imagen médica, etc.

Recomendación 3.3. Promover que en los baremos de todas las ofertas públicas de empleo ligadas a las especialidades clínicas que tocan las ECV se incorporen criterios de I+D+i con ponderaciones suficientes para garantizar que este sea un aliciente para promover esta actividad.

Recomendación 3.4. Desarrollar una estrategia de relevo generacional en el campo de la I+D+i en ECV que, con base en datos actualizados, permita identificar aquellas áreas y líneas que sufrirán mayores pérdidas en el corto y medio plazo con el fin de desarrollar estrategias específicas para potenciar la captación de recursos humanos.

Recomendación 3.5. Promover específicamente las ayudas para la contratación de personal posdoctoral y a la estabilización de profesionales investigadores e innovadores en ECV, especialmente en las áreas y

líneas de especial necesidad conforme a lo indicado en la recomendación previa.

Recomendación 3.6. Promover la movilidad geográfica internacional e intercentros (a nivel estatal) que favorezca la generación de colaboraciones y la atracción de fondos y actividades de I+D+i y de formación en I+D+i en ECV.

Recomendación 3.7. Analizar pormenorizadamente las dificultades a superar cuando se incorpora personal investigador no clínico en los centros del SNS, identificando los cuellos de botella en cada Comunidad Autónoma, para proponer, de forma consensuada, medidas encaminadas a hacerlas desaparecer.

Eje 4. Disponer de tecnologías de vanguardia para la I+D+i en ECV.

Recomendación 4.1. Priorizar el desarrollo de nuevos y mejores modelos de enfermedad en ECV incluyendo modelos *in silico, in vitro y ex vivo* y favorecer el acceso de los grupos de investigación a plataformas como INFRAFRONTIER.

Recomendación 4.2. Trabajar para incluir variables de vida real en los documentos de recogida de datos, como la historia clínica electrónica o las bases de datos de grandes cohortes que puedan ser empleadas para el desarrollo de estudios en ECV.

Recomendación 4.3. Facilitar la innovación en nuevas técnicas de imagen y el acceso de los grupos de investigación en ECV a técnicas de imagen (humano/animal) aplicadas a la I+D+i, como las ofertadas desde la infraestructura europea Euro-BioImaging ERIC. Cobra especial interés la generación de grupos conjuntos entre personal investigador en ECV y la dirección científica de la plataforma ISCIII Biobancos y Biomodelos.

Recomendación 4.4. Fomentar el acceso a nuevas tecnologías ligadas a imagen molecular y otras tecnologías de biología estructural para potenciar la I+D+i en ECV, como las ofertadas desde INSTRUCT ERIC, potenciando además la innovación en este campo en asociación a la investigación en ECV.

Recomendación 4.5. Potenciar el desarrollo de nuevas tecnologías de mantenimiento de células, órganos y tejidos en biobancos. Especial interés tiene incorporar este tipo de actividades en las hojas de ruta de plataformas internacionales como BBMRI ERIC y en la plataforma ISCIII de Biobancos y Biomodelos.

Recomendación 4.6. Facilitar el acceso de los grupos de investigación en ECV a tecnologías de química médica avanzadas, que faciliten la validación y caracterización de dianas terapéuticas y desarrollo de proyectos de fisiología celular. Entre las plataformas europeas que prestan este tipo de servicios se encuentra EU-OPENSCREEN ERIC.

Recomendación 4.7. Promover la renovación de equipamiento tecnológico y el acceso a tecnologías y técnicas ómicas a los grupos de investigación en ECV. En este sentido, se recomienda entre otros, establecer cauces de comunicación con IMPaCT para aprovechar para la investigación en ECV la infraestructura en materia de medicina predictiva, ciencia de datos y medicina genómica.

Recomendación 4.8. Con el fin de favorecer tecnologías de aplicación a un mayor número de áreas prioritarias de investigación en ECV, potenciar especialmente el acceso becado a infraestructuras europeas y estatales que permitan mejorar la capacidad de tratamiento de la información, a plataformas de simulación y análisis de *big data* e inteligencia artificial y trabajar en permitir que las grandes cohortes prospectivas, como IMPaCT cohorte, soporten los estudios en ECV, con inclusión de variables de vida real. Asimismo, el acceso a los recursos bioinformáticos de la plataforma ELIXIR pueden revestir un importante valor para los grupos de investigación e ECV.

Eje 5. Establecer alianzas para potenciar la investigación e innovación responsable en ECV.

Recomendación 5.1. Promover el desarrollo de, al menos, un Informe C de la Oficina de Ciencia y Tecnología del Congreso de los Diputados, con representantes de sociedades científicas, personal y centros de investigación en ECV y representantes del ámbito del SNS y las entidades de pacientes.

Recomendación 5.2. Establecer una estrategia de participación conjunta entre representantes de la I+D+i en ECV, de la asistencia y de las

asociaciones de pacientes, para fomentar el desarrollo de proyectos que respondan a las necesidades de estos últimos. El papel de las y los pacientes en la I+D+i cardiovascular no ha de limitarse a la colaboración en el reclutamiento o la facilitación de datos y/o muestras, como tampoco debe limitarse a la difusión de resultados. Las entidades que representan a pacientes y familiares pueden aportar valor además en el diseño de los estudios, mediante la participación activa en proyectos de ciencia ciudadana o en el desarrollo de materiales para su colectivo, entre otros.

Recomendación 5.3. Generar un documento de consenso respecto a las mejores prácticas para integrar la dimensión de género en la investigación y la innovación cardiovascular, ya sea clínica, básica o traslacional.

Recomendación 5.4. Fomentar la participación de la comunidad científica en investigación e innovación cardiovascular en el aterrizaje de la Estrategia Nacional de Ciencia Abierta. Esta actividad es especialmente relevante si se desarrolla de forma colaborativa con el Instituto de Salud III, en calidad de ente gestor de la Acción Estratégica en Salud.

Eje 6. Impulsar la investigación clínica con medicamentos y dispositivos sanitarios en ECV.

Recomendación 6.1. Establecer una red nacional de investigación clínica en ECV con participación de profesionales de atención primaria y especializada, con el fin de incrementar la participación española en estudios de investigación clínica.

Recomendación 6.2. Dotar a esta red de una estructura, unos mínimos perfiles gestores y procedimientos de gestión ágiles, que permitan alcanzar indicadores óptimos en las variables principales de desempeño de los estudios clínicos. Más aún, cuando nos encontramos en un contexto altamente competitivo e internacional. Esta red debe contar con el apoyo de las y los profesionales de medicina familiar y comunitaria y resultar atractiva para ellos, dándoles la necesaria visibilidad. Podemos tomar como ejemplo las estructuras de red de otros países en otras patologías, en las que se establecen nodos centrales regionales en permanente comunicación con las unidades locales, y dotadas de recursos administrativos y técnicos para facilitar el desarrollo de estudios en sus patologías.

Recomendación 6.3. Promover la priorización de ensayos clínicos no comerciales en ECV a través de convocatorias específicas y soporte especializado y gratuito por parte de la plataforma ISCIII al efecto. Especialmente de aquellas áreas temáticas priorizadas que ya han sido comentadas.

Recomendación 6.4. Promover la innovación en diseños experimentales clínicos, con el fin de reducir el coste de las investigaciones clínicas en ECV (especialmente la de medicamentos) sin disminuir la seguridad de las y los sujetos de estudio ni la calidad y fiabilidad de los resultados obtenidos. Siguiendo las conclusiones expuestas por Warner *et al.* (2020)[36] se proponen a continuación recomendaciones específicas en esta materia.

Recomendación 6.5. Contar con la participación de las entidades representantes de las y los pacientes para desarrollar los nuevos diseños mencionados en la recomendación anterior y para establecer diseños de protocolos clínicos que, con base en la evidencia científica, mejoren los resultados en salud y el bienestar de las personas con ECV. se deben focalizar esfuerzos en mejorar la participación de los pacientes en el diseño de los estudios, incorporando puntos finales y resultados que sean significativos y permitan mejorar tanto el reclutamiento como las tasas de abandono de los pacientes.

Recomendación 6.6. Fomentar el empleo de las nuevas tecnologías para agilizar la recopilación de datos, reduciendo así el coste de los estudios y el tiempo necesario para su desarrollo.

Recomendación 6.7. Establecer foros de comunicación específicos entre la comunidad científica e innovadora en ECV, las entidades reguladoras y la industria farmacéutica y de dispositivos en ECV para diseñar estos nuevos protocolos de estudio.

Eje 7. Favorecer el traslado de resultados de la I+D+i a las y los pacientes.

Recomendación 7.1. Priorizar las innovaciones de valor en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las ECV en las ayudas establecidas por las entidades y organismos públicos y privados.

Recomendación 7.2. Favorecer el acceso de los proyectos de innovación en ECV a aceleradoras de innovación como la infraestructura europea EU-IBISBA o la plataforma ISCIII en esta materia.

Recomendación 7.3. Fomentar la movilidad entre el mundo científico-académico y el empresarial-industrial, a través de la suscripción de acuerdos y la generación de convocatorias de ayudas que contemplen lo indicado en el artículo 17 de la Ley de la Ciencia (Ley 17/2022, de 5 de septiembre). Asimismo, se recomienda realizar una labor de difusión de las posibilidades que en este sentido presenta la reciente reforma legislativa, entre el personal investigador en ECV.

Recomendación 7.4. Monitorizar y difundir al menos anualmente, tanto a personal clínico como a entidades representantes de las y los pacientes, las nuevas guías y mejores prácticas en materia de ECV. Esta difusión puede incluir entre otros medios la celebración de eventos conjuntos entre personal clínico, investigador y pacientes. Estos eventos se pueden hacer coincidir con las fechas relevantes de estas patologías (como días mundiales).

Eje 8. Establecer un observatorio de la I+D+i en ECV.

Recomendación 8.1. Promover el establecimiento de un observatorio estable de la I+D+i en ECV que permita valorar los progresos de esta actividad en nuestro país y sirva de apoyo para todos aquellos agentes (ya sean públicos o privados) con interés en promover la investigación e innovación cardiovascular.

Recomendación 8.2. Promover la participación española en el proyecto CardioScape de la Sociedad Europea de Cardiología, con el fin de que los datos recogidos por este mapa internacional de la I+D+i en ECV se mantengan actualizados.

Recomendación 8.3. Difundir y promover la participación de las entidades que desarrollan investigación clínica en ECV en el proyecto BEST de Farmaindustria, estableciendo colaboraciones entre el observatorio de la I+D+i en ECV y la citada Fundación que permitan emitir periódicamente informes sobre la situación de la investigación clínica en ECV y su comparación con otros Estados o regiones.

Recomendación 8.4. Establecer mecanismos de colaboración entre el observatorio y las entidades financiadoras de la I+D+i en España con el fin de poder ampliar el análisis de la actividad en ECV que desarrollan los grupos de investigación españoles, incluyendo su comparativa con otras disciplinas de interés. El alcance de estos acuerdos ha de incluir tanto a la actividad desarrollada en centros públicos como privados y se recomienda que incorpore indicadores sobre retornos obtenidos a través de fondos europeos.

Recomendación 8.5. Emitir anualmente informes del observatorio que además de incorporar los indicadores que se proponen en el siguiente apartado, puedan centrarse específicamente en aspectos especialmente relevantes en cada anualidad ligados a uno o más de los ejes que se proponen.

Indicadores del Observatorio de la I+D+i cardiovascular

INDICADORES PROPUESTOS

Con el fin de poder valorar el desempeño y los resultados de la presente estrategia, se proponen los siguientes indicadores.

Indicadores de procesos y resultados	Fuente
Epidemiología de las ECV	
Mortalidad de las ECV en Europa	EUROSTAT
Mortalidad de las ECV en España	EUROSTAT
Número de muertes debidas a las ECV en España (lugar de residencia y acontecimientos) por patologías ligadas a las ECV según sistema de clasificación estadístico internacional de enfermedades	EUROSTAT
Causas de muerte en España. Mujeres	INE
Causas de muerte en España. Hombres	INE
Evolución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en España. Variación anual total, mujeres y hombres	INE

Defunciones por causa de muerte en España. Total, mujeres y hombres	INE
APVP por causa de muerte en España. Total, mujeres y hombres.	INE
Factores de riesgo cardiovascular	
Envejecimiento de la población europea	INE
Distribución de sexos en la población europea	INE
Población española fumadora. Total, mujeres y hombres.	Informe anual del SNS
Prevalencia de la obesidad en España	Informe anual del SNS
Sedentarismo en la población española	Informe anual del SNS
Consumo diario de frutas y/o verduras en España por grupos de edad.	Informe anual del SNS
Prevalencia de la diabetes mellitus en España. Total, hombres y mujeres.	Informe anual del SNS
Prevalencia de la hipertensión arterial. Total, mujeres y hombres.	Indicadores clave del Sistema Nacional de Salud.
Impacto de las ECV en el SNS	
Tasa de morbilidad hospitalaria por 100.000 habitantes, según diagnóstico principal y Comunidad Autónoma de hospitalización.	INE
Altas hospitalarias según diagnóstico principal y sexo. Total, mujeres y hombres.	INE
Estancia media según diagnostico principal y sexo. Total, mujeres y hombres	INE
Coste de las ECV	
Coste medio APR según capítulos CIE10	Portal estadístico del SNS. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD
Coste medio APR según CATEGORÍAS cie10 96 A 121 individualizadas por servicio.	Portal estadístico del SNS. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD
Costes medios APR de las ECV en los servicios de angiología y cirugía vascular, cardiología, cirugía cardíaca y cirugía cardíaca infantil	Portal estadístico del SNS. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD
Número de CSUR en ECV	Listado de Centros, Servicios y Unidades de Referencia del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad.
Tendencias y políticas con efecto en la I+D+i en ECV	

Número de centros españoles en redes europeas de referencia.	European Commission. Public Health. European Reference Networks. Networks.
Número de iniciativas europeas en materia de I+D+i en salud con participación española y actividad específica en ECV.	
Número de informes en ECV.	Oficina de Ciencia y Tecnología del Congreso de los Diputados.
Número de otras actividades en ECV .	Oficina de Ciencia y Tecnología del Congreso de los Diputados.
Número de plazas MIR en las especialidades de angiología y cirugía vascular, cardiología y cirugía cardiovascular, oncología médica, neurología y total. Valor absoluto e incremento de plazas adjudicadas por periodos temporales.	Informe de distribución de las plazas MIR. Sindicato Médico Andaluz Granada.
Especialidad médica solicitada por la persona que obtuvo el número 1 en el examen MIR.	Informe de distribución de las plazas MIR. Sindicato Médico Andaluz Granada.
Número de aspirantes entre los 100 primeros de la promoción con plaza adjudicada en especialidades ligadas a las ECV.	Informe de distribución de las plazas MIR. Sindicato Médico Andaluz Granada.
Órdenes de prioridad de candidatos en las especialidades médicas de angiología y cirugía vascular, cardiología y cirugía cardiovascular.	Informe de distribución de las plazas MIR. Sindicato Médico Andaluz Granada.
Número de Comunidades Autónomas con estrategias específicas en ECV.	
Análisis de recursos y medios disponibles para la I+D+i en ECV	
Financiación comparada de las distintas áreas temáticas del CIBER. Total y financiación media por grupo de investigación.	Memoria anual Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red, CIBER.
Media de publicaciones de las distintas áreas temáticas del CIBER.	Memoria anual Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red, CIBER.
Financiación comprarada de CNIO, CNIC y CIEN.	Presupuestos Generales del Estado.
Número de proyectos de investigación en ECV que reciben apoyo de las plataformas e infraestructuras nacionales.	Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto de Salud Carlos III.
Número de proyectos de investigación en ECV que reciben apoyo de las Infraestructuras de Investigación europeas (RIs).	Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto de Salud Carlos III.

Número de proyectos en ECV en el marco de la iniciativa IMPaCT.	Instituto de Salud Carlos III.
Número de nuevas terapias en materia de ECV apoyadas desde el consorcio CERTERA.	Instituto de Salud Carlos III
Número de grupos de investigación e innovación en ECV en España. Valor total y distribución por áreas temáticas.	Institutos de Investigación Sanitaria. CSIC. CIBER. CNIC.
Distribución etaria y por sexo del personal implicado en proyectos y actividades de investigación e innovación financiadas en el marco de la Acción Estratégica en Salud.	Instituto de Salud Carlos III
Análisis de actividades en I+D+i	
Número de proyectos de I+D+i en ECV financiados en convocatorias estatales, según área ANECA, entidad financiadora, convocatoria, Comunidad Autónoma, Provincia.	Dirección General de Planificación de la Investigación. Secretaría General de Investigación. Ministerio de Ciencia e Innovación.
Financiación total y promedio de los proyectos en I+D+i en ECV financiados en convocatorias estatales, valor total y distribución según área ANECA, entidad financiadora, convocatoria, Comunidad Autónoma, Provincia.	Dirección General de Planificación de la Investigación. Secretaría General de Investigación. Ministerio de Ciencia e Innovación.
Número de entidades españolas en función del grado de financiación captada a través de proyectos de I+D+i en ECV.	Dirección General de Planificación de la Investigación. Secretaría General de Investigación. Ministerio de Ciencia e Innovación.
Comparativa del número de proyectos, tasa de éxito y financiación en función de las comisiones temáticas de evaluación en la Acción Estratégica en Salud.	Instituto de Salud Carlos III.
Número de proyectos de I+D+i en ECV con participación española financiados en convocatorias europeas, valor total y distribución según topic, rol de los participantes, número de participaciones por centro y Comunidad Autónoma.	Horizon Dashboard. CORDIS.
Coste total, contribución neta UE y contribución neta UE media de proyectos europeos en materia de ECV con participación española. Total y distribución por topic, centro y Comunidades Autónomas.	

Proyectos financiados en ECV y financiación total según países.	CardioScape
Número de ensayos clínicos en ECV con participación española, registrados. Valor total y distribución según tipología, tipo de intervención, fases, modelo de asignación, sistema de enmascaramiento, propósito primario, naturaleza del promotor y Comunidades Autónomas participantes.	ClinicalTrials.gov
Número de ensayos clínicos según principales códigos CIE10.	Farmaindustria, Proyecto BEST.
Número de ensayos clínicos según disciplinas en Europa.	Farmaindustria, Proyecto BEST.
Incremento de estudios clínicos por áreas terapéuticas en España en distintos periodos temporales.	Farmaindustria, Proyecto BEST.
Análisis de resultados de la I+D+i en ECV	
Producción científica en forma de artículos y revisiones. Incremento interanual. Distribución según cuartiles y primer decil, número de citas, acceso abierto, contribución española (corresponding), filiación de grupos cooperativos y subdisciplinas en ECV.	Web of Science (WoS).
Número de solicitudes de familias de patentes en materia de ECV. Total y distribución según tipología de la invención, distribución por Comunidades Autónomas, tamaño de las familias y tipo de solicitantes.	Global Patent Index (GIP). Oficina de Patentes Europea.
Opinión de las y los profesionales en I+D+i en ECV	
Barreras prioritarias para la I+D+i en ECV, en materia de RRHH, prioridades y políticas de investigación e innovación y sanitarias, colaboración público-privada y otras.	Cuestionario a personal investigador e innovador.
Áreas temáticas prioritarias en ECV no cubiertas actualmente o no de forma satisfactoria.	Cuestionario a personal investigador e innovador.
Disponibilidad de técnicas y tecnologías necesarias para la I+D+i en ECV.	Cuestionario a personal investigador e innovador.
Interdisciplinariedad necesaria para promover la I+D+i en ECV.	Cuestionario a personal investigador e innovador.

Anexo I: Cuestionario de opinión

CONTENIDO DEL CUESTIONARIO REALIZADO

Perfil del investigador/a.

1. Sexo (Obligatorio).
   - Hombre
   - Mujer
   - Prefiero no decir

2. Edad (Obligatorio).
   - Entre 24 y 30.
   - Entre 31 y 40.
   - Entre 41 y 50.
   - Entre 51 y 60.
   - Más de 60 años.

3. Por favor, seleccione la opción que se aproxime más a su perfil (Obligatorio).
   - Responsable o jefa/e de grupo.
   - Investigador/a independiente (responsable de líneas de investigación en el marco de un grupo de investigación en enfermedades cardiovasculares).
   - Investigador/a posdoctoral no incluido/a en las categorías anteriores.
   - Investigador predoctoral.
   - Tecnóloga/o
   - Otros (describir) _____

4. Por favor, indíquenos en qué tipo de investigación centra sus esfuerzos. Puede seleccionar más de una, si lo estima pertinente (Obligatorio).
   - Investigación básica
   - Investigación traslacional.
   - Investigación clínica.
   - Innovación tecnológica.
   - Innovación en procesos clínicos.
   - Otra (describir) _____

5. Por favor, seleccione las áreas temáticas en las que se centran sus investigaciones. Puede seleccionar más de una, si lo estima pertinente (Obligatorio).
   - Hemodinámica; cardiología intervencionista.
   - Cardiopatía isquémica; enfermedad coronaria
   - Imagen cardiaca.
   - Insuficiencia cardiaca.
   - Rehabilitación cardiaca.
   - Arritmia; ritmo cardiaco.
   - Cardiopatías congénitas; genética cardiovascular.
   - cardiopatías familiares.
   - Cardiología geriátrica.
   - Valvulopatías; patología aórtica.
   - Otros (describir) _____

6. ¿En qué tipo de centro desarrolla usted su actividad investigadora? Puede seleccionar más de una, si procede (Obligatorio).
   - Universidad.
   - Centro del CSIC.
   - CNIC.
   - Hospital.
   - Instituto de Investigación Sanitaria.
   - CIBER CV.
   - Empresa de Base Tecnológica.
   - Otros (describir) _____

7. Seleccione, por favor, la especialidad que le corresponde. En el caso en que esté realizando su periodo de residencia, marque la opción que corresponda a su especialidad y la opción "Residente" (Obligatoria).
   - Enfermería.
   - Biomedicina.
   - Biotecnología.
   - Ingeniería Biomédica.
   - Ciencias biológicas (biología, bioquímica, genética, etc.).
   - Ciencias químicas.
   - Ciencias físicas.
   - Ciencias exactas (matemáticas, estadística, matemática computacional, etc.).
   - Fisioterapia.
   - Medicina, especialidad en Cirugía Cardiovascular.
   - Medicina, especialidad en Angiología y Cirugía Vascular.
   - Medicina, especialidad en Cardiología.
   - Medicina Preventiva y Salud Pública.
   - Medicina Familiar y Comunitaria.
   - Medicina, especialidad en Geriatría.
   - Medicina Física y Rehabilitación.
   - Medicina, especialidad en Radiodiagnóstico.
   - Medicina, otras especialidades médicas.
   - Nanociencia y Nanotecnología.
   - Residente.

- Tecnologías informáticas y de la información (Informática, Bioinformática, Telecomunicaciones, Ciencia de Datos, Ciberseguridad, Computación, Inteligencia Artificial).
- Otras (describir) _____

8. En los últimos cinco años, ¿ha desarrollado usted alguno de estos roles?: (Obligatoria)
   → Investigador/a principal o coordinador de proyectos competitivos nacionales o internacionales, o bien en ensayos clínicos en enfermedades cardiovasculares (ECV).
   → Responsable de Empresas de Base Tecnológica o de infraestructuras de apoyo a la I+D+i en ECV.
   → Inventor/a de patentes u otras figuras de protección industrial.
   → Responsable directo de la prestación de servicios en una infraestructura de apoyo a la I+D+i en ECV.

   - Sí.
   - No.

Áreas prioritarias de investigación e innovación en ECV.

NOTA: Apartado a cumplimentar por aquellas personas que respondieron "Sí" en la pregunta 8 del bloque anterior).

9. Por favor, indique de entre las siguientes opciones, cuáles son las **tres temáticas** de I+D+i que no se están abordando actualmente en España o no suficientemente y que por su interés e impacto convendría impulsar. Para ello, asigne un número que represente la prioridad que usted le da, siendo "1" la mayor prioridad y "3" la menor. (Obligatoria).
   - Incrementar el conocimiento sobre los procesos biológicos y la fisiología de las ECV.
   - Diagnóstico temprano y de precisión de las ECV mediante imagen médica y herramientas digitales.
   - Tecnologías predictivas para identificación precoz e intervenciones en enfermedad cardiovascular aterosclerótica.
   - Fármacos de precisión ligados a avances en herramientas moleculares, genéticas, analíticas y terapéuticas.
   - Mejora de tratamientos en insuficiencia cardíaca crónica y fibrilación auricular.
   - Materiales, métodos y tecnologías de reparación del corazón y los vasos sanguíneos.
   - Mejora del conocimiento de las causas y mejores cuidados en enfermedades cardiovasculares raras.
   - Interacción de las ECV con otras patologías trasmisibles y no trasmisibles.
   - Microbioma y enfermedades cardiovasculares, efectos y regulación terapéutica.
   - Gemelos digitales para el desarrollo de tratamientos médicos, optimización de decisiones clínicas y mejora de resultados en salud.

- Big data/ machine learning para generar enfoques personalizados que cubran todo el viaje del paciente de ECVs, desde la prevención primaria hasta la rehabilitación y cuidados posteriores, con especial atención a los objetivos y resultados de interés para las personas pacientes y sus familiares.
- Estudios de retorno de la inversión en tratamientos y atención sanitaria basada en valor.
- Optimizar los cuidados paliativos y al final de la vida.
- Investigación e innovación en capacitación de pacientes y la población.
- Innovar en nuevas fórmulas eficaces de investigación e innovación en nuevas terapias con el fin de agilizar y reducir costes de los ensayos cardiovasculares sin reducir la seguridad de las personas.
- Evaluación de tecnologías sanitarias.
- Ensayos clínicos con dispositivos o medicamentos huérfanos o con bajo interés comercial.
- Epidemiología cardiovascular.
- Investigación en nuevas técnicas de gestión e innovación organizativa.

Tecnologías o técnicas necesarias para potenciar la I+D+i en ECV en las áreas seleccionadas.

NOTA: Apartado a cumplimentar por aquellas personas que respondieron "Sí" en la pregunta 8).

10. Teniendo en cuenta las áreas que ha priorizado anteriormente, por favor, indíquenos las **tres** técnicas o tecnologías de las que sería necesario disponer en España para poder desarrollar estas investigaciones. (Obligatorio).
    - Nuevas técnicas de imagen (humano/animal) aplicadas a la I+D+i.
    - Más y/o mejores modelos de enfermedad, incluyendo modelos *in silico*, *in vitro* y *ex vivo*.
    - Recursos microbianos y/o laboratorios de seguridad biológica.
    - Nuevas tecnologías ligadas a imagen molecular y otras tecnologías de biología estructural.
    - Tecnologías de química médica, que faciliten la validación y caracterización de dianas terapéuticas y desarrollo de proyectos de fisiología celular.
    - Desarrollo de técnicas o tecnologías ómicas.
    - Tecnologías ligadas a la producción y/o caracterización de materiales y sistemas.
    - Capacidad de biobancos.
    - Nuevas tecnologías de mantenimiento de células, órganos y tejidos en bancos.
    - Mejora de los datos asociados a las muestras.
    - Mejora de la representatividad de las muestras a la población y/o a las patologías de estudio.
    - Grandes cohortes prospectivas.
    - Inclusión de variables de vida real en los elementos de recogida de información (historia clínica electrónica, cohortes, etc.).
    - Mejorar la interoperabilidad de los recursos informáticos.
    - Mejora de las capacidades de almacenamiento de la información y disponibilidad de datos FAIR.

- Mejora de las capacidades de tratamiento de la información, plataformas de simulación, análisis de big data e inteligencia artificial.
- No me parece necesario implementar ninguna técnica o tecnología nueva o mejorada.

Otros recursos necesarios para potenciar la I+D+i en ECV en las áreas seleccionadas.

NOTA: Apartado a cumplimentar por aquellas personas que respondieron "Sí" en la pregunta 8).

11. ¿Considera necesario establecer alianzas con otras disciplinas para poder afrontar estas temáticas priorizadas? Indique por favor con cuál o cuáles. (Obligatorio)
    - Biomedicina.
    - Bioingeniería.
    - Biotecnología.
    - Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Innovación y Seguridad Alimentaria.
    - Ciencias biológicas (biología, bioquímica, genética, etc.).
    - Ciencias exactas (matemáticas, estadística, matemática computacional, etc.).
    - Ciencias físicas.
    - Ciencias químicas e ingeniería química.
    - Enfermería.
    - Farmacia.
    - Fisioterapia.
    - Ingeniería Biomédica.
    - Ingeniería Eléctrica.
    - Ingeniería de materiales.
    - Medicina, especialidad en Alergología.
    - Medicina, especialidad en Anestesiología y Reanimación.
    - Medicina, especialidad en Cirugía Pediátrica.
    - Medicina, especialidad en Endocrinología y Nutrición.
    - Medicina Familiar y Comunitaria.
    - Medicina, especialidad en Farmacología clínica.
    - Medicina Física y Rehabilitación.
    - Medicina, especialidad en Geriatría.
    - Medicina, especialidad en Hematología y Hemoterapia.
    - Medicina, especialidad en Inmunología.
    - Medicina Intensiva.
    - Medicina Interna.
    - Medicina, especialidad en Nefrología.
    - Medicina Nuclear.
    - Medicina, especialidad en Obstetricia y Ginecología.
    - Medicina, especialidad en Oncología Médica.
    - Medicina, especialidad en Oncología Radioterápica.
    - Medicina Preventiva y Salud Pública.
    - Medicina, especialidad en Pediatría y sus Áreas Específicas.
    - Medicina, especialidad en Psiquiatría.

- Medicina, especialidad en Radiodiagnóstico.
- Medicina, especialidad en Reumatología.
- Medicina, especialidad en Urología.
- Medicina, otras especialidades médicas.
- Nanociencia y Nanotecnología.
- Tecnologías Industriales, diseño industrial y desarrollo de producto, automática.
- Tecnologías informáticas y de la información (Informática, Bioinformática, Telecomunicaciones, Electrónica, Ciencia de Datos, Ciberseguridad, Computación, Inteligencia Artificial, Telemática).
- No lo considero necesario.

Principales barreras para la I+D+i en enfermedades cardiovasculares (ECV).

12. Por favor, seleccione las que en su opinión son las principales barreras a las que se enfrenta la I+D+I en enfermedades cardiovasculares, en los distintos apartados. Puede seleccionar tantas como considere. (Obligatorio marcar al menos una opción).

12.1. Relacionadas con los recursos humanos.
- Proximidad del momento de relevo generacional.
- Falta de estrategias para fomentar un relevo generacional que no impacte negativamente en la I+D+i.
- Falta de interés de los nuevos profesionales clínicos (incluyendo residentes) en la I+D+i.
- Falta de interés del alumnado en educación universitaria por la I+D+i.
- Otros (describir)_____

12.2. Relacionadas con las políticas y prioridades de los gobiernos y administraciones de investigación.
- Falta de financiación para la I+D+i en ECV.
- Falta de infraestructuras de apoyo a la I+D+i modernas y/o su accesibilidad.
- Falta de incentivos a la carrera profesional eficaces en la I+D+i.
- Falta de mecanismos efectivos para facilitar la movilidad entre centros, regiones y/o estados del personal investigador o/e innovador.
- Falta de mecanismos efectivos para favorecer la colaboración entre disciplinas en la I+D+i.
- Falta de mecanismos eficaces que permitan la movilidad entre el sector académico y el empresarial/industrial.
- Otros (describir)_____.

12.3. Relacionadas con las políticas y prioridades de los gobiernos y administraciones sanitarias.
- Alta presión asistencial.
- Falta de priorización de la I+D+i en el ámbito clínico.
- Falta de espacios apropiados para desarrollar la I+D+i.
- Falta de incentivos reales a la I+D+i en el ámbito de centros sanitarios.

- Falta de mecanismos efectivos para favorecer la traslación de las innovaciones generadas a la práctica clínica.
- Dificultades para incorporar perfiles no clínicos a los centros sanitarios, en condiciones que faciliten el desarrollo de su trabajo (acceso a datos, espacios, etc.).
- Otros (describir)_____.

12.4. Relacionadas con las prioridades de otros agentes
- Poco interés de la industria farmacéutica en el desarrollo de estudios en España.
- Poco interés de la industria de dispositivos médicos en el desarrollo de estudios en España.
- Un tejido industrial en España con muy bajo porcentaje de empresas investigadoras y desarrolladoras.
- Otros (describir)_____.

Roles desarrollados en los proyectos en ECV

13. ¿Qué rol desarrolla usted en los proyectos en ECV que ha realizado en los últimos cinco años? (Obligatorio).

- Investigador/a coordinador en proyectos competitivos internacionales.
- Investigador/a principal en proyectos competitivos internacionales, no incluidos en el punto anterior.
- Investigador/a colaborador en proyectos competitivos internacionales.
- Investigador/a coordinador en proyectos competitivos nacionales.
- Investigador/a principal en proyectos competitivos nacionales, no incluidos en el punto anterior.
- Investigador/a colaborador/a en proyectos competitivos nacionales.
- Investigador/a principal en otros proyectos competitivos.
- Investigador/a colaborador/a en otros proyectos competitivos.
- Investigador/a principal en ensayos clínicos.
- Investigador/a colaborador/a en ensayos clínicos.
- Responsable de Empresa de Base Tecnológica.
- Inventor/a de patentes u otras figuras de protección industrial.
- Responsable de infraestructura de apoyo a la I+D+i (plataforma, unidad o servicio de apoyo que presta servicios a la comunidad investigadora).
- Responsable directo de la prestación de servicios en una infraestructura de apoyo a la I+D+i.
- No ha desarrollado proyectos en los últimos cinco años.

Muchas gracias por su colaboración.

Indique a continuación, cualquier comentario o aclaración que considere de interés para el proyecto.

ANÁLISIS DEL PERFIL DE LOS ENCUESTADOS QUE RESPONDIERON AL CUESTIONARIO.

Se recibieron un total de 107 respuestas al cuestionario entre los días 22 de junio y 6 de julio. Las personas que respondieron son mayoritariamente hombres de entre 51 y 60 años.

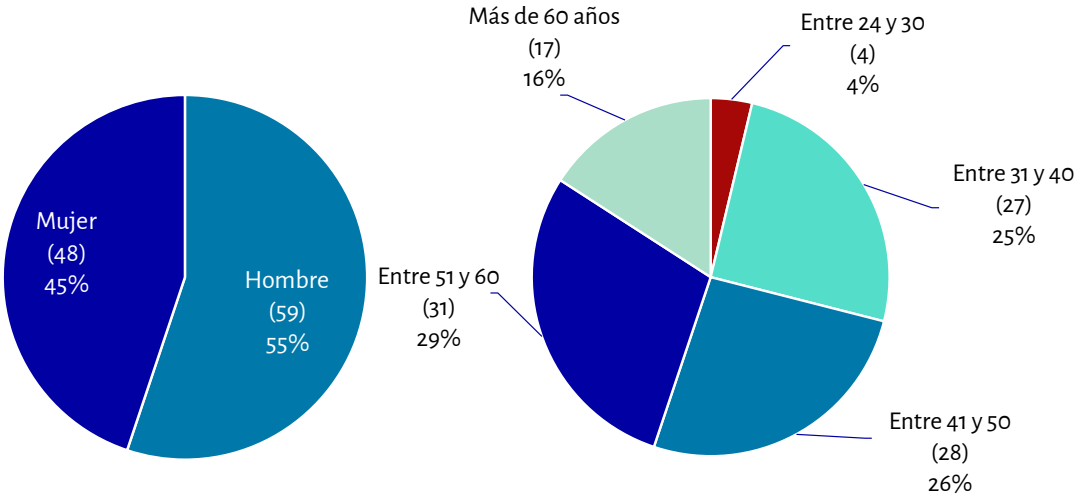


Imagen 120.- Perfil etario y de sexo de las personas que respondieron al cuestionario.

Desarrollan mayoritariamente su labor en hospitales (69) o Institutos de Investigación Sanitaria (57).

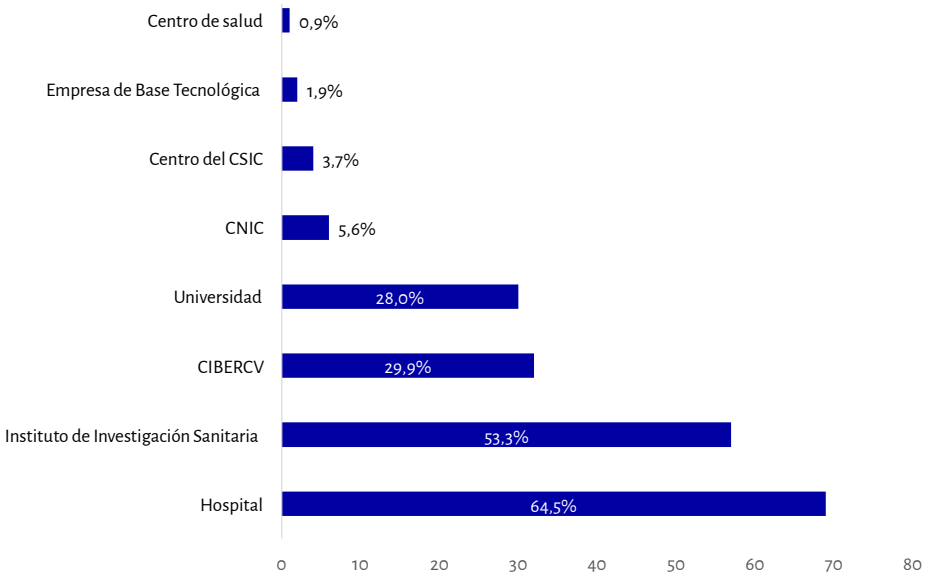


Imagen 121.- Centro en el que desarrollan su actividad las personas que respondieron al cuestionario.

La mayoría combinan su actividad en varios centros (61). Así, el 14% (15) son personal de hospitales incorporados a los Institutos de Investigación sanitaria. Las y los profesionales que desde la universidad participan en estos Institutos representan el 5% del total (5). Del

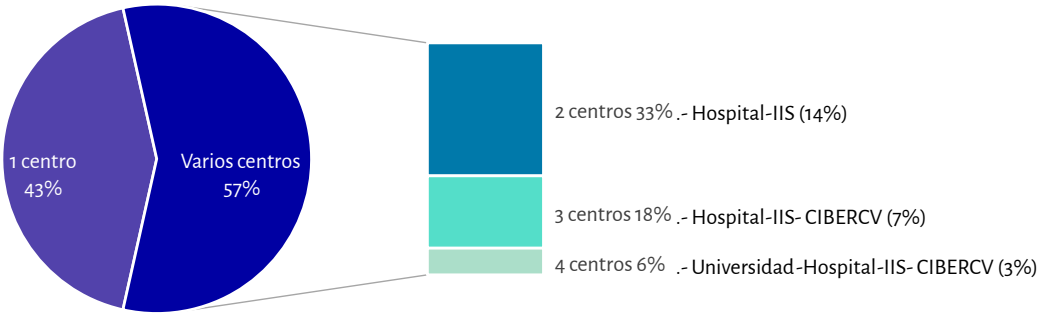


Imagen 122.- Porcentaje de participación en centros de las personas que respondieron al cuestionario, según si pertenecen a un único centro o a varios.

18% que compaginan su actividad en tres centros, son mayoría aquellas personas que trabajan en los IIS y el hospital y están adscritos al CIBERCV. Las y los investigadores que declaran pertenecer a cuatro centros, son mayoritariamente personal de la universidad, los hospitales, IIS y CIBERCV.

El personal del CNIC que respondió al cuestionario es minoritario (4 personas), como lo es el personal del CSIC de Empresas de Base Tecnológica (EBT) o de centros de salud. Las dos personas que declararon trabajar en EBT pertenecen ambas al ámbito académico dentro además de CIBERCV. Una de ellas desarrolla también su labor en un centro asistencial (hospital).

Las y los profesionales que respondieron ocupan prioritariamente la posición de responsable de grupo o investigador/a independiente, entendido como aquella persona



Imagen 123.- Tipologías del personal que respondió al cuestionario.

que lidera líneas o proyectos dentro de un grupo de I+D+i en enfermedades cardiovasculares.

En cuanto al tipo de investigación en la que centra su actividad, se trata mayoritariamente de investigación clínica y/o traslacional.

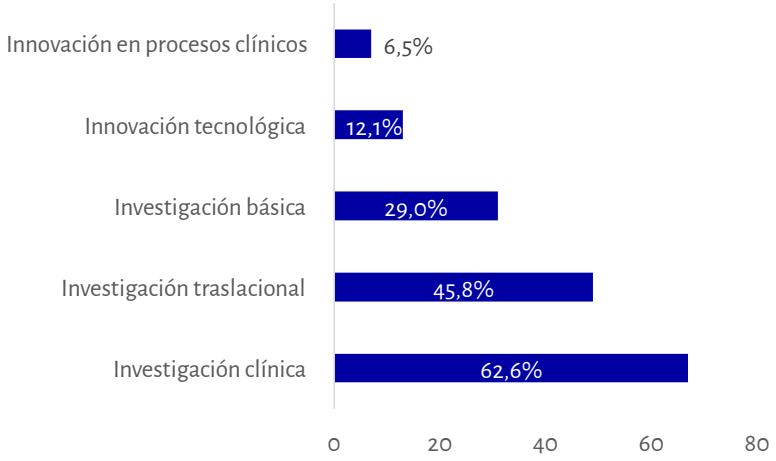


Imagen 124.- Porcentaje de personas que respondieron al cuestionario en función del tipo de investigación realizada.

En particular, las personas que respondieron al cuestionario se centran preferentemente en la investigación clínica. Así 36 personas (34% del total) sólo realizan esta actividad. Le siguen aquellas que focalizan sus esfuerzos en desarrollar investigaciones básicas y traslacionales (16, el 15%), y las que se centran sólo en investigación traslacional o las que combinan la clínica con traslacional (12 en ambos casos, es decir, el 11%). Cabe destacar que las personas que afirmaron dedicarse a la innovación (17, el 16%), lo hacen habitualmente junto con la investigación clínica, en ocasiones combinada con la traslacional, con un mayor peso de la innovación tecnológica respecto a la innovación en procesos clínicos.

Las y los médicos con la especialidad de cardiología representan al 40% de la muestra (43 personas entre las que se incluye un perfil que cursa su residencia), seguidos por aquellos con titulaciones en biomedicina (26), ciencias biológicas (16) y otras especialidades médicas (11). El personal con titulaciones en el campo de la biotecnología o la enfermería representan en ambos casos el 5% del total (5 personas en cada caso).

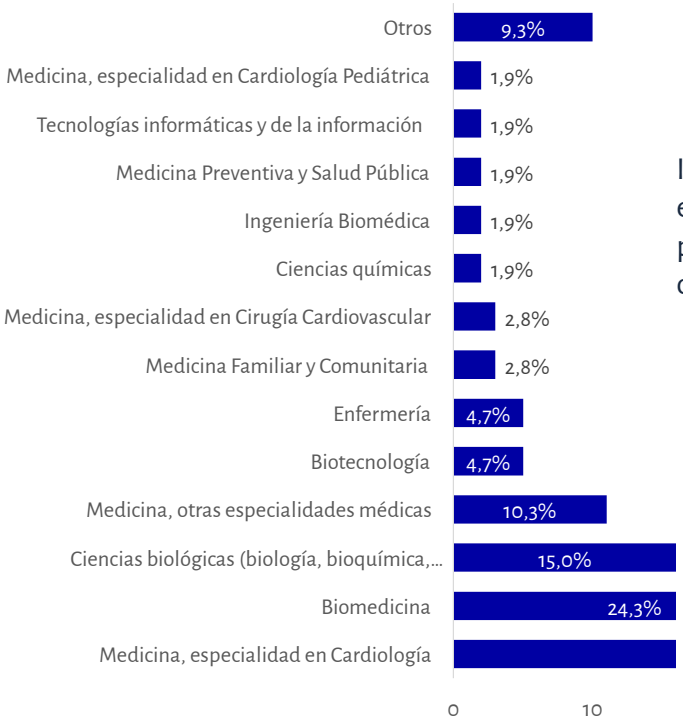


Imagen 125.- Disciplinas y especialidades cursadas por las personas que respondieron al cuestionario.

Las titulaciones minoritarias (seleccionadas por una única persona e incluidas en la categoría "Otros") incluyen un perfil sin definir y las siguientes disciplinas:

- Anestesiología.
- Ciencias exactas (matemáticas, estadística, etc.).
- Economía de la Salud.
- Farmacología.
- Medicina Interna.
- Medicina, especialidad en Bioquímica Clínica.
- Medicina, especialidad en Medicina Nuclear.
- Medicina, especialidad en Radiodiagnóstico.
- Veterinaria.

El área temática al que se dirige su trabajo investigador es prioritariamente la insuficiencia cardíaca (47, el 44%), seguida de la cardiopatía isquémica/ enfermedad coronaria (41, el 38%) y las arritmias o el estudio del ritmo cardíaco (22, 21%). En cuarta posición se coloca la investigación e innovación en imagen cardíaca (19, el 18%), seguida de las valvulopatías/ patología aórtica (17, 16%). Si tomamos de forma conjunta el número de perfiles que se dedican a las cardiopatías familiares, congénitas o a genética de las ECV, asciende a 30, posicionándose en tercer lugar (el 28% del total). Casi el 20% han optado por otras 22 subdisciplinas que han resultado ser minoritarias (a las que se dedican no más de tres personas de las que respondieron a la encuesta).

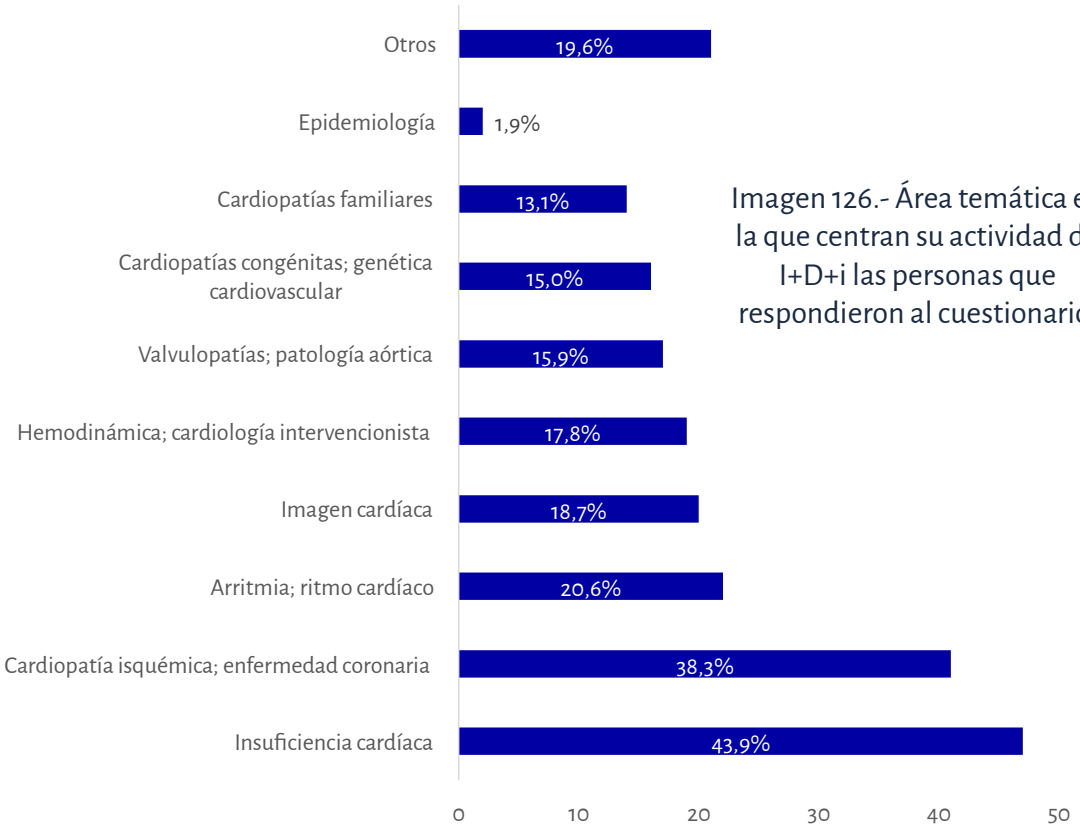


Imagen 126.- Área temática en la que centran su actividad de I+D+i las personas que respondieron al cuestionario.

En la siguiente tabla se muestran las áreas temáticas en las que declaran trabajar las personas que respondieron al cuestionario y que han sido incluidas en la categoría "Otros". Se marcan con asterisco aquellas que sólo se abordan en conjunción con otras áreas temáticas en todos los casos.

Otras áreas temáticas	Núm. personas	Otras áreas temáticas	Núm. personas
Aterosclerosis/ aterosclerosis y otras alteraciones vasculares/ remodelado vascular patológico (aterosclerosis, aneurisma)	3	Medicina predictiva. Gestión consulta entre Cardiología y Atención Primaria	1
Epidemiología	2	Biología vascular	1
Hipertensión/ hipertensión y factores de riesgo CV	2	Fisiopatología vascular	1
Cardiología geriátrica*	1	Riesgo cardiovascular y síndrome metabólico	1
Cuidados críticos cardiovasculares*	1	Disfunción endotelial*	1
Interacción cardiorrenal*	1	Endocarditis*	1

Otras áreas temáticas	Núm. personas	Otras áreas temáticas	Núm. personas
Cardiotoxicidad*	1	Cardiomiopatía inflamatoria*	1
Evaluación económica	1	Farmacología	1
Asistencia circulatoria mecánica*	1	Dislipemia. Enfermedad CV.*	1
Calidad de vida relacionada con la salud*	1	Total	23

Tabla 48.- Áreas temáticas en las que centran su actividad las personas que respondieron al cuestionario y que han sido incluidas en la temática "Otros" en la imagen anterior.

Cabe destacar que el 61% de todas las personas que respondieron al cuestionario (65) han desarrollado en los últimos cinco años alguna/s de las siguientes funciones:

- Investigador/a principal o coordinador/a de proyectos competitivos nacionales o internacionales, o bien en ensayos clínicos en enfermedades cardiovasculares (ECV).
- Responsable de Empresas de Base Tecnológica o inventor/a de patentes u otras figuras de protección industrial.
- Responsable de infraestructuras de apoyo a la I+D+i en ECV o responsable directo de la prestación de servicios en una de ellas.

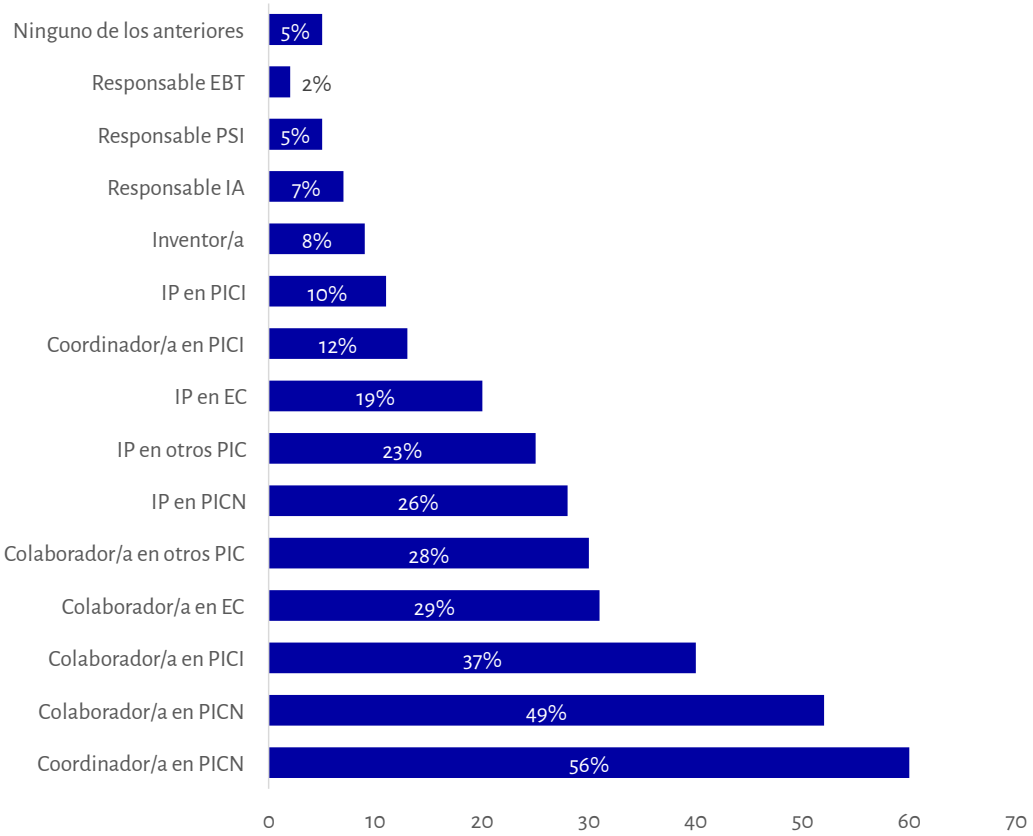


Imagen 127.- Roles desarrollados en los últimos cinco años por las personas que respondieron al cuestionario.

El 86% (92) realizaron labores de coordinación, liderazgo o colaboración en proyectos de investigación competitivos (PIC) nacionales (PICN), el 50% (54) coordinaron, lideraron o colaboraron en proyectos de investigación competitivos internacionales (PICI) y el 42% (45 personas) participaron como investigador/a principal (IP) o colaborador/a en otros proyectos competitivos.

Un total de 40 profesionales (37%) participaron en ensayos clínicos, nueve (el 8%) ejercieron de responsables de infraestructura de apoyo a la I+D+i en ECV -plataformas, unidades o servicios de apoyo que prestan servicios a la comunidad investigadora- o fueron responsables directos de la prestación de servicios por estas infraestructuras (Responsable IA o PSI respectivamente). Por último, también nueve personas (8%) se declaran inventoras/es e patentes u otras figuras de protección industrial o responsables de empresas de base tecnológica (EBT) y un 5% (cinco profesionales) no ejercieron ninguno de estos roles en los últimos cinco años.

Anexo II: Comparativa de las subdisciplinas en ECV

Subdisciplinas analizadas	Prioridad SNS	Núm. PI estatales	€ total estatal	€ media estatal*	Publicaciones		% Q1	% D1	% Q3-Q0	Citas totales	Citas media
Insuficiencia Cardíaca (INSC).	Sí	1ª	1ª	4ª	3.796	2ª				2ª (104.130)	5ª (27,43)
Arritmias, Ritmo Cardíaco (AR).	Sí	3ª	2ª	2ª	5.332	1ª				1ª (121.707)	7ª (22,83)
Cardiopatía Isquémica, Enfermedad Coronaria (CIEC).	Sí	4ª	4ª	5ª	2.542	3ª				3ª (100.910)	3ª (39,70)
Cardiopatías Congénitas (CC).		9ª	9ª	9ª	1.040	5ª				6ª (22.077)	8ª (21,23)
Cardiopatías Familiares (CF).		10ª	10ª	10ª	191	9ª	1ª (49%)			8ª (8.635)	2ª (45,21)

Subdisciplinas analizadas	Prioridad SNS	Núm. PI estatales	€ total estatal	€ media estatal*	Publicaciones		% Q1	% D1	% Q3-Q0	Citas totales	Citas media
Hemodinámica, Cardiología Intervencionista (HCI).		5ª	6ª	3ª	585	7ª			1ª (50%)	9ª (5.101)	10ª (8,72)
Imagen Cardíaca (IC).		6ª	5ª	1ª	1.065	4ª		2ª (32%)		4ª (25.382)	6ª (23,83)
Rehabilitación Cardíaca (REH).		8ª	8ª	8ª	334	8ª	1ª (49%)	3ª (31%)		5ª (24.055)	1ª (72,02)
Riesgo Cardiovascular (RC).		2ª	3ª	6ª	S/I						
Valvulopatía, Patología Aórtica (VPA).	Sí	7ª	7ª	7ª	846	6ª			2ª (43%)	7ª (14.077)	9ª (16,64)
Cardiología geriátrica		S/I	S/I	S/I	42	10ª	3ª (48%)	1ª (36%)	3ª (38%)	10ª (1.562)	4ª (37,19)
Área general (AG, sin subclasificaciones).		1ª	1ª	4ª	S/I						

Tabla 49.- Comparativa resumen de las distintas subdisciplinas en I+D+i en ECV, en la que se muestran con ordinales la posición que ocupa cada una de ellas en las principales variables analizadas, incluyendo el grado de prioridad estatal asignado, la financiación de proyectos competitivos a nivel estatal, citas totales y cita media por proyecto.

* Financiación media estatal por proyecto concedido. S/I: Sin información disponible.
Se señalan únicamente las tres primeras posiciones respecto al porcentaje de artículos y revisiones en primer cuartiles y deciles.

Anexo III: Índice de tablas e imágenes

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Causas de muerte en España 2018-2020. INE. 11

Tabla 2.- Causa de muerte en España. 2018-2022. Mujeres. INE. 12

Tabla 3. Causa de muerte en España. 2018-2022. Hombres. INE. 13

Tabla 4.- Defunciones por causa de muerte. Años 2018-2022. INE. 16

Tabla 5.- Años potenciales de vida perdidos por causa de muerte (capítulos CIE10). INE. 17

Tabla 6.- Años potenciales de vida perdidos (número medio) por causa de muerte (CIE10). INE. 18

Tabla 7.- Tasas de Morbilidad Hospitalaria por 100.000 habitantes según el diagnóstico principal. 2021. INE. 22

Tabla 8.- Altas hospitalarias según diagnóstico principal y sexo. 2021. INE. 25

Tabla 9.- Altas hospitalarias según diagnóstico principal. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021. INE. 26

Tabla 10.- Estancia media según el sexo y el diagnóstico principal. 2021. INE. 27

Tabla 11.- Estancia media según diagnóstico principal. 2021. Enfermedades del sistema circulatorio. INE. 27

Tabla 12.- Coste medio APR 2021 según capítulos CIE10. Ministerio de Sanidad. Subdirección General de Información Sanitaria. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD. 29

Tabla 13.- Desglose por servicios del coste medio APR 2021 según categorías CIE10 96 a121. Ministerio de Sanidad. Subdirección General de Información Sanitaria. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD. 31

Tabla 14.- CSUR en enfermedades cardiovasculares 2023. N: niñas/os. A: personas adultas. 34

Tabla 15.- Participación española en ERN-GUARD-Heart. 41

Tabla 16.- Registros de condiciones específicas ERN-GUARD-Heart, entidad y país que lo lidera. 42

Tabla 17.- Participación española en ERN VASCERN. 43

Tabla 18.- Participación española en TransplantChild. 44

Tabla 19.- Participación española en ERA4Health. 46

Tabla 20.- Relación de Informes C publicados o en proceso. Oficina C. 54

Tabla 21.- Comparativa del incremento plazas adjudicadas 2018-2022. 60

Tabla 22.- Especialidades solicitadas por la persona que obtuvo el número 1 en el examen MIR por años. 61

Tabla 23.- Diez centros elegidos en primer lugar para desarrollar la formación sanitaria especializada en las tres especialidades relacionadas con las ECV 62

Tabla 24.- Áreas temáticas CIBER. 65

Tabla 25.- Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares. 69

Tabla 26.- Número de participaciones en las plataformas ISCIII. 74

Tabla 27.- Relación de instituciones que participan en al menos 10 proyectos en ECV, en orden descendiente de participación 97

Tabla 28.- Relación de entidades que captaron más de 1,5 millones de euros para el desarrollo de proyectos en ECV en convocatorias competitivas de ámbito estatal financiadas por organismos públicos. Se muestra orden, nombre de la entidad y financiación total captada en millones de euros. 107

Tabla 29.- Relación de entidades que captaron más de 1,5 millones de euros para el desarrollo de proyectos en ECV en convocatorias competitivas de ámbito estatal financiadas por organismos públicos. Se muestra orden, nombre de la entidad y financiación promedio captada en miles de euros. 108

Tabla 30.- Listado de entidades que acumulan 3 o más participaciones en proyectos europeos iniciados en 2018-2022. 112

Tabla 31.- Topic que en conjunto suponen el 60% de la contribución neta UE a proyectos de investigación e innovación en ECV. 118

Tabla 32.- Topic que torgaron la mayor contribución neta media UE a proyectos de investigación e innovación en ECV. 120

Tabla 33.- Relación de entidades que lograron una mayor contribución neta UE. 121

Tabla 34.- Revistas en las que más artículos y revisiones se publican, en cada subdisciplina. 148

Tabla 35.- Diez revistas que publican un mayor número de subdisciplinas. 149

Tabla 36.- listado de entidades que solicitaron al menos dos patentes sobre ECV en el periodo analizado.. 155

Tabla 37.- Barreras identificadas que se agrupan en el apartado “Otras barreras”. 158

Tabla 38.- Áreas temáticas y patologías en las que se centran las investigaciones del Departamento de Ciencias Cardiovasculares y Metabólicas de la Clínica Cleveland ligadas a las ECV. 167

Tabla 39.- Áreas temáticas del departamento de Ingeniería Biomédica de la Clínica Cleveland relacionadas con las ECV. 168

Tabla 40.- Líneas de investigación en materia de cardioncología de la Clínica Mayo. 169

Tabla 41.- Líneas de investigación relacionadas con las ECV en la Fundación para la Innovación en Cardiometabolismo y Nutrición (IHU-ICAN) del Hospital Pitiè-Salpètrière. 173

Tabla 42.- Número de grupos de investigación en ECV en los distintos Institutos de Investigación Sanitaria acreditados. 180

Tabla 43.- Relación de grupos de investigación en ECV en los centros del CSIC. 187

Tabla 44.- Registros SEC. 192

Tabla 45.- Áreas de investigación a priorizar con indicación del número de respuestas priorizando a cada una de ellas y con desglose de la magnitud de prioridad (número de votos como primera, segunda o tercera prioridad). 197

Tabla 46.- Tecnologías necesarias (columnas) para cada una de las áreas priorizadas (filas) con indicación del número de personas que las seleccionaron. 202

Tabla 47.- Disciplinas y especialidades con las que establecer prioritariamente colaboraciones, con indicación del número de personas que las priorizaron y el porcentaje que representan frente al total de respuestas. 205

Tabla 48.- Áreas temáticas en las que centran su actividad las personas que respondieron al cuestionario y que han sido incluidas en la temática "Otros" en la imagen anterior. 235

Tabla 49.- Comparativa resumen de las distintas subdisciplinas en I+D+i en ECV, en la que se muestran con ordinales la posición que ocupa cada una de ellas en las principales variables analizadas, incluyendo el grado de prioridad estatal asignado, la financiación de proyectos competitivos a nivel estatal, citas totales y cita media por proyecto. 238

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen 1.- Porcentaje de muertes (por país de residencia y acontecimientos) debidas a las enfermedades cardiovasculares en la Unión Europea 27 entre 2016 y 2020. EUROSTAT. 9

Imagen 2.- Muertes debidas a las enfermedades cardiovasculares en España (país de residencia y acontecimientos) entre 2016 y 2020, según sistema de clasificación estadístico internacional de enfermedades. EUROSTAT..... 10

Imagen 4.- Evolución de la mortalidad en 2018-2022. Causas de muerte. INE.....13

Imagen 3.- Evolución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio. Periodo 2018-2022. INE 14

Imagen 5.- Evolución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según sexo. Periodo 2018-2022. INE.....14

Imagen 6.- Defunciones por causa de muerte. Años 2018-2022. INE.....15

Imagen 7.- Años potenciales de vida perdidos por causa de muerte (CIE10) y sexo. INE. 17

Imagen 8.- Años potenciales de vida perdidos (número medio) por causa de muerte (CIE10) y sexo. INE. 19

Imagen 9.- Principales factores de riesgo cardiovascular[3]. 19

Imagen 10.- Tasas de Morbilidad Hospitalaria por 100.000 habitantes según el diagnóstico principal. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021. INE. 22

Imagen 11.- Tasas de Morbilidad Hospitalaria por 100.000 habitantes según el diagnóstico principal y Comunidad Autónoma de hospitalización. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021 (1). INE. 23

Imagen 12.- Tasas de Morbilidad Hospitalaria por 100.000 habitantes según el diagnóstico principal y Comunidad Autónoma de hospitalización. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021 (2). INE. 24

Imagen 13.- Altas hospitalarias según sexo y diagnóstico principal. Enfermedades del sistema circulatorio. 2021. INE. 26

Imagen 14.- Estancia media según el sexo y el diagnóstico principal. 2021. Enfermedades del sistema circulatorio. INE 28

Imagen 15.- Evolución de los costes medios APR de las ECV en los servicios de angiología y cirugía vascular, cardiología, cirugía cardíaca y cirugía cardíaca infantil.. Ministerio de Sanidad. Subdirección General de Información Sanitaria. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD. 31

Imagen 16.- Número de CSUR en enfermedades cardiovasculares por Comunidades Autónomas. 32

Imagen 17.- Áreas temáticas ERN-GUARD-Heart. 41

Imagen 18.- Patologías vasculares multisistémicas raras ERN VASCERN. 43

Imagen 19.- Áreas de trabajo TransplantChild. 45

Imagen 20.- Estados Miembro participantes. Número de entidades asociadas en cada estado. 46

Imagen 21.- Distribución de plazas MIR adjudicadas en 2013-2022 en especialidades relacionadas con las ECV 58

Imagen 22.- Evolución del número de plazas adjudicadas entre 2018 y 2022 por especialidades ligadas a las ECV. 59

Imagen 23.- Comparativa temporal del incremento plazas adjudicadas 2018-2022. 60

Imagen 24.- Comparativa porcentual del incremento plazas adjudicadas 2018-2022. 60

Imagen 25.- Financiación comparada de las distintas áreas temáticas de CIBER en 2022. 66

Imagen 26.- Comparativa de la financiación de las tres fundaciones del Instituto de Salud Carlos III en 2023. 66

Imagen 27.- Ejes estratégicos y líneas estratégicas trasversales de la infraestructura IMPaCT. 76

Imagen 28.- Evolución temporal de las ESFRI. 79

Imagen 29.- Distribución de infraestructuras ESFRI por área de conocimiento. 79

Imagen 30.- Iniciativas ESFRI en el campo de la Biomedicina. 80

Imagen 31.- Áreas ANECA en las que se agrupan los proyectos de investigación en ECV analizados. 91

Imagen 32.- Áreas temáticas en ECV de los proyectos analizados. 92

Imagen 33.- Entidades financiadoras según número de proyectos financiados. 93

Imagen 34.- Convocatorias financiadoras de los proyectos analizados. 94

Imagen 35.- Evolución del número de proyectos en ECV financiados. 94

Imagen 36.- Distribución geográfica de los centros solicitantes de los proyectos en ECV analizados, según Comunidades Autónomas. 95

Imagen 37.- Distribución geográfica de los centros solicitantes de los proyectos en ECV analizados, según Provincias. 96

Imagen 38.- Financiación TOTAL según área ANEP (2017-2021). 98

Imagen 39.- Financiación media según área ANEP por solicitante (2017-2021). 99

Imagen 40.- Financiación total y media por áreas ligadas a la I+D+i en ECV. 100

Imagen 41.- Financiación total y media de proyectos en ECV según convocatoria. 101

Imagen 42.- Financiación total y financiación media por proyecto, según entidad financiadora. 101

Imagen 43.- Desglose de las convocatorias de menor importe, señaladas como “Otras” en el gráfico anterior. 102

Imagen 44.- Evolución temporal de la financiación total y media a proyectos de investigación en ECV. 103

Imagen 45.- Financiación total por Comunidades Autónomas (millones de euros) 103

Imagen 46.- Financiación media de proyectos en ECV por comunidades autónomas. 104

Imagen 47.- Financiación total y media por proyectos en ECV según provincia. 105

Imagen 48.- Número de entidades solicitantes según grado de financiación captada. 106

Imagen 49.- Número de proyectos que financian en los distintos *topic*. 109

Imagen 50.- Número de proyectos financiados en los principales *topic*. 109

Imagen 51.- Evolución temporal del número de proyectos de investigación en ECV financiados en Europa en función del año de inicio. 110

Imagen 52.- Evolución temporal del número de proyectos de investigación en ECV financiados en Europa en función del año de firma del acuerdo de financiación. 110

Imagen 53.- Rol de los participantes en proyectos europeos en ECV. 111

Imagen 54.- Número de participaciones de los centros españoles en proyectos europeos en ECV. 111

Imagen 55.- Distribución geográfica de los roles de los participantes en proyectos europeos financiados en ECV. 113

Imagen 56.- Evolución temporal de la participación en proyectos europeos en ECV según Comunidades Autónomas. 114

Imagen 57.- Evolución de la contribución neta de la UE y los costes totales de los proyectos en ECV con acuerdos de financiación suscritos entre 2017 y 2022. 115

Imagen 58.- Evolución temporal de la contribución neta media europea, el coste medio de los proyectos en ECV y el número de proyectos firmados. 116

Imagen 59.- Distribución de la contribución neta UE y el coste total de proyectos financiados en ECV por Comunidades Autónomas. 116

Imagen 60.- Distribución de la contribución neta media UE y el coste medio de proyectos financiados en ECV por Comunidades Autónomas. 117

Imagen 61.- Datos CardioScape sobre número de proyectos en ECV financiados entre 2010 y 2019 y cuantía global empleada (millones de euros). 121

Imagen 62.- Evolución de estudios clínicos iniciados en España en 2018-2022. 123

Imagen 63.- Tipología de estudios clínicos por anualidades. Periodo 2018-2022. 123

Imagen 64.- Volumen de estudios atendiendo al tipo de intervención. 124

Imagen 65.- Evolución temporal del tipo de intervenciones de los estudios clínicos que se iniciaron en España entre 2018 y 2022. 125

Imagen 66.-Análisis de las fases de los estudios clínicos en España. Número total y evolución por anualidades. 126

Imagen 67. Número de estudios según modelo de asignación en estudios intervencionales. 127

Imagen 68.- Número de proyectos según sistema de enmascaramiento. 127

Imagen 69.- Número de estudios en función de su propósito primario. 128

Imagen 70.- Número de estudios en función de la entidad promotora. 128

Imagen 71.- Participación de las distintas Comunidades Autónomas en los estudios clínicos en ECV analizados. 129

Imagen 72.- Evolución temporal de los estudios clínicos en las distintas Comunidades Autónomas. 130

Imagen 73.- Número de ensayos clínicos según principales códigos CIE10. Fuente: Farmaindustria, Proyecto BEST. 131

Imagen 74.- Número de ensayos clínicos según disciplinas en Europa. Fuente: Farmaindustria. Proyecto BEST. 131

Imagen 75.- Evolución del incremento de estudios clínicos por áreas terapéuticas en España en distintos periodos. Fuente: Farmaindustria. Proyecto BEST. 132

Imagen 76.- Resumen de la metodología empleada para la identificación de publicaciones científicas en ECV. 135

Imagen 77.- Distribución de publicaciones científicas con participación de centros españoles por cuartiles. 136

Imagen 78.- Evolución de la distribución de publicaciones científicas con participación de centros españoles por cuartiles. 137

Imagen 79.- Distribución de las citas en función del cuartil de la revista en la que se publicaron los resultados. 138

Imagen 80.- Incremento interanual de las publicaciones científicas con participación de centros españoles. 138

Imagen 81.- Evolución temporal de la distribución de citas en función del cuartil de la revista en la que se publicaron los resultados. 139

Imagen 82.- Distribución de la tipología de resultados publicados. Artículos y revisiones. .139

Imagen 83.- Evolución temporal de la distribución de la tipología de resultados publicados. Artículos y revisiones. 140

Imagen 84.- Distribución de la fórmula de publicación de resultados. Open Access. 140

Imagen 85.- Contribución española en las publicaciones analizadas. Porcentaje en el que el o la autora de correspondencia está adscrita a un centro español. 141

Imagen 86.- Evolución del porcentaje de artículos y revisiones publicados en medios Open Access. 141

Imagen 87.- Distribución por cuartiles de publicaciones en las que la autora o autor de correspondencia está adscrito a un centro español. 142

Imagen 88.- Filiación de grupos cooperativos en los artículos y revisiones analizados. 143

Imagen 89.- Evolución temporal de la participación española como autora o autor de correspondencia. Número de publicaciones. 143

Imagen 90.- Número de artículos y revisiones publicados en las distintas subdisciplinas de la investigación en ECV. 144

Imagen 91.- Porcentaje de filiación de grupos cooperativos en función del cuartil de la revista en la que se publican los resultados. 144

Imagen 92.- Comparativa entre el número de artículos y revisiones publicados en las distintas subdisciplinas de la investigación en ECV. 145

Imagen 93.- Distribución de publicaciones en cuartiles y deciles por subdisciplinas. 146

Imagen 94.- Número de citas totales por subdisciplinas. 147

Imagen 95.- Número medio de citas por subdisciplinas. 147

Imagen 96.- Familias de patentes en ECV solicitadas entre 2018 y 2022 por años de publicación. 151

Imagen 97.- Solicitudes de familias de patentes en materia de ECV entre los años 2018 y 2020. 151

Imagen 98.- Tipos de familias de patentes en ECV (número). 152

Imagen 99.- Distribución geográfica de los solicitantes de las patentes identificadas en materia de ECV. 152

Imagen 100.- Relevancia de las familias de patentes identificadas. 153

Imagen 101.- Participación de los distintos tipos de entidades en las familias de patentes en ECV identificadas. 154

Imagen 102.- Principales barreras relacionadas con los recursos humanos identificadas, con indicación del número de personas que las identificaron y el porcentaje que estas suponen sobre el total de las personas que respondieron al cuestionario elaborado. 158

Imagen 103.- Principales barreras relacionadas con las políticas y prioridades de gobiernos y administraciones de investigación identificadas. Se indica del número de personas que las identificaron y el porcentaje que estas suponen sobre el total de las personas que respondieron al cuestionario. 160

Imagen 104.- Principales barreras relacionadas con las políticas y prioridades de gobiernos y administraciones de salud, con indicación del número de personas que las identificaron y el porcentaje que estas suponen sobre el total de las personas que respondieron al cuestionario. 161

Imagen 105.- Principales barreras relacionadas con otros agentes, con indicación del número de personas que las identificaron y el porcentaje que estas suponen sobre el total de las personas que respondieron al cuestionario. 161

Imagen 106.- Comunidades de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC). 173

Imagen 107.- Objetivos del plan estratégico de la ESC para el periodo 2023-2028. 174

Imagen 108.- Distribución geográfica de los Institutos de Investigación Sanitaria acreditados. Los colores muestran el número de estos centros en cada Comunidad Autónoma. 177

Imagen 109.- Distribución geográfica de los grupos de investigación en enfermedades cardiovasculares pertenecientes a Institutos de Investigación Sanitaria acreditados. El color muestra el número de estos grupos en cada Comunidad Autónoma. 178

Imagen 110.- Distribución geográfica de la media de grupos de investigación en ECV en los Institutos de Investigación Sanitaria. El color muestra el valor de este indicador en cada Comunidad Autónoma. 179

Imagen 111.- Áreas científicas a las que pertenecen los grupos de investigación en ECV en el marco de los Institutos de Investigación Sanitaria acreditados. 180

Imagen 112.- Distribución de los grupos de investigación del CSIC en ECV atendiendo a la disciplina científica establecida por la Comisión Europea de Investigación, al reto demográfico Europeo, al sector de liderazgo industrial y al centro de ubicación de los equipos. 182

Imagen 113.- Departamentos y programas de investigación CNIC. 188

Imagen 114.- Distribución geográfica de los grupos de investigación del área de ECV en el consorcio CIBER y programas de investigación y trasversales de CIBERCV. 189

Imagen 115.- Comunidades de la SEC. Asociaciones y secciones. 190

Imagen 116.- Proyectos estratégicos SEC. 191

Imagen 117.- Priorización de áreas temáticas conforme a la elección de las personas encuestadas, con indicación del porcentaje de respuestas priorizan cada una de ellas. 195

Imagen 118.- Áreas prioritarias seleccionadas como tales por las personas encuestadas, con indicación del porcentaje de personas que las seleccionaron. 198

Imagen 119.- Disciplinas prioritarias con las que establecer colaboraciones para impulsar las áreas priorizadas, con indicación del porcentaje de personas que las seleccionaron respecto al total de personas participantes. 206

Imagen 120.- Perfil etario y de sexo de las personas que respondieron al cuestionario. 230

Imagen 121.- Centro en el que desarrollan su actividad las personas que respondieron al cuestionario. 230

Imagen 122.- Porcentaje de participación en centros de las personas que respondieron al cuestionario, según si pertenecen a un único centro o a varios. 231

Imagen 123.- Tipologías del personal que respondió al cuestionario. 231

Imagen 124.- Porcentaje de personas que respondieron al cuestionario en función del tipo de investigación realizada. 232

Imagen 125.- Disciplinas y especialidades cursadas por las personas que respondieron al cuestionario. 233

Imagen 126.- Área temática en la que centran su actividad de I+D+i las personas que respondieron al cuestionario. 234

Imagen 127.- Roles desarrollados en los últimos cinco años por las personas que respondieron al cuestionario. 235

Bibliografía y referencias

1. EUROSTAT. Oficina europea de estadística. Información accesible en https://ec.europa.eu/eurostat.

2. Instituto Nacional de Estadística. Información accesible en https://www.ine.es/index.htm

3. Lobos JM, Brotons, C. Factores de riesgo cardiovascular y atención primaria: evaluación e intervención. Aten Primaria. 2011;43(12):668---677.

4. Demografía de Europa. ESTADÍSTICAS VISUALIZADAS - EDICIÓN 2021. Accesible en https://www.ine.es/prodyser/demografia_UE/index.html?lang=es

5. Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2020-2021. Accesible en https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2020_21/INFORME_ANUAL_2020_21.pdf

6. S.G. Información Sanitaria. Secretaría General de Salud Digital, Información e Innovación del SNS. Indicadores Clave del Sistema Nacional de Salud. Accesible en https://inclasns.sanidad.gob.es/

7. Ministerio de Sanidad. Subdirección General de Información Sanitaria. Registro de Actividad de Atención Especializada – RAE-CMBD.

8. Unión Europea. Investigación e innovación por área. Enfermedadse Cardiovasculares. Información accesible en https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/health/cardiovascular-diseases_en

9. Horizonte Europa. Investigación e innovación. Programa 2021-2027. 19 de marzo de 2021. Accesible en https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-06/rtd-2021-00013-02-00-es-tra-01.pdf

10. Programa EU4Health 2021-2027 – una visión para una Unión Europea más sana. Accesible en https://health.ec.europa.eu/funding/eu4health-programme-2021-2027-vision-healthier-european-union_en

11. Comisión Europea. Salud Pública. Redes europeas de referencia. Accesible en https://health.ec.europa.eu/european-reference-networks_es

12. Era4Health Partnership: Fostering a European Research Area for Health Research. Sitio web de la iniciativa accesible en https://era4health.eu/

13. Renée Ventura-Clapier et al. Sexo en la investigación básica: conceptos en el campo cardiovascular. Investigación cardiovascular, Volumen 113, Número 7, junio de 2017, páginas 711–724, https://doi.org/10.1093/cvr/cvx066.

14. Ministerio de Sanidad. Estrategia en Salud Cardiovascular del Sistema Nacional de Salud (ESCAV). 2022. NIPO en línea 133-22-132-9.

15. Ministerio de Ciencia e Innovación. Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027. e-NIPO 83120021X.

16. Ministerio de Ciencia e Innovación. Pacto por la Ciencia y la Innovación. Accesible en https://www.ciencia.gob.es/Estrategias-y-Planes/Estrategias/Pacto-por-la-Ciencia-y-la-Innovacion.html

17. Ministerio de Ciencia e Innovación. Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023. e-NIPO 831210175.

18. Ley 17/2022, de 5 de septiembre, por la que se modifica la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. BOE núm. 214. Accesible en https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-14581.

19. Secretaría General Técnica del Ministerio de Ciencia e Innovación. Estrategia Nacional de Ciencia Abierta 2023-2027. e- NIPO: 831230195. Accesible en https://www.ciencia.gob.es/Estrategias-y-Planes/Estrategias.html.

20. Oficina de Ciencia y Tecnología del Congreso de los Diputados. Accesible en https://oficinac.es/.

21. Carlos María Romeo Casabona. Pilar Nicolás Jiménez, Sergio Romeo Malanda. Manual de Bioderecho (Adaptado para la docencia en ciencias, ciencias de la salud y ciencias sociales y jurídicas). (2022). Editorial Dykinson. ISBN: 978-84-1122-293-8.

22. Juan David Tutosaus Gómez, Jesús Morán Barrios, Fernando Pérez Iglesias Historia de la formación sanitaria especializada en España y sus claves docentes. (2018). Educación Médica. Vol.19. Núm. 4. 229-234.

23. Centro de Estudios Sindicato Médico Andaluz de Granada. Distribución adjudicaciones de plazas MIR en 2022 (29 de mayo de 2022).

24. Ministerio de Sanidad. Formación Sanitaria Especializada. Información disponible en https://fse.mscbs.gob.es/fseweb/view/index.xhtml

25. Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red CIBER. Información de la iniciativa disponible en https://www.ciberisciii.es/

26. Presupuestos Generales del Estado. Organismos Autónomos. Presupuesto de Gastos 2023. Sección Ministerio de Ciencia e Innovación. Organismo Instituto de Salud Carlos III.

27. Ministerio de Ciencia e Innovación. Infraestructuras de Investigación Europeas. Accesible en https://www.horizonteeuropa.es/infraestructuras.

28. ESFRI Roadmap 2021. Accesible en https://roadmap2021.esfri.eu/.

29. Instituto de Salud Carlos III. Plan de fomento del uso de las infraestructuras europeas de investigación del sector de la salud en las que participa España y donde el ISCIII colabora en su gobernanza y/o financiación Impulsar un alineamiento con las estrategias y plataformas nacionales. Medida 102 del Plan Anual 2022, asociado al Plan Estratégico del ISCIII (PEISCIII 2021-2025). Noviembre de 2022.

30. European Society of Cardiology. Iniciativa CardioSacape. Accesible en https://www.escardio.org/Research/Cardioscape.

31. Proyecto BEST. Investigación Clínca en Medicamentos.33 Informe BDMetrics, datos y análisis (33 de junio de 2023). Accesible en https://www.medicamentos-innovadores.org/servlet/medicamentosinnovadores/HistoricoInformesBest.html.

32. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Memoria anual 2021. Junio 2022. e-NIPO: 833-22-134-X. Accesible en https://www.csic.es/es/el-csic/informacion-corporativa/memorias-anuales.

33. Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares. CNIC Scientific Report 2022. Accesible en https://www.cnic.es/es/scientific-report.

34. Centro de Investigación Biomédica en Red. Memoria Anual'22. Accesible en https://www.ciberisciii.es/comunicacion/memorias-anuales.

35. European Alliance for Cardiovascular Health. A European Cardiovascular Health Plan: The need and the ambition (2022). Accesible en https://www.cardiovascular-alliance.eu/wp-content/uploads/2022/05/EACH-Plan-Final_130522.pdf.

36. Warner JJ, Crook HL, Whelan KM, Bleser WK, Roiland RA, Hamilton Lopez M, Saunders RS, Wang TY, Hernandez AF, McClellan MB, Califf RM, Brown N; American Heart Association Partnering with Regulators Learning Collaborative*. Improving Cardiovascular Drug and Device Development and Evidence Through Patient-Centered Research and Clinical Trials: A Call to Action From the Value in Healthcare Initiative's Partnering With Regulators Learning Collaborative. Circ Cardiovasc Qual Outcomes. 2020 Jul;13(7):e006606. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.120.006606. Epub 2020 Jul 20. PMID: 32683985.