

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Departamento de Economía Aplicada III.

Área de métodos cuantitativos.

Doble Grado en Derecho y Economía.



El Análisis de Decisión Multicriterio: aplicación a la toma de decisiones en los Sistemas de Salud en España.

Trabajo de Fin de Grado presentado por Carlos Javier Bote Blanco.

Fdo:

Vº. Bº.El tutor/a :

Fdo:.....

María Teresa Arévalo Quijada

Sevilla, 11 de junio de 2021

1. RESUMEN

Esta investigación pretende aplicar las Técnicas de Decisión Multicriterio al Sistema de Salud español.

El trabajo utiliza dichas técnicas de decisión para detectar las fortalezas y debilidades del Sistema Nacional de Salud, centrandó el análisis en las Comunidades Autónomas para poder realizar las propuestas necesarias que conlleven una mejora del sector.

Se introducen dos estudios distintos, uno de normalidad sanitaria y otro de excepcionalidad. El primero encargado de establecer las prestaciones sanitarias de las CCAA previas a 2020. Mientras que el segundo analiza la situación del sistema sanitario durante la COVID-19, teniendo en cuenta las diferencias tanto técnicas como procedimentales que han ocasionado esta excepción y recurriendo a los modelos y variables que mejor se adapten a la situación.

Finalizamos con la extracción de conclusiones y recomendaciones sobre las distintas regiones analizadas.

2. ÍNDICE

1. RESUMEN	- 2 -
2. ÍNDICE	- 3 -
3. ÍNDICE DE TABLAS.....	- 5 -
4. ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	- 6 -
5. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	- 8 -
6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ACTUALIZADA.....	- 10 -
7. EL MÉTODO MULTICRITERIO DISCRETO: PROMETHEE	- 13 -
I. INFORMACIÓN PREVIA PARA MODELAR LA PREFERENCIA.....	- 13 -
a. <i>Matriz de decisiones</i>	- 13 -
b. <i>Información intercriterio (Pesos de cada criterio)</i>	- 14 -
c. <i>Información intracriterio (Criterios generalizados)</i>	- 15 -
II. INDICES DE PREFERENCIA AGREGADOS Y FLUJOS DE SUPERACION	- 17 -
a. <i>Índices de preferencia agregados</i>	- 17 -
b. <i>Flujos de superación</i>	- 17 -
III. PROMETHEE I: CLASIFICACIÓN PARCIAL DE LAS ALTERNATIVAS	- 18 -
IV. PROMETHEE II: CLASIFICACIÓN COMPLETA DE LAS ALTERNATIVAS.....	- 19 -
V. PLANO GAIA	- 19 -
8. APLICACIÓN DE LOS METODOS	- 21 -
I. APLICACIÓN DE LOS METODOS AL ESTUDIO DE NORMALIDAD SANITARIA EN ESPAÑA.....	- 21 -
a. <i>Elección de los criterios y su modelización</i>	- 21 -
b. <i>Asignación de los pesos de cada criterio</i>	- 28 -
b1. <i>Asignación de los pesos basada en criterios profesionales</i>	- 29 -
b2. <i>Asignación de pesos basada en el método de la entropía</i>	- 31 -
c. <i>Flujos de superación</i>	- 33 -
d. <i>Promethee I: Clasificación parcial de las alternativas</i>	- 35 -
e. <i>Promethee II: Clasificación completa de las alternativas</i>	- 38 -
f. <i>Plano GAIA</i>	- 41 -
f1. <i>Plano GAIA en función de la localización espacial</i>	- 41 -
f2. <i>Plano GAIA en función del equipo de gobierno</i>	- 44 -
II. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS AL ESTUDIO DE EXCEPCIONALIDAD OCASIONADO POR EL SARS-COV-2 EN ESPAÑA	- 47 -
a. <i>Elección de los criterios y su modelización</i>	- 47 -
b. <i>Asignación de los pesos de los criterios</i>	- 52 -
b1. <i>Asignación de los pesos basada en criterios profesionales</i>	- 52 -
b2. <i>Asignación de los pesos basada en el método de la entropía</i>	- 54 -
c. <i>Flujos de superación</i>	- 55 -
d. <i>Promethee I: Ordenación parcial</i>	- 56 -
e. <i>Promethee II: Ordenación completa</i>	- 59 -
f. <i>Plano GAIA</i>	- 61 -
f1. <i>Plano GAIA en función de la localización espacial</i>	- 61 -
f2. <i>Plano GAIA en función del equipo de gobierno</i>	- 64 -

9. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES	- 68 -
I. ESTUDIO DE NORMALIDAD SANITARIA EN ESPAÑA.....	- 68 -
II. ESTUDIO DE EXCEPCIONALIDAD SANITARIA EN ESPAÑA	- 73 -
10. BIBLIOGRAFÍA.	- 78 -
11. ANEXOS	- 82 -
ANEXO [1]: ÍNDICE COMPETITIVIDAD GLOBAL.....	- 82 -
ANEXO [2]: NUMERO DE CAMAS DEL CONJUNTO DE HOSPITALES EN CADA CCAA.....	- 82 -
ANEXO [3]: NUMERO DE CENTROS PRIVADOS EN CADA CCAA.	- 83 -
ANEXO [4]: NUMERO DE PROFESIONALES MÉDICOS EN ATENCIÓN PRIMARIA Y ESPECIALIZADA POR CCAA.	- 84 -
ANEXO [5]: NUMERO DE ENFERMEROS EN ATENCIÓN PRIMARIA Y ESPECIALIZADA POR CCAA. ...	- 85 -
ANEXO [6]: MATERIAL DE ALTA TECNOLOGÍA POR CCAA.....	- 87 -
ANEXO [7]: ESPECIFICACIÓN DEL MATERIAL SANITARIO DE ALTA TECNOLOGÍA.	- 88 -
ANEXO [8]: NUMERO DE QUIRÓFANOS EN CADA CCAA.	- 88 -
ANEXO [9]: TOTAL GASTO SANITARIO	- 90 -
ANEXO [10]: CONJUNTO DE EVALUACIONES NORMALIZADAS:	- 91 -
ANEXO [11]: ELECCIÓN DE LOS CRITERIOS PARA EL ESCENARIO DE EXCEPCIONALIDAD	- 92 -
ANEXO [12]: NUMERO DE CONTAGIOS POR CCAA A LO LARGO DE 2020	- 92 -
ANEXO [13]: TASA DE MORTALIDAD DE LA COVID-19 POR CCAA	- 93 -
ANEXO [14]: NUMERO DE CAMAS COVID DISPONIBLES POR CCAA.	- 94 -
ANEXO [15]: NUMERO DE CAMAS UCI DISPONIBLES POR CCAA.	- 95 -
ANEXO [16]: PERSONAL SANITARIO CONTAGIADO POR CCAA.....	- 95 -
ANEXO [17]: INCREMENTO DEL GASTO POR CCAA.....	- 96 -
ANEXO [18]: CONJUNTO DE EVALUACIONES NORMALIZADAS, SEGUNDO ESCENARIO	- 97 -

3. ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: MATRIZ DE DECISIONES O TABLA DE EVALUACIONES.....	13 -
TABLA 2: PESOS DE LOS CRITERIOS PRIMER ESCENARIO	29 -
TABLA 3: ENTROPÍA Y DIVERSIDAD DE CADA CRITERIO.	32 -
TABLA 4: FLUJOS DE SUPERACIÓN SALIDA Y ENTRADA (MÉTODO C.PROFESIONALES)	34 -
TABLA 5: FLUJOS DE SUPERACIÓN SALIDA Y ENTRADA (MÉTODO ENTROPÍA).....	34 -
TABLA 6: FLUJOS DE SUPERACIÓN NETOS:	38 -
TABLA 7: CLASIFICACIÓN COMPLETA DE LAS ALTERNATIVAS POR AMBOS MÉTODOS	40 -
TABLA 8: PESOS DE LOS CRITERIOS SEGUNDO ESCENARIO.....	52 -
TABLA 9: ENTROPÍA, DIVERSIDAD Y PESOS SEGUNDO ESCENARIO.....	54 -
TABLA 10: FLUJOS DE SUPERACIÓN SALIDA Y ENTRADA (C. PROFESIONALES).....	55 -
TABLA 11: FLUJOS DE SUPERACIÓN SALIDA Y ENTRADA (MÉTODO ENTROPÍA).....	56 -
TABLA 12: FLUJOS DE SUPERACIÓN NETOS	59 -
TABLA 13: CLASIFICACIÓN COMPLETA DE LAS ALTERNATIVAS POR AMBOS MÉTODOS	60 -
TABLA 14: NUMERO DE CAMAS ABSOLUTO Y RELATIVO DE CADA CCAA.....	82 -
TABLA 15: NUMERO DE CAMAS ABSOLUTO Y RELATIVO DE CADA CCAA.....	83 -
TABLA 16: NUMERO DE MÉDICOS POR CADA 1000 HABITANTES EN ATENCIÓN PRIMARIA	84 -
TABLA 17: NUMERO DE MÉDICOS POR CADA 1000 HABITANTES EN ATENCIÓN ESP.	84 -
TABLA 18: NUMERO DE MÉDICOS POR CADA 1000 HABITANTES EN ATENCIÓN PRIMARIA	85 -
TABLA 19: NUMERO DE MÉDICOS POR CADA 1000 HABITANTES EN ATENCIÓN ESP.	86 -
TABLA 20: MATERIAL DE ALTA TECNOLOGÍA POR CADA CCAA.....	87 -
TABLA 21: MATERIAL DE ALTA TECNOLOGÍA POR CADA MILLÓN DE HABITANTES.....	87 -
TABLA 22: MATERIAL SANITARIO DE ALTA TECNOLOGÍA	88 -
TABLA 23: NUMERO DE QUIRÓFANOS RELATIVO DE CADA CCAA.	89 -
TABLA 24: GASTO SANITARIO POR HABITANTE	90 -
TABLA 25: NORMALIZACIÓN EVALUACIONES	91 -
TABLA 26: NUMERO DE CONTAGIOS ABSOLUTO Y RELATIVO DE CADA CCAA.....	92 -
TABLA 27: NUMERO DE FALLECIDOS ABSOLUTO Y RELATIVO	93 -
TABLA 28: NUMERO DE CAMAS COVID DISPONIBLES ABSOLUTAS Y RELATIVAS	94 -
TABLA 29: NUMERO DE CAMAS UCI DISPONIBLES ABSOLUTAS Y RELATIVAS.....	95 -
TABLA 30: PERSONAL SANITARIO CONTAGIADO	95 -
TABLA 31: INCREMENTO DEL GASTO ABSOLUTO Y RELATIVO.....	96 -
TABLA 32: EVALUACIONES NORMALIZADAS SEGUNDO ESTUDIO.....	97 -

4. ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

FIGURA 1: FUNCIÓN USUAL.....	- 16 -
FIGURA 2: FUNCIÓN P.L.	- 16 -
FIGURA 3: F. GAUSSIANA.....	- 16 -
FIGURA 4: FUNCIÓN DE PREFERENCIA CAMAS	- 22 -
FIGURA 5: FUNCIÓN DE PREFERENCIA CENTROS PRIVADOS	- 23 -
FIGURA 6: FUNCIÓN DE PREFERENCIA PERSONAL MEDICO	- 24 -
FIGURA 7: FUNCIÓN DE PREFERENCIA ENFERMEROS.....	- 24 -
FIGURA 8: FUNCIÓN DE PREFERENCIA EQUIPOS TAC.....	- 25 -
FIGURA 9: FUNCIÓN DE PREFERENCIA EQUIPOS LIT.....	- 26 -
FIGURA 10: FUNCIÓN DE PREFERENCIA EQUIPOS PET.....	- 26 -
FIGURA 11: FUNCIÓN DE PREFERENCIA EQUIPOS MAMO.....	- 26 -
FIGURA 12: FUNCIÓN DE PREFERENCIA EQUIPOS DO	- 26 -
FIGURA 13: FUNCIÓN DE PREFERENCIA EQUIPOS DIAL.....	- 27 -
FIGURA 14: FUNCIÓN DE PREFERENCIA GASTO EN SANIDAD.....	- 28 -
FIGURA 15: PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS BASADA EN C.PROFESIONALES	- 30 -
FIGURA 16: PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS BASADA EN LA ENTROPÍA.	- 33 -
FIGURA 17: CLASIFICACIÓN PARCIAL SEGÚN CRITERIOS PROFESIONALES	- 36 -
FIGURA 18: CLASIFICACIÓN PARCIAL SEGÚN MÉTODO ENTROPÍA	- 37 -
FIGURA 19: PLANO GAIA LOCALIZACIÓN-CRITERIOS SANITARIOS Y PRESUPUESTARIOS	- 42 -
FIGURA 20: PLANO GAIA LOCALIZACIÓN-ENTROPÍA	- 43 -
FIGURA 21: PLANO GAIA POLÍTICO-CRITERIOS SANITARIOS Y PRESUPUESTARIOS	- 45 -
FIGURA 22: PLANO GAIA POLÍTICO-ENTROPÍA.....	- 46 -
FIGURA 23: FUNCIÓN DE PREFERENCIA CONTAGIOS.....	- 48 -
FIGURA 24: FUNCIÓN DE PREFERENCIA MORTALIDAD.....	- 49 -
FIGURA 25: FUNCIÓN DE PREFERENCIA CAMAS COVID	- 50 -
FIGURA 26: FUNCIÓN DE PREFERENCIA CAMAS UCI	- 50 -
FIGURA 27: FUNCIÓN DE PREFERENCIA PERSONAL CONTAGIADO	- 51 -
FIGURA 28: FUNCIÓN DE PREFERENCIA INCREMENTO GASTO	- 51 -
FIGURA 29: PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS PRIMER ESCENARIO	- 53 -
FIGURA 30: PONDERACIÓN DE LOS PESOS DE LOS CRITERIOS (ENTROPÍA)	- 54 -
FIGURA 31: CLASIFICACIÓN PARCIAL SEGÚN MÉTODO BASADO EN C. PROFESIONALES.....	- 57 -
FIGURA 32: CLASIFICACIÓN PARCIAL SEGÚN MÉTODO ENTROPÍA	- 58 -
FIGURA 33: PLANO GAIA LOCALIZACIÓN-CRITERIOS PROFESIONALES.....	- 62 -
FIGURA 34: PLANO GAIA LOCALIZACIÓN-ENTROPÍA	- 63 -

FIGURA 35: PLANO GAIA POLÍTICO-CRITERIOS PROFESIONALES	- 65 -
FIGURA 36: PLANO GAIA POLÍTICO-ENTROPÍA.....	- 66 -
FIGURA 37: CLASIFICACIÓN COMPLETA PRIMER ESTUDIO (C.PROFESIONALES)	- 68 -
FIGURA 38: MAPA RESULTADOS PRIMER ESTUDIO (C.PROFESIONALES)	- 69 -
FIGURA 39: CLASIFICACIÓN COMPLETA ESTUDIO NORMALIDAD (ENTROPÍA).....	- 70 -
FIGURA 40 : MAPA RESULTADOS PRIMER ESTUDIO (ENTROPÍA).....	- 71 -
FIGURA 41: CLASIFICACIÓN COMPLETA ESTUDIO EXCEPCIONALIDAD (C. P.).....	- 73 -
FIGURA 42: MAPA RESULTADOS SEGUNDO ESTUDIO(C.P.).....	- 74 -
FIGURA 43: CLASIFICACIÓN COMPLETA ESTUDIO EXCEPCIONALIDAD (ENTROPÍA).....	- 75 -
FIGURA 44: MAPA RESULTADOS SEGUNDO ESCENARIO (ENTROPÍA)	- 76 -
FIGURA 45: ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD GLOBAL	- 82 -

5. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

La sanidad española y el capital humano con el que cuenta, siempre han sido considerados como uno de los mejores y más relevantes no solo de toda Europa sino del mundo entero¹, esto ha llevado a los gobernantes a la despreocupación sistemática del sistema sanitario, centrando su atención en aquellos aspectos en los que España se encuentra más rezagada con respecto al entorno europeo más próximo.

En el actual contexto socio-económico en el que nos movemos, debemos prestar especial atención a los problemas sanitarios existentes y más aún en estos días como consecuencia del azote vírico sufrido en todos los continentes.

La toma de decisiones en este ámbito se vuelve hoy, más que nunca, algo primordial para poder dotar correctamente a los hospitales de aquellos recursos tan necesarios y asegurar el correcto funcionamiento de todo nuestro entramado sanitario². Es este por lo tanto el escenario perfecto para la aplicación de las Técnicas de Decisión Multicriterio que nos ayudan a la toma de decisiones en ámbitos tan complejos e importantes como el analizado de la sanidad, donde la multitud de criterios a tener en cuenta para su correcto funcionamiento requieren enfrentarse al problema de decisión desde una perspectiva multicriterio³.

Aplicando estas técnicas y más concretamente los métodos Promethee, pretendemos realizar un análisis exhaustivo de los diferentes modelos (privados y públicos) y prestaciones sanitarias/ hospitalarias que ofrece cada CCAA, con el objetivo de poder desarrollar una comparación realista de los resultados que se obtienen en las distintas regiones y realizar un análisis de los factores que influyen en el buen desempeño.

El trabajo se estructura, tras la exposición del resumen, índices e introducción y objetivos en cuatro capítulos bien diferenciados.

¹ *World Economic fórum (2019) The Global Competitiveness Report. Pag 540. Ver Anexo [1] OMS (2012). Estadísticas sanitarias mundiales. Pag 120 y ss.*

² *Díaz Martínez, E., del Llano Señarís, J.E., Gol Montserrat, J. Pag 49 (2016) Investigación de servicios sanitarios para la acción política.*

³ *Manuel Espinoza Sepúlveda (2020). Análisis Multi-Criterio: una herramienta de apoyo para medir el valor de una intervención sanitaria.*

DIARIOFARMA (2019). Un nuevo manual con teoría y práctica sobre el análisis multicriterio

El primero de ellos (6. *Revisión bibliográfica actualizada*) dedicado al repaso bibliográfico de las técnicas promethee y en concreto su aplicación en el ámbito sanitario, así como al repaso de las distintas técnicas y procedimientos sanitarios.

Un segundo capítulo (7. *El método multicriterio discreto: promethee*) dedicado al desarrollo teórico y pormenorizado de la técnica utilizada para el análisis

El tercer capítulo (8. *Aplicación de los métodos*) nos ofrece los resultados de los distintos sistemas de salud existentes en España, a partir de la aplicación de los métodos.

El cuarto y último capítulo (9. *Conclusiones y reflexiones finales*) agrupa todos los resultados obtenidos previamente para poder realizar aquellas reflexiones encaminadas a la mejora del sistema sanitario de las CCAA.

6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ACTUALIZADA

Si bien antes hemos comentado la preeminencia e importancia de anteponer los problemas sanitarios a otros muchos, estos surgen aún con mayor fuerza en el actual contexto vivido a raíz de la pandemia ocasionada por el SARS-COV-2.

El repaso de la bibliografía debe comenzar con los artículos más citados y consolidados en materia de métodos multicriterio, conformando la base sobre la que realizamos el análisis.

Brans, J.P.; Vincke, Ph. (1985), con el desarrollo del método promethee
Barberis, Gabriela (2002), con el desarrollo de la toma de decisión multicriterio

Aunque en el ámbito sanitario estos métodos se aplican desde hace relativamente poco tiempo, nos encontramos ante una herramienta con amplio recorrido y desarrollo en otros campos de la investigación, consolidándose por su importancia y efectividad a la hora de realizar análisis que requieran de estas decisiones multicriterio.

Padilla-Garrido, Nuria & Arévalo-Quijada, María & Casas, Flor. (2000), aplicación de los métodos al ámbito financiero.
Hermenegildo Chávez, MV; Rueda Osuna, Yolanda (2013), aplicación de los métodos al desarrollo sostenible de la UE

En el plano teórico también son muchos los avances ofrecidos de las técnicas promethee.

Estrada García, Jose Martín (2002), nuevas formas de elección de los pesos a partir del método de la entropía.
Barberis, Gabriela & Ródenas, María. (2006), desarrollo de nuevos criterios generalizados para modelar las preferencias
Dodgson, J & Spackman, Michael & Pearman, Alan & Phillips, Lawrence. (2009). redacción de un manual completo sobre el análisis multicriterio.
Gironés, Xavier; Madrid, Daniel; Valls Aida (2008), comparando las fortalezas y debilidades de los métodos promethee y macbeth.

Pero sobre todo el ámbito en el que nos enfocamos es el sanitario. En el actual debate sobre cómo conjugar las necesidades de la población, cada vez más envejecida, con la innovación y sostenibilidad, aparece una herramienta como el análisis de decisión multicriterio. Estos métodos están siendo utilizados de manera creciente para ayudar a la toma de decisiones en cuanto a financiación y priorización de técnicas, tecnologías y procedimientos en el sector sanitario.

Jiménez, Victor (2012), priorización de técnicas sanitarias en función de su coste
Manuel Espinoza Sepúlveda (2020), medición de las intervenciones sanitarias.
Starfield B. (2004), buscando el equilibrio entre sanidad y tecnología.

En cuanto a la bibliografía sanitaria encaminada a la mejora de las prestaciones públicas, enlazando sanidad y política encontramos diversidad de ejemplos.

Díaz Martínez, E., del Llano Señarís, J.E., Gol Montserrat, J. (2016), determinado los sectores sanitarios preferentes para la intervención política
Cantero Priet, David (2003), sobre la transferencia de las competencias sanitarias en España.
Zuniga, M. A., Carrillo-Zuniga, G., Seol, Y. H., & Fos, P. J. (2009), análisis de las disparidades de los diversos sistemas sanitarios a través de los métodos promethee.
Franco-Giraldo A. (2015), destacando la necesidad e importancia de los recursos humanos en atención primaria.
Starfield B. (1994), marcando la importancia de la atención primaria

El grueso de la bibliografía en el ámbito sanitario se encuentra dirigido a la aplicación de las técnicas promethee para la mejora de los diversos sistemas sanitarios.

Thokala P. (2016), uso del análisis multicriterio para la toma de decisiones en los sistemas de salud
Marsh K. (2016), continuando el desarrollo del artículo anterior para la toma de decisiones en sistemas de salud
Marsh, K., Lanitis, T., Neasham, D. et al. (2014), valorando las distintas intervenciones sanitarias a través de las técnicas multicriterio

Goetghebeur MM, Wagner M, Khoury H, Levitt RJ, Erickson LJ, Rindress D. (2012), midiendo la eficiencia de la sanidad a través de los métodos multicriterio. Fundación Weber (2018), desarrollo del método promethee aplicado al ámbito sanitario

También resaltaremos la bibliografía complementaria básica para facilitar la comprensión de las técnicas promethee y su aplicación al ámbito sanitario.

Puig-Junoy, J. (2019), con una reseña sobre la utilidad de los métodos promethee
Arenas MM, Lafuente, e., Rodriguez, M.V., (1998), evaluando las prestaciones hospitalarias

Por último, no es mucha pero conviene recalcar la bibliografía relacionada con nuestro segundo estudio, artículos relacionados con el SAR-COV-2.

Federación de Asociaciones para la Defensa de la Sanidad Pública (2020), desarrollando un informe sobre la actualidad sanitaria y la atención especializada en particular
Johns Hopkings. University and Medicine (2020), mostrando la diversa mortalidad del virus en los diversos países
Pérez CN, García CCE, Ruiz FMAP, et al. (2020), analizando la importancia de los equipos y material sanitario
Alexandre Medeiros Figueiredoa, Antonio Daponte-Codinac, Daniela Cristina Moreira Marculino Figueiredo, et al. (2020), analizando posibles factores que influyen en la mortalidad e incidencia de la COVID-19.

7. EL MÉTODO MULTICRITERIO DISCRETO: PROMETHEE⁴

I. INFORMACIÓN PREVIA PARA MODELAR LA PREFERENCIA

Como hemos indicado anteriormente, para el desarrollo de nuestro estudio tomaremos como base teórica los métodos de solución de problemas multicriterio Promethee.

Estos métodos nos permitirán tomar decisiones sobre problemas en los cuales nos encontramos con múltiples criterios de decisión, que entrarán en conflicto entre sí y muchas veces llegarán incluso a ser incomparables de forma individualizada.

Antes de comenzar con el proceso de decisión, tendrá que establecerse la información necesaria para su modelización, esta se obtendrá a través de tres análisis distintos: La matriz de decisiones, los pesos de los criterios y los criterios generalizados.

a. Matriz de decisiones

Para enfrentarnos a un problema multicriterio, debemos establecer en primer lugar las alternativas del estudio y los criterios a través de los cuales mediremos su comportamiento para alcanzar las conclusiones pretendidas. Analíticamente los problemas multicriterio adoptan la forma: $\text{Max } \{g_1(a), g_2(a), g_3(a), \dots, g_j(a), \dots, g_k(a) / a \in A\}$. En donde tenemos que A representa un conjunto finito de alternativas factibles $\{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ y $\{g_1(\cdot), g_2(\cdot), \dots, g_j(\cdot), \dots, g_k(\cdot)\}$ un conjunto de criterios de evaluación.

Por lo que a la hora de tomar las decisiones nos encontramos una tabla de evaluaciones que nos permite con un solo vistazo entender el conjunto del problema multicriterio y que se representa de la siguiente forma:

Tabla 1: Matriz de decisiones o tabla de evaluaciones

	$g_1(\cdot)$	$g_2(\cdot)$	...	$g_j(\cdot)$	...	$g_k(\cdot)$
a_1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	...	$g_j(a_1)$	...	$g_k(a_1)$
a_2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	...	$g_j(a_2)$	...	$g_k(a_2)$
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots
a_i	$g_1(a_i)$	$g_2(a_i)$	...	$g_j(a_i)$	...	$g_k(a_i)$
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots
a_n	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	...	$g_j(a_n)$	...	$g_k(a_n)$

⁴Barberis, Gabriela (2002). *Los métodos promethee: Una metodología de ayuda a la toma de decisiones discretas*. Padilla-Garrido, Nuria & Arévalo-Quijada, María & Casas, Flor. (2000). *Aplicación del método Promethee en la jerarquización de títulos de una cartera de valores*.

Una vez desarrollada nuestra matriz de decisión debemos establecer para cada par de alternativas factibles $(a,b) \in A$ la relación de dominancia entre ellas, establecida de la siguiente forma:

$$\left[\begin{array}{l} \forall j: g_j(a) \geq g_j(b). \\ \exists_h : g_h(a) > g_h(b) \end{array} \right] \Leftrightarrow aPb \text{ (a es preferida a b)}$$

$$\forall j: g_j(a) = g_j(b) \Leftrightarrow alb \text{ (a es indiferente a b)}$$

$$\left[\begin{array}{l} \exists_s: g_s(a) > g_s(b) \\ \exists_r: g_r(a) < g_r(b) \end{array} \right] \Leftrightarrow aRb \text{ (a es incomparable con b)}$$

Así tendremos la relación de alternativas preferidas, indiferentes o incompatibles dos a dos. Que nos ofrecerán la siguiente información⁵:

- ~ Si pasando por todos y cada uno de los criterios obtenemos que una alternativa (a) es preferida a otra (b), esta última alternativa (b) será dominada. Podremos decir en este caso que la alternativa a será mejor que la b.
Aquellas alternativas que no son dominadas por ninguna otra forman soluciones eficientes.
- ~ Si para todo el conjunto de los criterios ambas alternativas ofrecen el mismo resultado, diremos que las alternativas a y b son indiferentes entre sí
- ~ Si existe al menos un criterio (s) donde una alternativa (a) es mejor que otra (b), pero a la vez otro criterio distinto (r) donde la alternativa (b) es mejor a la (a), diremos que ambas alternativas son incomparables entre sí.

Establecidas las relaciones de dominancia y la matriz de decisión tendremos que centrarnos en la información intracriterio (Criterios generalizados) y la información intercriterio (Pesos de cada criterio).

b. Información intercriterio (Pesos de cada criterio)

Comenzando con la información entre los distintos criterios o información intercriterio, deberemos definir la importancia que cada criterio posee dentro de la toma de decisiones, asignando un mayor peso a aquellos criterios que más influencia puedan tener en nuestro estudio. Pues no parece lógico que todos los criterios influyan de forma similar en las decisiones a tomar.

⁵ Jiménez, Victor (2012) *Aplicación de metodología multicriterio para la priorización de los procesos objeto de costeo en entidades del sector de la salud*. Pag 13.

Asignamos así un peso $\{w_j, j=1,2,\dots,k\}$ a cada criterio que ira creciendo a medida que este adquiere más importancia y normalizaremos el resultado para que el conjunto de todos los pesos no supere la unidad:

$$\sum_{j=1}^k w_j = 1$$

Estos pesos se podrán asignar libremente de manera subjetiva, o basándose en algún método objetivo, como el método de la entropía (Posteriormente desarrollado para facilitar su comprensión **8.b2**).

c. Información intracriterio (Criterios generalizados)

Los criterios generalizados pretenden añadir a cada criterio una función de preferencia, que indicará con que grado es preferida una alternativa a otra a través de las desviaciones que se produzcan entre ambas con respecto a un mismo criterio.

De esta forma definimos la función de preferencia $P_j(\cdot, \cdot)$, como la función de diferencia entre las desviaciones de dos alternativas para un mismo criterio, o lo que es lo mismo analíticamente:

$$P_j(a,b) = P_j[d_j(a,b)] \quad \forall a,b \in A,$$

donde $d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b)$,

con $0 \leq P_j(a,b) \leq 1$

Establecemos así unos valores entre 0 y 1 para todas las desviaciones existentes, por lo que en el caso de maximizar un criterio y tener una diferencia negativa (es decir que $g_j(b) > g_j(a)$), su función de preferencia ($P_j(a,b)$) adquirirá el valor 0, siendo en este caso preferida la alternativa (b) a la (a).

Definida así la función de preferencia, llamamos criterio generalizado a conjunto $\{g_j(\cdot), P_j(\cdot, \cdot)\}$ asociado a un criterio $g_j(\cdot)$.

Estos criterios generalizados podrán modelizarse de diversas formas como veremos posteriormente al aplicarlos sobre los datos, siendo destacables los seis tipos básicos proporcionados por Brans and Vincke o los nuevos criterios generalizados aportados a partir de ellos por Barberis y Ródenas.⁶

En nuestro análisis concreto utilizaremos tres funciones distintas.

⁶ Barberis, Gabriela y Ródenas, María. (2006). *Nuevos Criterios Generalizados para modelar las preferencias del decisor en los Métodos de Relaciones de Superación / Brans, J.P.; Vincke, Ph. (1985): A preference ranking organisation method: The PROMETHEE Method for MCDM*

~ *La función de tipo usual.* Se trata de una función que pondera la preferencia estricta directa de una alternativa sobre otra siempre que la diferencia ($d_j(a,b)$) entre ambas sea distinta de 0. De forma que la modelizaremos del siguiente modo:

$$P(d) \begin{cases} 0 & \text{si } d=0 \\ 1 & \text{si } d>0 \end{cases}$$

~ *La función de tipo preferencia lineal:* En este caso no tendremos una preferencia estricta de una alternativa frente a otra en todo caso, sino que progresivamente se preferirá una alternativa (a) a otra (b) a medida que sus desviaciones vayan creciendo, alcanzando a partir de un cierto punto (m) la preferencia estricta de una alternativa frente a la otra.

$$P(d) \begin{cases} d/m & \text{si } d \leq m \\ 1 & \text{si } d > m \end{cases}$$

~ *La función de tipo gaussiano:* Al igual que en el caso anterior se prefiere una alternativa frente a otra a medida que vayan incrementando las desviaciones, pero en vez de linealmente seguirán una función de tipo gaussiano, con punto de inflexión igual a la desviación media de las alternativas.

$$P(d) \begin{cases} 0 & \text{si } d=0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}} & \text{si } d>0 \end{cases}$$

Estas tres funciones adquirirán la siguiente forma:

Figura 1: Función Usual

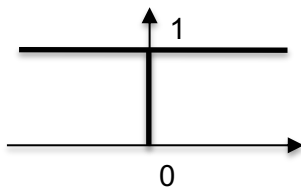


Figura 2: Función P.L.

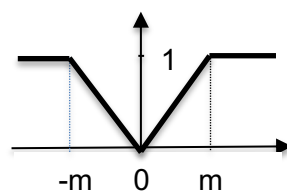
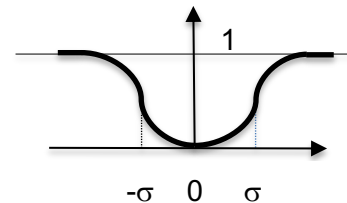


Figura 3: F. Gaussiana



II. INDICES DE PREFERENCIA AGREGADOS Y FLUJOS DE SUPERACION

Establecida la información necesaria para modelar la preferencia (matriz de decisión, información intercriterio e información intracriterio), pasamos al análisis de los índices de preferencia agregados y los flujos de superación, sin los cuales no podrá llegar a realizarse el análisis Promethee.

Pues es a través de los flujos de superación de donde se deducen las clasificaciones tanto parcial como completa, y estos flujos no llegan a existir sin el establecimiento previo de los índices de preferencia agregados.

a. Índices de preferencia agregados

Los índices de preferencia agregados adquieren una labor fundamental en el desarrollo del análisis, pues nos cuantificarán con que intensidad una alternativa (a) es preferida a otra (b).

Estos índices se obtendrán a través del sumatorio del conjunto de las funciones de preferencia asociadas a cada criterio, ponderadas cada una de ellas por el peso relativo asociado a cada criterio, de forma que definiremos un índice de preferencia agregado $\pi(a,b)$ de la siguiente forma:

$$\pi(a,b) = \sum_{j=1}^k P_j(a,b) w_j$$

Hay que indicar también que los índices de preferencia agregados se modelizan de forma que adquieren cuatro propiedades diferentes:

- ~ $\pi(a,b) \sim 0$, Tendremos una escasa preferencia de a sobre b
- ~ $\pi(a,b) \sim 1$, Tendremos una fuerte preferencia de a sobre b
- ~ $\pi(a,a) = 0$, Una misma alternativa no podrá ser preferida a si misma.
- ~ $0 \leq \pi(a,b) \leq 1 \quad \forall a,b \in A$

b. Flujos de superación

Los índices de preferencia agregados nos permiten cuantificar en que medida preferimos una alternativa con respecto a otra, pero únicamente ofrecen una comparación a dos, no nos permiten comparar de forma conjunta la preferencia de un criterio sobre todos los demás. Para poder desarrollar esta tarea servirán los flujos de superación, a través de los cuales se establecerá la medida con la que una alternativa (a) es preferida al resto de las alternativas estudiadas (Flujo de superación positivo o de

salida) y a la vez cuantificara en que medida el resto de estas alternativas son preferidas a una determinada alternativa (a) (Flujo de superación negativo o de entrada). Tendremos por lo tanto de un lado el flujo de superación positivo o de salida de una alternativa(a):

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(a,b).$$

Por otro lado el flujo de superación negativo o de entrada de esa misma alternativa (a):

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(b,a).$$

Siendo n el numero de alternativas analizadas y por lo tanto n-1 el resto de alternativas distintas a la que alternativa (a) cuyos flujos de superación estamos calculando. Obteniendo así que aquellas alternativas con mayor flujo positivo y a la vez menor flujo negativo que otra alternativa cualquiera (b), serán mejores que esta.

III. PROMETHEE I: Clasificación parcial de las alternativas

Mediante de los flujos de superación previamente calculados, podremos comenzar nuestra clasificación parcial con el método Promethee I.

Este método pretende clasificar las mejores alternativas comparando los resultados obtenidos con los flujos de superación. De tal forma que se podrán obtener relaciones de preferencia, indiferencia o incomparabilidad entre las diversas alternativas.

Expresándolas del siguiente modo:

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ y } \phi^-(a) < \phi^-(b) \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ y } \phi^-(a) < \phi^-(b) \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ y } \phi^-(a) = \phi^-(b) \end{array} \right. \Leftrightarrow aPb \text{ (a es preferida a b)}$$

$$\phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ y } \phi^-(a) = \phi^-(b) \Leftrightarrow alb \text{ (a es indiferente a b)}$$

$$\text{Para cualquier otro caso} \Leftrightarrow aRb \text{ (a es incomparable con b)}$$

El principal problema que plantea este método es la posibilidad de encontrar alternativas incomparables entre si, dando lugar así únicamente a una clasificación parcial de

aquellas alternativas comparables. Para solventar este problema utilizaremos el método Promethee II.

IV. PROMETHEE II: Clasificación completa de las alternativas.

El método Promethee II se basa en los flujos netos de superación para así poder comparar adecuadamente todas las posibles alternativas y establecer un orden completo de todas ellas.

Este flujo neto de superación surge de la diferencia entre el flujo de salida y de entrada de una alternativa, de modo que:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(b)$$

Obteniendo así que cuanto mayor sea el flujo neto de una alternativa mejor será esta, por lo que una alternativa (a) será preferida a otra (b) si su flujo neto de superación es superior, e indiferente entre si, si llegan a igualar sus flujos netos. De forma que:

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi(a) > \phi(b) \Leftrightarrow aPb \text{ (a es preferida a b)} \\ \phi(a) = \phi(b) \Leftrightarrow alb \text{ (a es indiferente a b)} \end{array} \right.$$

V. PLANO GAIA⁷

Una vez establecidas el conjunto de ordenes tanto parciales como completos, para sacar las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos poseemos una herramienta muy intuitiva y descriptiva, el plano GAIA. Mediante este plano se permite al decisor contemplar gráficamente el problema multicriterio y visualizar las diferencias existentes entre los diversos criterios.

El análisis parte de la consideración de los flujos netos unicriterio, que son aquellos flujos ya no asociados a cada alternativa para todo el conjunto de criterios como en el método Promethee II sino asociados a un solo criterio. Estos flujos adoptan la siguiente forma:

$$\phi_j(a) = \frac{1}{n-1} \sum [P_j(a,b) - P_j(b,a)]$$

⁷Gironés, Xavier; Madrid, Daniel; Valls, Aida (2008). Comparación de Dos Métodos de Toma de Decisiones Multicriterio: MACBETH y PROMETHEE. Pag 31 y ss.

Así considerando individualmente a cada criterio $g_j(\cdot)$ hallaremos su flujo neto unicriterio asociado ($\phi_j(a)$) y una vez obtenido, las alternativas podrán representarse en un espacio k -dimensional por vectores cuyas componentes son los flujos netos unicriterio: $\phi_j(\cdot)$ ($j=1,2,3,\dots,k$). De modo que cada alternativa adquiera la siguiente forma:

$$\beta(a)=[\phi_1(a), \phi_2(a), \phi_3(a), \dots, \phi_j(a), \dots, \phi_k(a)]$$

A su vez el sumatorio de todos estos flujos unicriterio ponderados por sus pesos, nos ofrece el flujo neto multicriterio hallado en el método Promethee II:

$$\phi(a) = \sum_{j=1}^k \phi_j(a) w_j$$

Pero además en el plano GAIA también pueden representarse los pesos de las alternativas, mediante otro vector independiente y unitario k -dimensional. Este vector unitario se proyectará sobre w (que contendrá el conjunto de pesos de todos los criterios tal que: $w=w_1, w_2, w_3, \dots, w_j, \dots, w_k$), formando así el llamado eje de decisión del Promethee y representado como π .

Tal denominación es adquirida por la importancia que tiene en la toma de decisiones, pues dependiendo de su dirección y longitud nos encontraremos ante dos situaciones bien diversas.

- ~ En el caso de un eje de decisión largo, este tendrá un fuerte poder de decisión y por lo tanto se deberían escoger aquellas alternativas más alejadas del origen, si bien siempre aquellas que vayan en la misma dirección que el eje de decisión. De esta forma en un solo vistazo podremos observar que alternativas deben ser escogidas. (Al estar ya representadas el conjunto de las alternativas en los diversos puntos del plano GAIA)
- ~ En el caso contrario de que el eje de decisión sea corto, tendremos un débil poder de decisión ocasionado por el conflicto entre los diversos criterios escogidos (pues irán en direcciones opuestas anulándose entre si y creando dificultades a la hora de escoger las alternativas favorables), por lo que una solución lógica se decantaría por las alternativas cercanas al origen.

De este modo el Plano GAIA nos será de gran utilidad ofreciéndonos información precisa sobre los criterios, pesos y alternativas y todo ello de una sola vez, pudiendo aproximarnos de forma visual, rápida y certera a la mejor alternativa para cada conjunto de pesos escogido.

8. APLICACIÓN DE LOS METODOS

I. APLICACIÓN DE LOS METODOS AL ESTUDIO DE NORMALIDAD SANITARIA EN ESPAÑA

a. Elección de los criterios y su modelización⁸

Una vez definida la metodología a implementar podemos pasar a aplicarla al análisis pretendido. de esta forma comenzamos por establecer las funciones de preferencia asociadas a cada criterio para así llegar a formar los criterios generalizados en nuestro análisis.

Nuestro objetivo en este primer estudio será analizar el conjunto de las prestaciones hospitalarias que ofrece cada CCAA para determinar que comunidad ofrece los mejores servicios en situación de normalidad (Es decir excluyendo el año 2020 de nuestro análisis, que será analizado en el estudio posterior)⁹.

Antes de exponer el conjunto de los criterios y el porqué de su importancia, habrá que precisar que todos ellos han sido ponderados según el numero de habitantes de cada CCAA¹⁰, pues de nada nos sirve comparar las prestaciones sanitarias de las distintas CCAA en términos absolutos, pues en ese caso sería obvio que por ejemplo Andalucía siempre se encontraría con unas prestaciones superiores a las de las Islas Baleares.¹¹ Es por ello por lo que realizamos las comparaciones en términos relativos al ponderar las variables en función del numero de habitantes de cada comunidad.

Estos criterios seleccionados son modelizados bajo tres tipos de funciones de preferencia diferentes:

~ Función de tipo usual: Aplicable al criterio 2

⁸ Dodgson, J & Spackman, Michael & Pearman, Alan & Phillips, Lawrence. (2009). *Multi-Criteria Analysis: A Manual*. Pag 9 y ss.

⁹ Zuniga, M. A., Carrillo-Zuniga, G., Seol, Y. H., & Fos, P. J. (2009). *Multi-criteria assessment of county public health capability disparities*

¹⁰ Fuente: INE (2019). Dir web: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2915>

¹¹ Para el correcto entendimiento de las prestaciones sanitarios que ofrece cada CCAA: Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad
Ley 2/1998, de 15 de junio, de Salud de Andalucía

- ~ Función de tipo preferencia lineal: Aplicable a los criterios 5,6,7,8,9,10,11 y 17 (con $m=2$) 12,13 (con $m=1$) 14,15 (con $m=3$) y 16 (con $m=5$)
- ~ Función de Tipo gaussiano: Aplicable a los criterios 1 (con $\sigma=59$),3 (con $\sigma=0,3$), 4 (con $\sigma=0,7$) y 18 (con $\sigma= 480$).

Para la elección de los parámetros m y σ nos hemos basado en la desviación típica que sufrirían el conjunto de las alternativas en cada criterio (basándonos para ello en las diversas publicaciones que recogen este método de establecimiento de los parámetros¹²)

En este primer estudio analizamos 18 criterios distintos¹³.

1. (MAX) Numero de camas en los hospitales por cada 100.000 habitantes¹⁴.

Una de las prestaciones fundamentales en todo hospital es el numero de camas disponibles para los pacientes internos, pues en función de estas se podrán atender a un mayor numero de pacientes que necesiten cuidados medios o intensivos. Maximizamos este criterio de forma que cuanto mayor sea este indicador mejor situada encontraremos a una determinada CCAA.

Modelizamos este criterio a través de una función gaussiana con σ igual a 59 (igual a la desviación típica sufrida en el conjunto de las alternativas como hemos explicado previamente)

Figura 4: Función de preferencia Camas



¹² Brans, J.P.; Vincke, Ph. (1985): "A preference ranking organisation method" o Hermenegildo Chávez, MV; Rueda Osuna, Yolanda (2013). "Metodología de análisis multicriterio Aplicación al crecimiento sostenible en la Unión Europea".

¹³ Thokala P. (2016). *Multiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making--An Introduction: Report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force* Pag. 8.

Marsh K. (2016). *Multiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making—Emerging Good Practices: Report 2 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force.* Pag 127 y ss.

¹⁴ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir Web:

<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/hospitales.do?tipo=camas>

Ministerio de Sanidad (2019). *Catalogo nacional de hospitales.* **Ver Anexo [2]**

2. (MIN) Numero de centros privados por cada 1.000.000 habitantes.¹⁵

Tendremos en cuenta este criterio para poder así distinguir entre la sanidad privada que consume recursos para los individuos y la publica donde estos no tendrán que pagar nada, castigando en nuestros criterios a aquellos hospitales que se alejen de la sanidad gratuita.¹⁶

De forma que el criterio seguirá una función de tipo usual, donde se preferirá una alternativa frente a otra siempre que la diferencia entre ambas sea negativa (al estar minimizando el criterio)

Figura 5: Función de preferencia centros privados



3. (MAX) Personal medico en atención primaria y especializada por cada 1.000 habitantes¹⁷.

Según datos del ministerio de sanidad, casi el 45%¹⁸ del gasto sanitario de cada CCAA (si bien este porcentaje varia entre el 35% y 55%) se destina a las remuneraciones de personal, por ello y en consonancia con la importancia que tanto las instituciones publicas como las personalidades sanitarias ofrecen a este criterio¹⁹ (junto con el del numero de enfermeros profesionales que posteriormente analizaremos), debemos prestarle especial atención a su evolución.

Esta tendencia que se ha obtenido duarte los años anteriores continuará en la actualidad, pues si atendemos a los presupuestos generales establecidos para este

¹⁵ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir Web:

https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/prestaciones/centrosServiciosSNS/hospitales/docs/CNH_2020.xlsx
Ver Anexo [3]

¹⁶ Goetghebeur MM, Wagner M, Khoury H, Levitt RJ, Erickson LJ, Rindress D.(2012). Bridging health technology assessment (HTA) and efficient health care decision making with multicriteria decision analysis (MCDA). Pag 6

¹⁷ Fuente: <http://inclasns.msssi.es/main.html?permalink=0b7f45a45fbeda2a8ab1b60e0175616a>. **Ver Anexo [4]**

¹⁸ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir Web.

https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/portada/docs/DATOS_SNS_A4_112020.pdf

¹⁹ OMS (2010). El personal sanitario es imprescindible para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con la salud.

2021 en gasto de sanidad podremos observar como en la mayoría de las partidas las remuneraciones de personal representan el mayor porcentaje de gasto, en consonancia a su importancia y necesidad²⁰.

De forma que el criterio seguirá una función gaussiana con σ igual a las desviaciones típicas existentes.

Figura 6: Función de preferencia personal medico



4. (MAX) Numero de enfermeros en atención primaria y especializada por cada 1.000 habitantes²¹.

Conformando el conjunto del personal sanitario nos encontramos además de con los sanitarios previamente analizados, con los profesionales de la enfermería que contribuirán de igual manera al funcionamiento del sistema sanitario.

En este caso de nuevo analizamos el conjunto de enfermeros tanto en atención primaria como especializados, bajo la función de preferencia gaussiana($\sigma=0,7$):

Figura 7: Función de preferencia enfermeros



²⁰ Presupuestos Generales del Estado (2021). Ministerio de Hacienda.

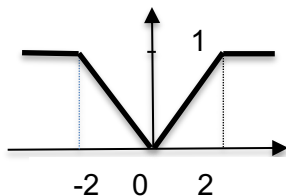
²¹ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir Web:

<http://inclasns.msssi.es/main.html?permalink=4cb7b8f3c685541c96a25de250d1786d> **Ver Anexo [5]**

5-11. (MAX) Equipos por cada 1.000.000 habitantes²²

El material para realizar las intervenciones sanitarias resulta de vital importancia e imprescindible para el desarrollo de la función sanitaria. Dentro de esta categoría el material de alta tecnología ocupara un lugar fundamental, pues determinadas operaciones o intervenciones no serian posibles sin ellos. Según el ministerio de sanidad y atendiendo al sistema nacional de salud español²³, el material de alta tecnología para el desarrollo de la función sanitaria se encuentra compuesto por los equipos: TAC, RMN, GAM, HEM, ASD, LIT, BCO (*excluido del análisis debido a que solo la comunidad de Madrid posee tales equipos, lo que distorsionaría los resultados en caso de incluirlo*), ALI, SPECT, PET, MAMO, DO y DIAL²⁴. Es por ello por lo que serán los materiales que vamos a tener en cuenta para nuestro estudio. Comenzando con los Equipos TAC, nos encontramos con uno de los equipos de alta tecnología más utilizados y de mayor importancia debido a su uso generalizado (a diferencia de otro material mucho más especializado que únicamente será utilizado para enfermedades de mayor gravedad y más inusuales. Será modelizado bajo una función de preferencia lineal con $m=2$ al ser esta la desviación típica del conjunto de las alternativas existente para este criterio

Figura 8: Función de preferencia Equipos TAC



$$P(d) \begin{cases} d/2 & \text{si } d \leq 2 \\ 1 & \text{si } d > 2 \end{cases}$$

(Misma función para RMN, GAM, HEM, ASD, ALI, SPECT)²⁵

12. (MAX) Equipos LIT por cada 1.000.000 habitantes

Este criterio a diferencia del resto será modelizado bajo las condiciones $m=1$ debido a la menor cantidad de equipos y desviación que sufren las alternativas en este conjunto de equipos, adquiriendo por lo tanto preferencia estricta por un criterio frente a otro a partir de dicho punto.

²² Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir Web:

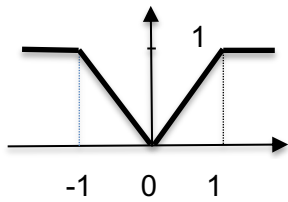
<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/hospitales.do?tipo=equipos> Ver Anexo [6]

²³ Fuente: Ministerio de Sanidad <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/hospitales.do?tipo=equipos>

²⁴ Para identificar cada equipo, Ver Anexo [7]

²⁵ Siendo estos los criterios, 6,7,8,9,10 y 11 respectivamente.

Figura 9: Función de preferencia Equipos LIT

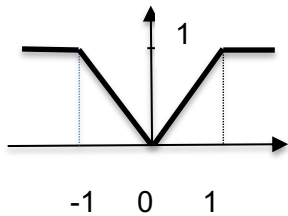


$$P(d) \begin{cases} d/1 & \text{si } d \leq 1 \\ 1 & \text{si } d > 1 \end{cases}$$

13. (MAX) Equipos PET por cada 1.000.000 habitantes

De nuevo para este criterio estableceremos de nuevo preferencia estricta a partir de 1 ($m=1$) en consonancia con sus desviaciones típicas.

Figura 10: Función de preferencia Equipos PET

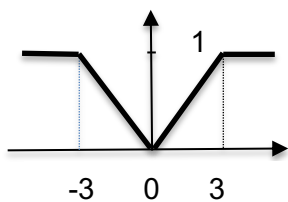


$$P(d) \begin{cases} d/1 & \text{si } d \leq 1 \\ 1 & \text{si } d > 1 \end{cases}$$

14. (MAX) Equipos MAMO por cada 1.000.000 habitantes

Tanto este criterio como el siguiente presentan mayores desviaciones que el resto de los equipos por lo que estableceremos la preferencia estricta de los mismos a partir de 3, continuando bajo el modelo de una función de preferencia lineal con $m=3$.

Figura 11: Función de preferencia Equipos MAMO

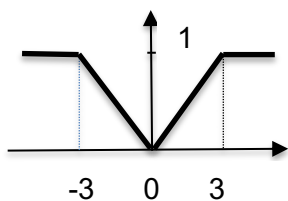


$$P(d) \begin{cases} d/3 & \text{si } d \leq 3 \\ 1 & \text{si } d > 3 \end{cases}$$

15. (MAX) Equipos DO por cada 1.000.000 habitantes

Este criterio lo modelizaremos de la misma forma que el anterior, de forma que:

Figura 12: Función de preferencia Equipos DO

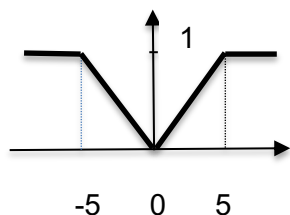


$$P(d) \begin{cases} d/3 & \text{si } d \leq 3 \\ 1 & \text{si } d > 3 \end{cases}$$

16. (MAX) Equipos DIAL por cada 1.000.000 habitantes

En cuanto a los Equipos DIAL si bien siguen la misma función de preferencia lineal que el resto de los criterios basados en el material tecnológico indispensable para la función sanitaria, en este caso no tendremos preferencia estricta por una alternativa frente a otra hasta que $d \geq 5$. Es decir, el criterio adquiere la siguiente forma:

Figura 13: Función de preferencia Equipos DIAL



$$P(d) \begin{cases} d/5 & \text{si } d \leq 5 \\ 1 & \text{si } d > 5 \end{cases}$$

Todos estos criterios materiales resultan fundamentales para que una CCAA tenga unas prestaciones sanitarias óptimas, por lo que se establecerán como criterios a maximizar en nuestro análisis.

17. (MAX) Numero de quirófanos por cada 100.000 habitantes²⁶.

Dentro del conjunto de necesidades sanitarias las instalaciones e infraestructura donde desarrollar las intervenciones medicas resultan fundamentales. Por ello introduciremos dentro de nuestros criterios el numero de quirófanos existentes en cada hospital.

Para este criterio tomaremos la misma función y parámetros que para los criterios 5-11.

18. (MAX) Gasto en sanidad por cada habitante²⁷.

Por último ponderaremos dentro de nuestros criterios el gasto en sanidad por cada habitante, pues si bien el conjunto de los criterios analizados viene dado en función de este gasto en sanidad, hay prestaciones menores como la compra de material sanitario o el material intermedio que se verán incrementadas o disminuidas en función de este presupuesto.

²⁶ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir web: <http://inclasns.msssi.es/main.html>. Ver Anexo [8].

²⁷ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir. Web: <https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/inforRecopilaciones/docs/presupuestosIniciales.xls> Ver Anexo [9]

Este gasto en sanidad vendrá incrementándose anualmente consecuentemente con los aumentos del PIB, aumentando la diferencia existente entre las diversas CCAA.²⁸ Este criterio lo modelizaremos bajo una función de preferencia gaussiana, con σ igual a 480. Nos encontramos aquí con el criterio que más desviación sufre entre las diversas alternativas existentes.

Figura 14: Función de preferencia Gasto en Sanidad



b. Asignación de los pesos de cada criterio

En cuanto a los pesos de cada criterio estos han sido asignados en función de la importancia sanitaria que tiene cada criterio (si bien es cierto que esta importancia no es cuantificable en un número preciso, por lo que tendremos un margen de decisión para aplicar estos pesos. Como se expuso anteriormente estos pesos se encontrarán entre 0-1 y de forma que la suma de todos ellos sea igual a la unidad.

Dado que en todo análisis multicriterio la elección de los pesos de los criterios es siempre el punto más controvertido²⁹, realizaremos una primera asignación de pesos (Primer escenario) en función de las prestaciones que creemos son más necesarias para la sanidad (basándonos para ello tanto en la dotación presupuestaria que se le ofrece a cada uno como en lo expuesto en las diversas revistas y artículos científicos³⁰), que recibirá el nombre de asignación basada en criterios profesionales y contemplaremos un segundo escenario basándonos en el método de la entropía, para eliminar cualquier resquicio de subjetividad en nuestro análisis³¹. Conformando así dos

²⁸ Ministerio de Sanidad (2018). Informe Anual del Sistema Nacional de Salud. Resumen ejecutivo. Ministerio de Sanidad (2018). Informe Anual del Sistema Nacional de Salud. Comunidad Autónoma de Andalucía.

²⁹ Fundación Weber (2018). El análisis de decisión multicriterio en el ámbito sanitario Pág. 23 y ss. Marsh, K., Lanitis, T., Neasham, D. et al. (2014). Assessing the Value of Healthcare Interventions Using Multi-Criteria Decision Analysis: A Review of the Literature. *Pharmacoeconomics* 32, 345–365. Pág. 350 y ss.

³⁰ Starfield B. (2004) Atención Primaria. Equilibrio entre necesidades de salud, servicios y tecnología. Arenas MM, Lafuente, e., Rodriguez, M.V., (1998). Goal programming model for evaluating an hospital service performance. *The New England Journal of Medicine*.

³¹ Puig-Junoy, J. (2019). El análisis de decisión multicriterio: ¿Qué es y para qué sirve?

escenarios distintos para cada ponderación y comparando posteriormente ambos resultados para ver si ambas aproximaciones son similares³².

b1. Asignación de los pesos basada en criterios profesionales

En esta primera asignación de pesos, nos basamos en la literatura médica y las indicaciones presupuestarias para el establecimiento de los pesos de los criterios como expusimos anteriormente.

Atendiendo a las citadas referencias, la literatura nos indica que el criterio más peso tiene es el personal medico sanitario en consonancia también con las dotaciones presupuestarias establecidas para las remuneraciones de este personal³³. Sin embargo de nada serviría un buen personal si este no contara con los materiales e infraestructura adecuados para desarrollar la función sanitaria. Es por ello que establecemos los siguientes pesos para nuestros criterios:

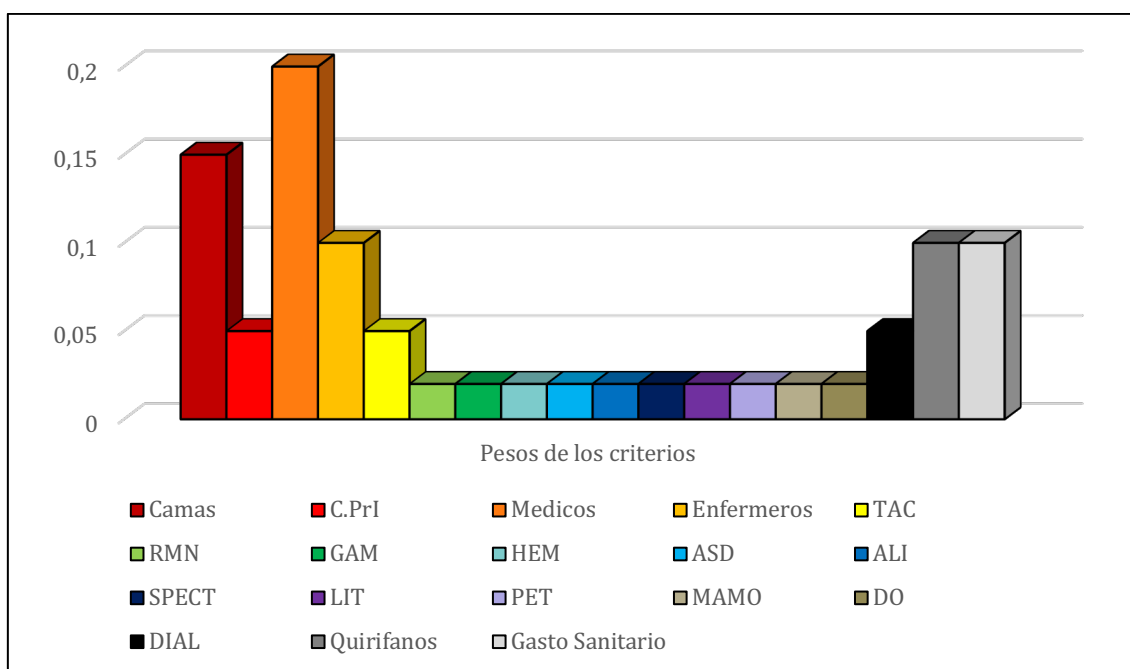
Tabla 2: Pesos de los criterios primer escenario

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pesos	0,15	0,05	0,2	0,1	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Pesos	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,1	0,10

³² Desarrollamos todos los cálculos a través de la herramienta promethee-gaia, mediante el software de versión gratuita para estudiantes y mundo académico. Dir. Web: <http://www.promethee-gaia.net/software.html>

³³ Presupuestos Generales del Estado (2021). Ministerio de Hacienda

Figura 15: Ponderación de los criterios basada en C.profesionales



La ponderación ha seguido, por lo tanto, la siguiente distribución:

30% de la ponderación para las instalaciones (quirófanos 10% camas, 15% forma instalaciones, públicas o privadas 5%)

30% de la ponderación para el personal sanitario, tanto médicos (20%) como enfermeros (10%)

30% de la ponderación para el equipo sanitario necesario, distinguiendo en este caso entre el equipo sanitario mucho más especializado (ponderado con 0,02) y aquel otro que es utilizado de manera más habitual y por lo tanto tendrá más importancia dentro de la función sanitaria corriente (ponderado con el doble de peso), como son los equipos TAC y DIAL.

10% para el presupuesto sanitario, que permitirá los gastos corrientes en material para la sanidad, así como las posibilidades de ampliación de materiales y personal.

De esta forma, los tres pilares más importantes de la medicina: los recursos materiales, los recursos humanos y la infraestructura, se ponderan por igual, pues todos los criterios son indispensables y requisitos necesarios sin los cuales no pueden llevarse a cabo las labores sanitarias.

En nuestro caso, además, contemplamos una cuarta categoría, la del presupuesto sanitario, que ayuda a computar todos aquellos materiales menores y prestaciones accesorias que se quedan fuera de estos tres pilares fundamentales.

Conformando así los cuatro grupos de criterios para nuestro análisis: **1. Instalaciones e infraestructura 2. Recursos humanos 3. Recursos materiales. 4. Criterios económicos.**

b2. Asignación de pesos basada en el método de la entropía³⁴

Una vez hallados los pesos de los criterios bajo el primer escenario, contrastamos los resultados obtenidos con los ofrecidos a partir del método de la entropía (segundo escenario). En este caso no ponderamos cada criterio según la mayor o menor importancia que pueda tener en el panorama sanitario, sino que nos basamos en la distribución objetiva de los distintos pesos, para así poder evitar cualquier ápice de subjetividad e imparcialidad en la designación de los mismos.

Este método se encarga de distribuir los pesos para cada criterio en función de la cantidad de información que el conjunto de las alternativas aporta para dicho criterio. De forma que se establecen pesos superiores a aquellos criterios que posean mayores diferencias entre el conjunto de las evaluaciones (resultados) obtenidos a partir del conjunto de las alternativas existentes. Estableciéndose los pesos inferiores para aquellos criterios ($g_j(\cdot)$), cuyas alternativas nos ofrezcan evaluaciones ($g_j(a_1), g_j(a_2), \dots, g_j(a_i) \dots g_j(a_n)$) muy similares.

~ En primer lugar, se procede a normalizar cada evaluación, como cociente entre la evaluación y la suma del conjunto de evaluaciones para el mismo criterio j , que denominaremos a_{ij} , de forma que: $a_{ij} = g_j(a_i) / \sum_{i=1}^n g_j(a_i)$ ³⁵

~ En segundo lugar, se pasa al cálculo de la entropía E_j de cada criterio j (con $j=1,2,3 \dots k$), que se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^n a_{ij} \ln(a_{ij})$$

$$\text{Con } k = 1/\ln(n)$$

Donde n = Número de alternativas analizadas

~ Cuanto mayor sea la entropía, más similares serán las evaluaciones de los criterios, es decir, justo lo contrario que buscamos con este método, por lo que se procede a

³⁴ Estrada García, José Martín (2002). *Asignación de pesos no subjetivos, para la valuación*

³⁵ Para los criterios a minimizar se procederá con sus inversos multiplicativos, para homogeneizar así toda la matriz a criterios de Max. (Estrada, 2002.)

hallar el complementario de la entropía de cada criterio j, definido como diversidad (Dj):

$$D_j = 1 - E_j$$

~ Por último, normalizamos las diversidades, obteniendo así de forma definitiva el valor de los pesos a través de este método de la entropía. De tal forma que:

$$W_j = D_j / \sum_{j=1}^k D_j$$

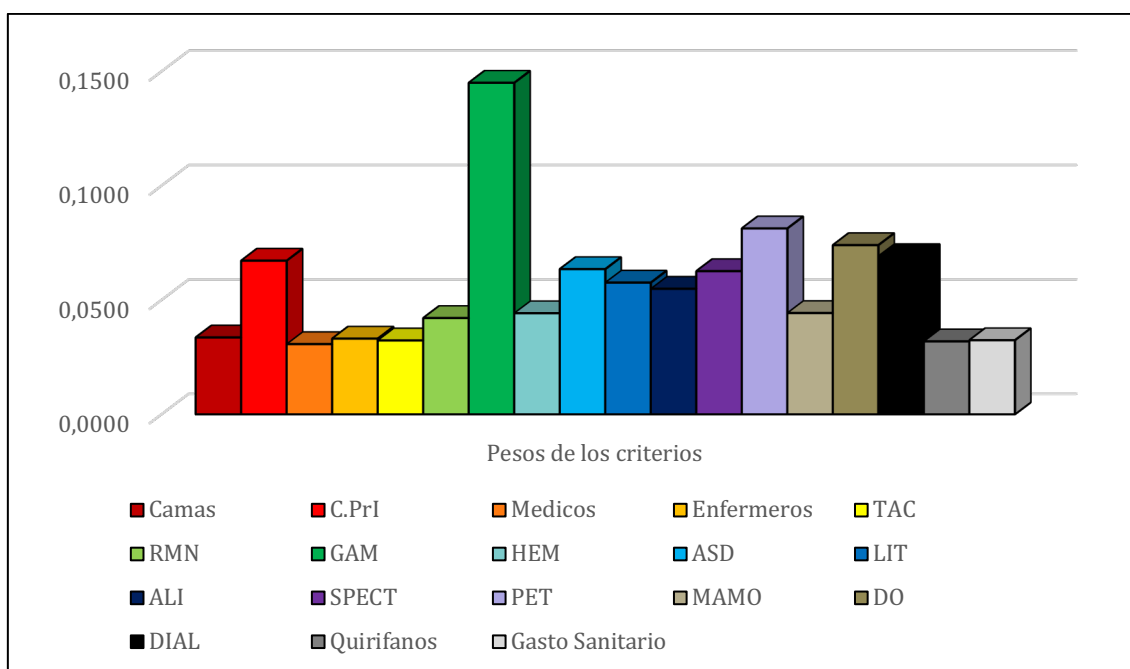
Una vez definido el método pasamos a su aplicación.³⁶

Tabla 3: Entropía y diversidad de cada criterio.

	Entropía (E)	Diversidad (D)	Pesos (W)
Nº Camas	0,9767	0,0233	0,0336
Centros Privados	0,9534	0,0466	0,0672
Nº Médicos	0,9787	0,0213	0,0307
Nº Enfermeros	0,9770	0,0230	0,0331
TAC	0,9776	0,0224	0,0323
RMN	0,9708	0,0292	0,0421
GAM	0,8994	0,1006	0,1450
HEM	0,9694	0,0306	0,0442
ASD	0,9560	0,0440	0,0635
ALI	0,9619	0,0381	0,0549
SPECT	0,9565	0,0435	0,0626
LIT	0,9600	0,0400	0,0575
PET	0,9436	0,0564	0,0813
MAMO	0,9693	0,0307	0,0443
DO	0,9487	0,0513	0,0740
DIAL	0,9520	0,0480	0,0692
Quirófanos	0,9779	0,0221	0,0319
Gasto Sanitario	0,9775	0,0225	0,0324

³⁶ Debido al elevado número de evaluaciones (n=323) la normalización de cada criterio la remitimos al Anexo [10].

Figura 16: Ponderación de los criterios basada en la entropía.



Como podemos observar, en este segundo escenario, mediante este método los pesos de los criterios difieren con claridad de los anteriores, destacando una anomalía con respecto al anterior estudio.

El peso obtenido por los equipos GAM destaca por encima del resto como consecuencia que se trata del único criterio donde existen comunidades (tanto Cantabria como Navarra) sin equipos de esta clase en sus hospitales. Lo que provoca una pérdida de posiciones en la clasificación completa de tales comunidades con respecto al método anterior.

c. Flujos de superación

Aplicando los pesos establecidos previamente y los criterios generalizados modelizados según la función correspondiente, obtenemos los siguientes flujos de superación para nuestras alternativas^{37 38}:

³⁷ Debido al gran número de criterios y alternativas analizadas hemos encontrado conveniente no exponer paso a paso el conjunto de los índices de preferencia agregados pasando directamente a exponer los flujos de superación.

³⁸ Exponemos, en primer lugar, los flujos calculados a partir de los pesos basados en los criterios profesionales y presupuestarios (C.P), continuando con los flujos hallados mediante los pesos basados en el método de la entropía (E).

Tabla 4: Flujos de superación salida y entrada (Método C.Profesionales)

	Flujo Positivo/salida (σ^+)	Flujo negativo/entrada (σ^-)
Andalucía	0,0880	0,5385
Aragón	0,4247	0,1123
Asturias	0,3883	0,1418
Baleares	0,2542	0,2088
Canarias	0,2151	0,2792
Cantabria	0,1558	0,3011
Castilla-La Mancha	0,2991	0,2843
Castilla-León	0,1662	0,3242
Cataluña	0,2336	0,2695
Comunidad Valenciana	0,1799	0,3199
Extremadura	0,2065	0,2529
Galicia	0,2329	0,1778
Madrid	0,2538	0,2169
Murcia	0,1163	0,3514
Navarra	0,5678	0,1108
País Vasco	0,3838	0,1378
Rioja	0,1820	0,3205

Tabla 5: Flujos de superación salida y entrada (Método Entropía)

	Flujo Positivo/salida (σ^+)	Flujo negativo/entrada (σ^-)
Andalucía	0,1878	0,5091
Aragón	0,3647	0,3123
Asturias	0,4067	0,2577
Baleares	0,4922	0,2217
Canarias	0,4974	0,2134
Cantabria	0,2158	0,4942
Castilla-La Mancha	0,3863	0,2891
Castilla-León	0,1196	0,6279
Cataluña	0,2320	0,3908
Comunidad Valenciana	0,3696	0,2733
Extremadura	0,1885	0,5056
Galicia	0,3342	0,2651

Madrid	0,4726	0,1989
Murcia	0,1691	0,4746
Navarra	0,4811	0,3035
País Vasco	0,4024	0,2439
Rioja	0,4974	0,2363

A partir de ellos podemos establecer las relaciones de preferencia de aquellas alternativas comparables, para obtener la clasificación parcial de estas.

d. Promethee I: Clasificación parcial de las alternativas

Como ya sabemos el método Promethee I no nos permite clasificar todas las alternativas de forma completa ya que algunas de ellas serán incomparables entre sí, cuando no presenten alguna de las siguientes relaciones:

$$\sigma^+(a) > \sigma^+(b) \text{ y } \sigma^-(a) < \sigma^-(b)$$

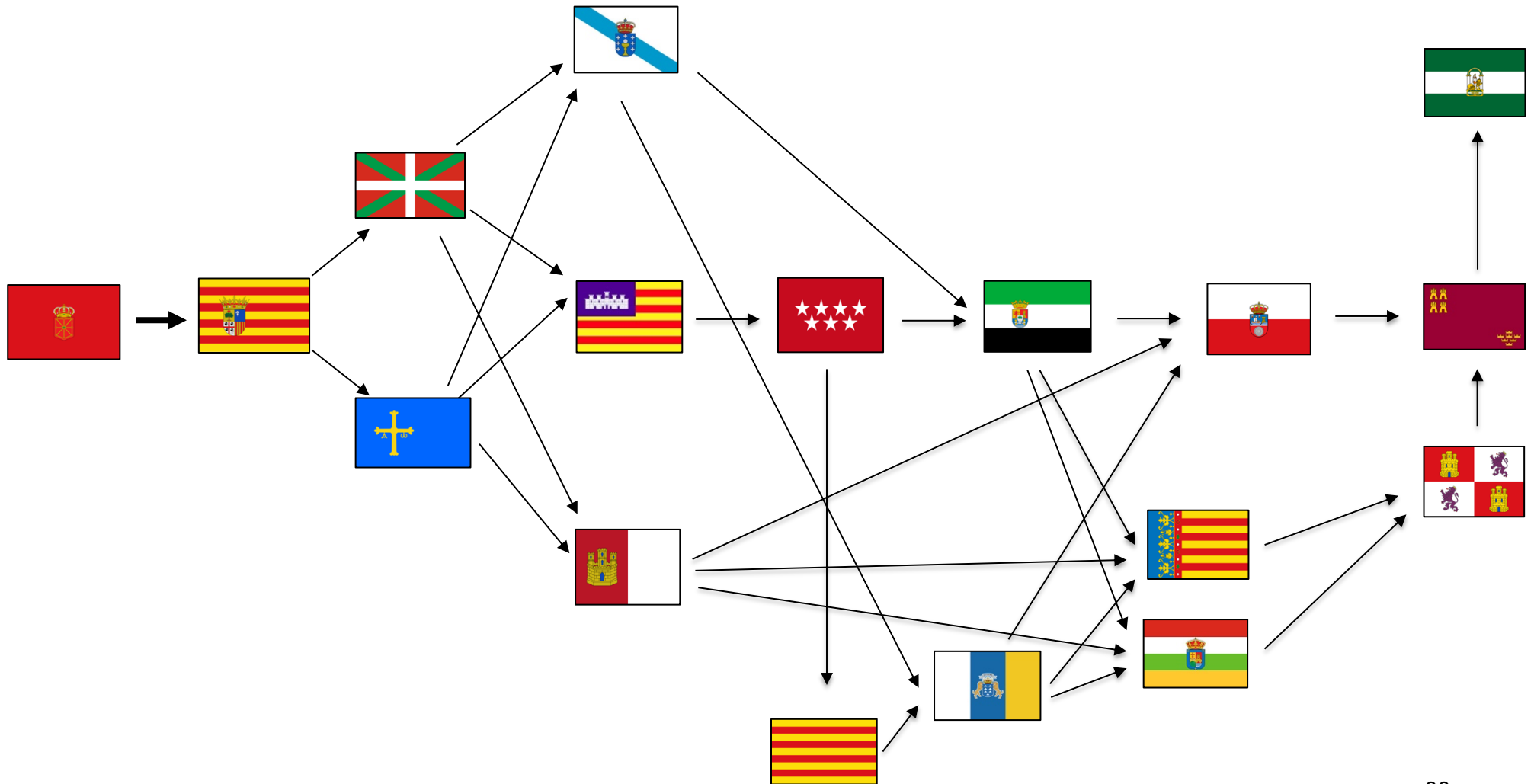
$$\sigma^+(a) = \sigma^+(b) \text{ y } \sigma^-(a) < \sigma^-(b) \quad \Leftrightarrow \text{ aPb (a es preferida a b)}$$

$$\sigma^+(a) > \sigma^+(b) \text{ y } \sigma^-(a) = \sigma^-(b)$$

$$\sigma^+(a) = \sigma^+(b) \text{ y } \sigma^-(a) = \sigma^-(b) \quad \Leftrightarrow \text{ alb (a es indiferente a b)}$$

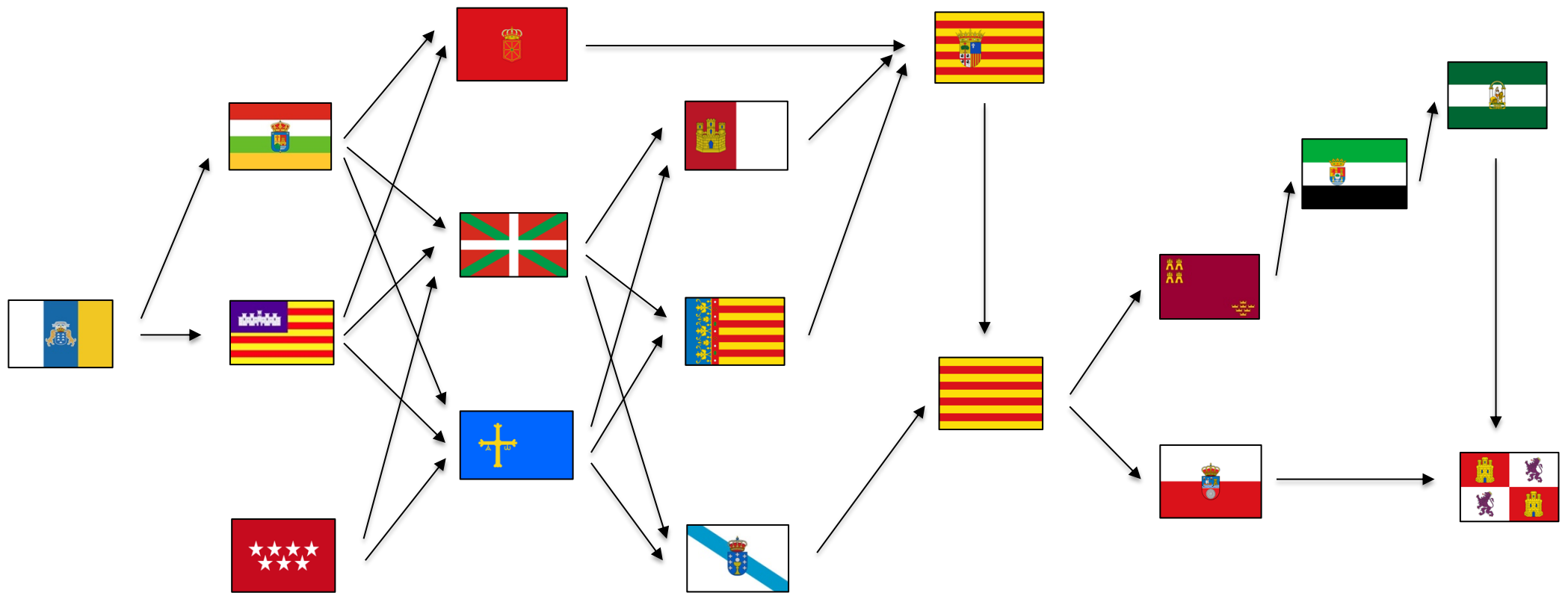
Sin embargo, estas relaciones de preferencia, indiferencia o incomparabilidad nos sirven para establecer una clasificación parcial.
 La clasificación parcial según el método basado en los criterios profesionales y presupuestarios es la siguiente;

Figura 17: Clasificación parcial según criterios profesionales



Tomando como referencia el cálculo de los pesos basado en el método de la entropía obtenemos la siguiente clasificación parcial

Figura 18: Clasificación parcial según método entropía



Podemos observar que ambos métodos nos ofrecen resultados muy dispares, esto se debe en gran medida al cambio de ponderación de los criterios de personal sanitario y de los equipos GAM.

En el primero de los escenarios, debido a las partidas presupuestarias, el personal sanitario obtendrá la mayor ponderación de todos los criterios debido a su importancia como pilar fundamental de nuestro sistema sanitario. Sin embargo, si atendemos al segundo de los escenarios, son los criterios GAM los que obtienen una ponderación destacada por encima del resto. Esto se debe a que en el primer escenario los criterios GAM se consideran materiales de alta tecnología únicamente aplicables para casos sanitarios muy específicos y por lo tanto con una ponderación reducida, pero en el segundo de los escenarios podemos observar que las CCAA experimentan sus mayores divergencias en cuanto al número de esta clase de equipos.

e. Promethee II: Clasificación completa de las alternativas

Una vez establecida la clasificación parcial podemos centrarnos en la clasificación completa de las alternativas a partir de sus flujos netos, de forma que:

$$\varnothing(a) > \varnothing(b) \Leftrightarrow aPb \text{ (a es preferida a b)}$$

$$\varnothing(a) = \varnothing(b) \Leftrightarrow alb \text{ (a es indiferente a b)}$$








Tabla 6: Flujos de superación netos:

	Flujos netos (\varnothing)(C.P)	Flujos netos (\varnothing)(E)
Andalucía	-0,4505	-0,3212
Aragón	0,3123	0,0524
Asturias	0,2465	0,1491
Baleares	0,0453	0,2705
Canarias	-0,0641	0,2840
Cantabria	-0,1454	-0,2784
Castilla-La Mancha	0,0148	0,0971
Castilla-León	-0,1580	-0,5083
Cataluña	-0,0359	-0,1587

Comunidad Valenciana	-0,1400	0,0963
Extremadura	-0,0464	-0,3171
Galicia	0,0551	0,0691
Madrid	0,0369	0,2736
Murcia	-0,2352	-0,3055
Navarra	0,4570	0,1776
País Vasco	0,2460	0,1585
Rioja	-0,1386	0,2612

Llegados a este punto, con el cálculo de los flujos positivos, negativos y netos, podemos proceder a la clasificación de nuestras alternativas para establecer que CCAA posee mejores prestaciones en este ámbito sanitario.

Tabla 7: Clasificación completa de las alternativas por ambos métodos³⁹

Método C. Profesionales		Método Entropía	
1. Navarra		1. Canarias	 +10
2. Aragón		2. Madrid	 +5
3. Asturias		3. Islas Baleares	 +3
4. País Vasco		4. La Rioja	 +8
5. Galicia		5. Navarra	 -4
6. Islas Baleares		6. País Vasco	 -2
7. Madrid		7. Asturias	 -4
8. Castilla- La Mancha		8. Castilla- La Mancha	 =
9. Cataluña		9. Comunidad Valenciana	 +4
10. Extremadura		10. Galicia	 -5
11. Canarias		11. Aragón	 -9
12. La Rioja		12. Cataluña	 -3
13. Comunidad Valenciana		13. Cantabria	 +1
14. Cantabria		14. Murcia	 +2
15. Castilla y León		15. Extremadura	 -5
16. Murcia		16. Andalucía	 +1
17. Andalucía		17. Castilla y León	 -2

En función del primer escenario podemos observar como en consonancia con la clasificación parcial, las CCAA del norte de España por lo general presentan mejores resultados que las del resto de España.

Sin embargo, mediante el segundo de los escenarios esta sincronía del norte se rompe y no podemos establecer una diferenciación clara por sectores. Aunque para corroborar mejor estos resultados nos remitimos al siguiente apartado (**f. Plano GAIA**)




³⁹ Marcaremos cuantas posiciones ha ascendido o descendido cada comunidad autónoma en el segundo escenario (entropía) con respecto a los resultados obtenidos en el primero (criterios profesionales). En el conjunto de criterios a analizar no se ha tenido en cuenta las circunstancias del hecho insular de las CCAA de Canarias e Islas Baleares.

f. Plano GAIA

Dentro del análisis del plano GAIA vamos a realizar dos análisis distintos, para así concluir si la localización por un lado, o el equipo de gobierno por otro pueden o han influido en las prestaciones y calidad del sistema sanitario de cada CCAA.

f1. Plano GAIA en función de la localización espacial

Para el estudio de las alternativas según la localización geográfica dentro del plano GAIA, procedemos a dividir las en tres grandes grupos:

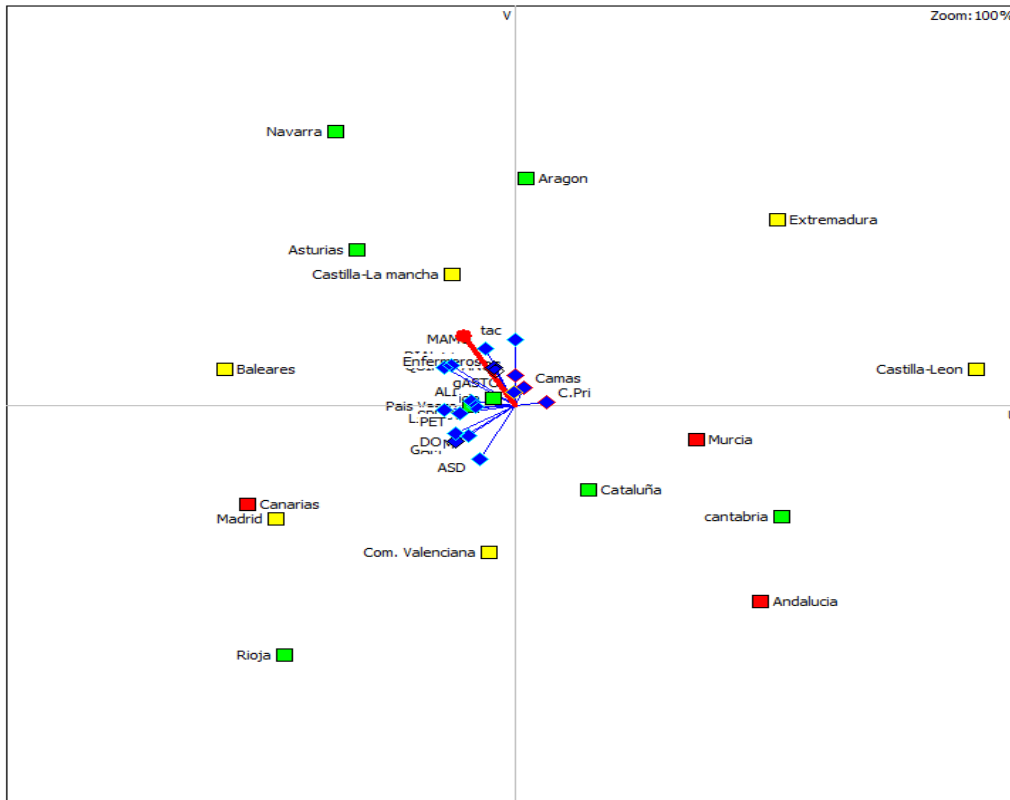
- ~ Comunidades Autónomas del norte de España. 
- ~ Comunidades Autónomas del centro de España. 
- ~ Comunidades Autónomas del sur de España. 

Pretendiendo así concluir si la localización geográfica de cada provincia influye en el desempeño y actuaciones del sistema sanitario⁴⁰.

Comenzando con el método de cálculo de los pesos basado en los criterios sanitarios y presupuestarios, obtenemos el siguiente plano GAIA.

⁴⁰ En el análisis tomamos en consideración ambos métodos del cálculo de los pesos.

Figura 19: Plano GAIA localización-criterios sanitarios y presupuestarios



Observamos como, en este caso, si bien no existe una correlación perfecta entre la localización de las CCAA y la calidad de las prestaciones sanitarias, si que podemos establecer ciertas conclusiones basadas en su posicionamiento geográfico:

- ~ En primer lugar, ninguna comunidad del sur se encuentra entre aquellas regiones con mejor sistema sanitario, sino que estas se encuadran más bien dentro de los sistemas sanitarios medios o más rezagados de España.
- ~ En cuanto a las comunidades autónomas del centro de España, si bien ninguna de ellas se encuentra entre las regiones con las mejores prestaciones sanitarias, tampoco se encuadrarán entre aquellas más deficientes. Por lo que se mantendrán en la media de las prestaciones del país, con un desempeño aceptable en la totalidad de los casos.
- ~ Por último, las regiones del norte experimentan un comportamiento diferente. Pues, aunque son algunas de ellas las que mejores resultados nos arrojan, hay otras (como Cataluña o Cantabria) que se encuentran dentro del grupo de los peores sistemas sanitarios.

Por lo que podemos observar como si que se establecen ciertas similitudes en función de la localización de cada comunidad.⁴¹

En segundo lugar, basándonos en el método de la entropía obtenemos el siguiente plano GAIA:

Figura 20: Plano GAIA localización-entropía



En este caso, podemos observar como las comunidades del sur, centro y norte de España se encuentran dispersas entre sí, por lo que no podemos establecer una correlación entre la localización y las prestaciones ofrecidas de las CCAA del norte, centro y sur.




Aun así podemos continuar diciendo que el grupo de las CCAA del norte es el que mejores resultados arroja en su conjunto.

⁴¹ Sin que en ningún momento pueda pensarse que este es el único factor que influye en el desempeño de las labores sanitarias, pues de otro modo poseeríamos una correlación perfecta entre ambas variables.

f2. Plano GAIA en función del equipo de gobierno

Además de la localización, otra de las posibles variables externas que puede influir en el desarrollo de los sistemas sanitarios, es el equipo de gobierno existente en cada comunidad⁴². Por lo que en este segundo caso, realizamos una distinción de las CCAA según los partidos políticos que gobiernen en cada una de ellas, para establecer si existe relación entre el equipo de gobierno y la calidad del sistema sanitario de las CCAA.⁴³

Las CCAA se dividen en los siguientes grupos:⁴⁴

- ~ CCAA gobernadas por el PSOE 
- ~ CCAA gobernadas por el PP 
- ~ CCAA gobernadas por coaliciones regionales 

Para el primero de los métodos utilizados obtenemos el siguiente plano GAIA:

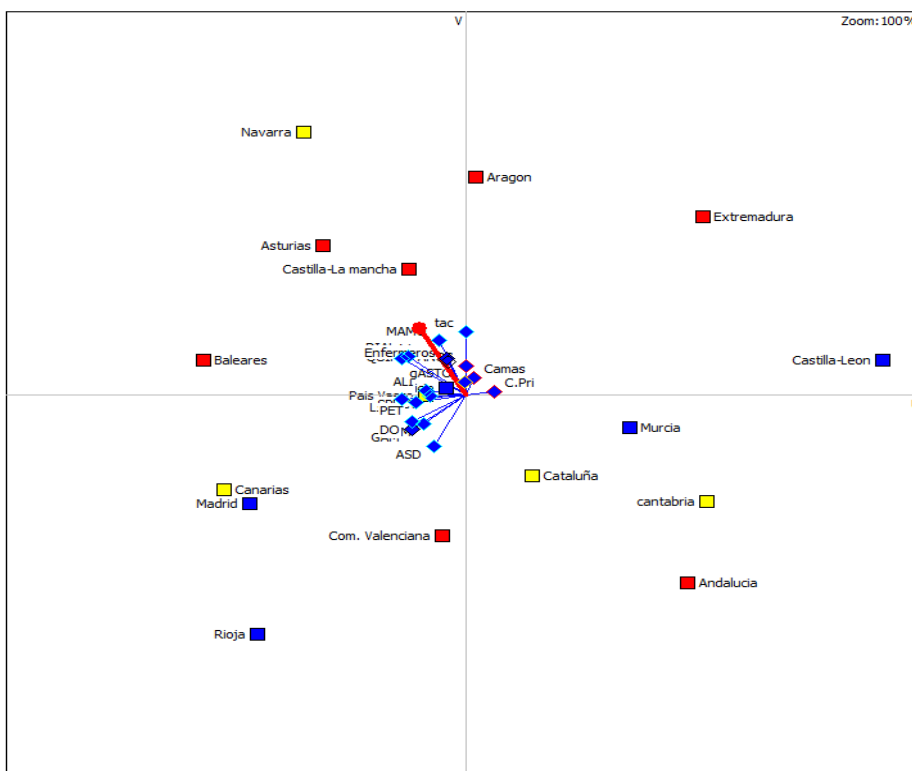
⁴² Es bueno recordar en este momento que el grueso las competencias sanitarias se encuentran en manos de las CCAA y no del Estado.

Cantero Priet, David (2003). *The transfer of public health responsibilities in Spain*

⁴³ Para ello basamos el análisis en el equipo de gobierno existente con anterioridad a 2019, pues de nada serviría realizar el análisis a partir de los equipos elegidos a partir del 26 de mayo de 2019, ya que en el breve periodo de tiempo desde que se formó gobierno hasta el final de este año 2019 apenas se pudieron tomar medidas sanitarias, y mucho menos hubo tiempo para que pudieran surtir efectos.

⁴⁴ Fuente: <https://www.rtve.es/noticias/20190815/pactos-redibujan-mapa-del-26m-permiten-pp-conservar-madrid-murcia-castilla-leon-psoe-gobernar-navarra/1977179.shtml>

Figura 21: Plano GAIA político-criterios sanitarios y presupuestarios

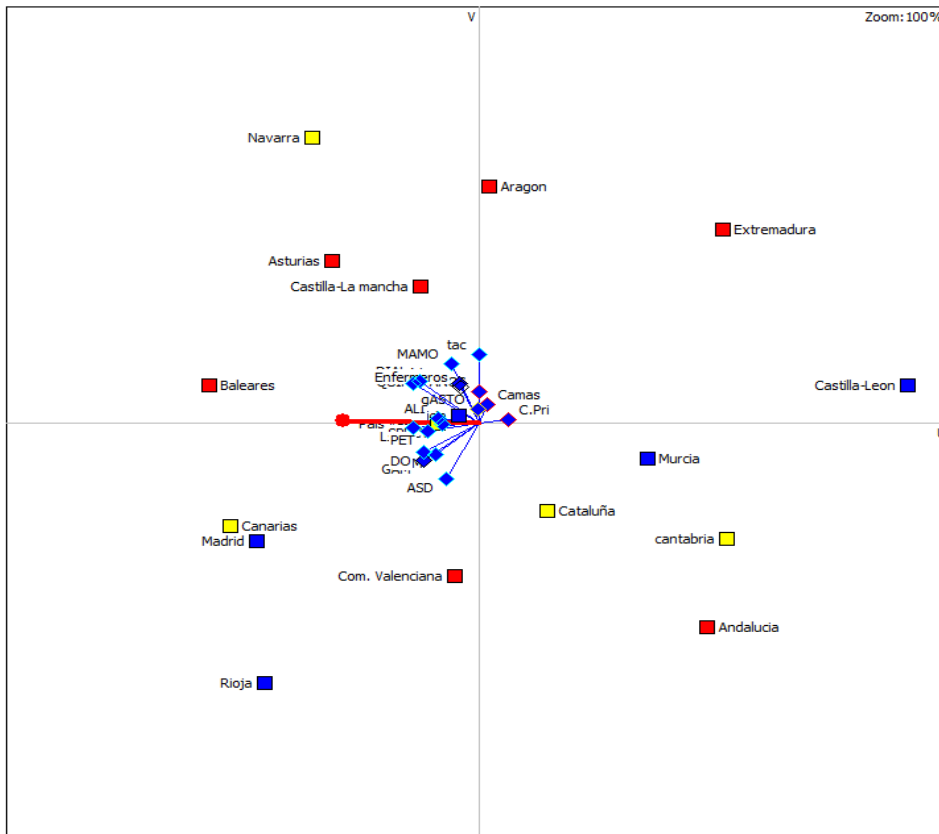


En función de los resultados arrojados podemos concluir que, si bien al igual que para el criterio anterior (localización) no existe una correlación perfecta entre el equipo de gobierno existente y el óptimo funcionamiento sanitario, si que pueden establecerse ciertos rasgos basados en esta distinción.

- ~ En primer lugar, aquellas CCAA gobernadas por equipos regionalistas se mantienen alejadas de los peores sistemas sanitarios, destacando que la CCAA con mejores resultados está gobernada por un partido regionalista.
- ~ En segundo lugar, las CCAA gobernadas por el PP, se distribuyen entre los sistemas sanitarios con resultados medios y aquellos más modestos, sin encontrarnos con ninguna CCAA entre los sistemas mejor situados.
- ~ Por último, las CCAA gobernadas por el PSOE no siguen un patrón claro, pues se encontrarán dispersas y por lo tanto la ubicación no tendrá relación. Con la posición que ocupan en la clasificación

Realizando este mismo análisis pero para el segundo de los escenarios (entropía) obtenemos los siguientes resultados:

Figura 22: Plano GAIA político-entropía



Como podemos comprobar, el análisis es parecido al anterior pues de nuevo la primera posición la ostenta una comunidad regionalista. Las comunidades gestionadas por el PSOE continúan distribuidas a lo largo de todo el espectro. El cambio más notorio lo vemos en las CCAA gestionadas por el PP, las cuales experimentan una mejoría con respecto al análisis anterior donde ninguna de ellas se encantaba entre las mejores clasificadas.

Por lo que podemos acabar concluyendo que, si bien el espectro político al igual que la localización espacial de cada CCAA no es presupuesto único para el desempeño sanitario, sí que pueden establecerse aquellas pequeñas similitudes entre gestión política y prestaciones sanitarias que hemos mencionado anteriormente.

II. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS AL ESTUDIO DE EXCEPCIONALIDAD OCASIONADO POR EL SARS-COV-2 EN ESPAÑA

a. Elección de los criterios y su modelización

En este segundo estudio lo que nos disponemos a analizar no son las prestaciones sanitarias que ofrece cada CCAA de forma habitual⁴⁵, sino el rendimiento de cada una de ellas ante la situación excepcional vivida durante la crisis del COVID-19 y las prestaciones que pueden ofrecer ante esta situación⁴⁶, de forma que, en este caso, tanto los criterios como sus ponderaciones sufren cambios con respecto al análisis previo.

Para el análisis de este estudio de excepcionalidad seguimos la misma operativa previa de analizar todos los criterios y ponderarlos, para realizar las comparaciones en términos relativos y no absolutos. Pero, en este caso, no contaremos con el número total de habitantes de la CCAA autónoma para realizar los cálculos de todos los criterios, sino que determinados criterios los ponderaremos según la incidencia vírica que se ha producido entre los habitantes de cada CCAA^{47,48}, pues en este año de excepcionalidad cada CCAA ha incrementado (o ha debido incrementar) sus recursos sanitarios en función del número total de contagios y necesidades existentes en cada región. En caso contrario, de no ponderar relativamente los criterios, realizaríamos un análisis erróneo, ya que las CCAA que más prestaciones han incorporado han sido aquellas con mayor incidencia vírica y, sin embargo, ello no nos lleva a concluir que estas han sido las regiones que mejor han actuado frente al virus. De este modo, ponderando las prestaciones establecidas en cada CCAA por el número de contagios totales, elaboramos las precisiones sobre que CCAA se ha desenvuelto mejor en este año de excepcionalidad sanitaria y ha ofrecido consecuentemente las mejores prestaciones sanitarias.

Los criterios seleccionados serán modelizados bajo dos tipos de funciones de preferencia diferentes:

⁴⁵ En el estudio anterior analizamos las prestaciones sanitarias existentes durante el año 2019 en situación de normalidad sanitaria.

⁴⁶ Analizamos únicamente este escenario desde la perspectiva temporal del año 2020 sin posibilidad de realizar un análisis extensivo a todo el periodo completo de duración de la pandemia por no disponer a la hora de la realización de este estudio de los datos completos para 2021 (únicamente disponemos de los datos correspondientes a los primeros meses del año 2021)

⁴⁷ Tal y como recogen las diversas publicaciones sanitarias: Alexandre Medeiros Figueiredoa, Antonio Daponte-Codinac, Daniela Cristina Moreira Marculino Figueiredo, et al. (2020).

⁴⁸ Fuente: https://cnecovid.isciii.es/covid19/resources/casos_tecnica_ccaa.csv

- ~ Función de tipo preferencia lineal: Aplicable a los criterios 5 (con $m=185$) y 6 (con $m=1$).
- ~ Función de Tipo gaussiano: Aplicable a los criterios 1 (con $\sigma=150$), 2 (con $\sigma=6$), 3 (con $\sigma=385$) y 4 (con $\sigma=85$).

Para la elección de los parámetros m y σ nos hemos basado en la desviación típica que sufren el conjunto de las alternativas en cada criterio (basándonos para ello en las diversas publicaciones que recogen este método de establecimiento de los parámetros⁴⁹).

En este segundo estudio analizamos seis criterios distintos:⁵⁰

1. (MIN) Número de contagios registrados en el conjunto del año 2020 por cada 10.000 habitantes⁵¹.

En primer lugar, y el punto de partida de este análisis, es el conjunto de casos de COVID-19 que ha tenido cada CCAA ponderados de nuevo según el número de habitantes de cada CCAA. Además de ponderar el conjunto de los criterios por el número de contagiados, establecemos este índice como criterio adicional.

En nuestro caso modelizamos este criterio bajo una función de preferencia gaussiana con $\sigma=150$:

Figura 23: Función de preferencia contagios



⁴⁹ Brans, J.P.; Vincke, Ph. (1985): "A preference ranking organisation method" o Hermenegildo Chávez, MV; Rueda Osuna, Yolanda (2013). "Metodología de análisis multicriterio Aplicación al crecimiento sostenible en la Unión Europea".

⁵⁰ **Ver Anexo [11].** En este escenario contamos con un menor número de criterios que el anterior, lo que nos permite, a través de las variables fundamentales que han afectado durante la pandemia, establecer unos análisis y conclusiones más precisos. Dejando de lado criterios superfluos para este escenario como el material de alta tecnología, que en ningún caso servirá de utilidad para hacer frente a la crisis vírica.

⁵¹ Fuente: Ministerio de sanidad. Dlr Web:

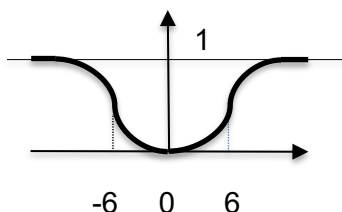
https://cnecovid.isciii.es/covid19/resources/casos_tecnica_ccaa.csv **Ver Anexo [12].**

2. (MIN) Número de habitantes fallecidos por cada 10.000 habitantes⁵².

Además del criterio anterior, debemos ponderar también la mortalidad ocasionada por el virus en cada CCAA. Ambos criterios, aunque coordinados, no tienen por qué estar relacionados directamente, ya que puede darse el caso de que en una región con un elevado número de contagios, la mortalidad no haya sido tan elevada como en otras.⁵³ Por ello incluiremos este criterio de mortalidad y lo ponderaremos por cada 10.000 habitantes en cada región. Para hallar así la tasa de mortalidad ocasionada en cada CCAA.

En este caso volvemos a modelar el criterio bajo una función de preferencia gaussiana con $\sigma=6$:

Figura 24: Función de preferencia mortalidad



$$P(d) \begin{cases} 0 & \text{si } d=0 \\ 1-e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}} & \text{si } d>0 \end{cases}$$

3. (MAX) Número de camas COVID disponibles por cada 10.000 habitantes contagiados⁵⁴

Uno de los principales problemas que se vivió durante toda la primera ola del virus fue la indisponibilidad del equipo necesario para alojar a los pacientes enfermos, por la falta de camas COVID adaptadas y disponibles en los hospitales de cada CCAA. Por ello, introducimos en nuestro análisis este criterio. Sin embargo, no tendrá ni la misma importancia ni la misma forma de construirlo que en el estudio previo realizado. En este caso, lo calcularemos por cada 10.000 habitantes contagiados a lo largo del año en la región, de esta forma detectamos que CCAA han dispuesto de un mayor número de camas y por lo tanto las que menor presión hospitalaria han sufrido.

⁵² Fuente: Ministerio de sanidad. Dir Web:

https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actualizacio_n_282_COVID-19.pdf **Ver Anexo [13]**

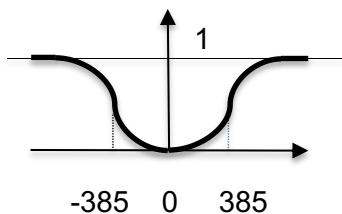
⁵³ En el panorama mundial encontramos tasas de mortalidad muy diversas entre el 0,1 y el 5% sin coincidencia directa con sus contagios. Johns Hopkins (2020). Mortality in most affected countries.

⁵⁴ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir Web:

https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actualizacio_n_282_COVID-19.pdf **Ver Anexo [14].**

Este criterio sigue una función de preferencia gaussiana con $\sigma=385$.

Figura 25: Función de preferencia camas COVID



$$P(d) \begin{cases} 0 & \text{si } d=0 \\ 1-e^{-\frac{d^2}{2 \cdot 385^2}} & \text{si } d>0 \end{cases}$$

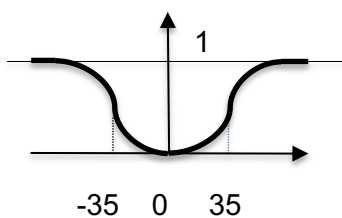
4. **(MAX) Número de camas COVID UCI por cada 10.000 habitantes contagiados⁵⁵.**

El número de UCIS disponibles es de vital importancia pues nos muestra la capacidad de cada CCAA para atender enfermedades graves que precisan de cuidados intensivos, como es el caso de los ataques graves del virus al sistema inmunológico.

Se trata de un criterio aun más importante que el anterior desde el punto de vista sanitario, pues es en estas camas donde se aloja a la población de mayor riesgo y a la que el virus afecta con mayor intensidad. Es por tanto un criterio transcendental para paliar y evitar el crecimiento del número de defunciones a causa del COVID.

Bajo la función de preferencia gaussiana podemos modelizar su comportamiento, contando con $\sigma=35$.

Figura 26: Función de preferencia camas UCI



$$P(d) \begin{cases} 0 & \text{si } d=0 \\ 1-e^{-\frac{d^2}{2 \cdot 35^2}} & \text{si } d>0 \end{cases}$$

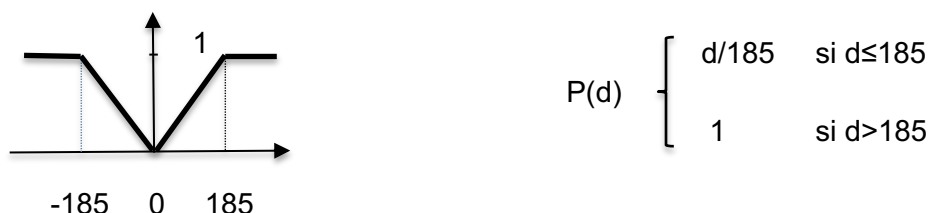
⁵⁵ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir Web: https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actualizacio_n_282_COVID-19.pdf Ver Anexo [15].

5. **(MIN) Personal sanitario contagiado por cada 10.000 contagios⁵⁶.**

Los recursos humanos disponibles durante la pandemia son un factor clave en el desempeño de las tareas sanitarias, sin embargo, como consecuencia de lo expuesto en el Anexo [11], no ha sido posible su contabilización completa a la hora de la realización de este estudio, por ello vamos a utilizar como criterio el número de personal contagiado. Los sanitarios afectados por el virus no pueden como es lógico llevar a cabo su función profesional y, por lo tanto, se verán disminuidas tanto las prestaciones como la operatividad de cada CCAA.

Este criterio se modeliza bajo una función de preferencia lineal con $m=185$:

Figura 27: Función de preferencia personal contagiado



6. **(MAX) Gasto sanitario durante la pandemia (Año 2020) por cada habitante.⁵⁷**

Por último, como criterio económico fundamental, ponderamos el gasto que ha experimentado cada CCAA en este año 2020. Esto nos puede acercar a encontrar que CCAA han podido contra con mayor margen para el consumo de material intermedio y materiales de protección.

Este criterio es modelizado bajo una función de preferencia lineal con $m=1$:

Figura 28: Función de preferencia incremento gasto



⁵⁶ Fuente: Ministerio de Sanidad. Dir Web:

https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Documents/INFORMES/Informes%20COVID-19/INFORMES%20COVID-19%202021/Informe%20COVID-19.%20N%c2%ba%2060_05%20de%20enero%20de%202021.pdf Ver Anexo [16].

⁵⁷ Fuente: Ministerio de Sanidad (2020). Dir Web:

<https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/inforRecopilaciones/docs/presupuestosIniciales.pdf> Ver Anexo [17].

b. Asignación de los pesos de los criterios

Para la elección y cálculo de los pesos de los criterios seguimos el mismo esquema que en el estudio anterior, el de plantearnos dos escenarios distintos, en el primero el calculo de los pesos se basa en los criterios sanitarios , mientras que en el segundo y para hacerlo de forma objetiva se utiliza el método de la entropía.

b1. Asignación de los pesos basada en criterios profesionales.

De nuevo para la elección de los pesos de los criterios recurrimos a los artículos y revistas científicas que disertan sobre el tema sanitario⁵⁸, para así comprender qué criterio obtiene mayor importancia y cuál, sin embargo, posee una importancia más reducida.

Según los citados documentos, el criterio de mortalida es el mas importantes de todos, pues lo que se pretende ante toda enfermedad, siguiendo el código deontológico medico⁵⁹, es evitar la muerte del paciente y la mejoría en su salud. Es por ello que el criterio de la tasa de mortalidad es el que ponderamos con mayor peso, seguido del número de contagios.

Por lo tanto, la ponderación de nuestros criterios se distribuye de la siguiente forma:

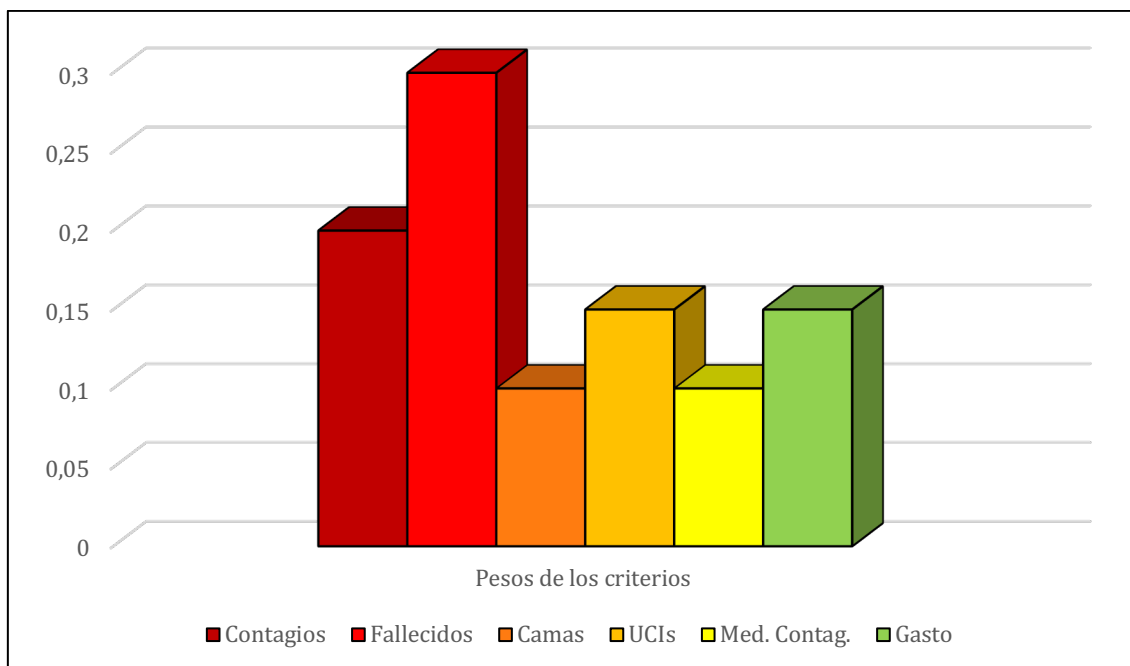
Tabla 8: Pesos de los criterios segundo escenario

	1	2	3	4	5	6
Pesos	0,2	0,3	0,1	0,15	0,10	0,15

⁵⁸ Pérez CN, García CCE, Ruiz FMAP, et al. (2020). *Importancia del uso adecuado del equipo de protección individual y la implementación de protocolos de seguridad perioperatorios durante la pandemia de COVID-19* / Alexandre Medeiros Figueiredoa, Antonio Daponte-Codinac, Daniela Cristina Moreira Marculino Figueiredo, et al. (2020). *Factores asociados a la incidencia y la mortalidad por COVID-19 en las comunidades autónomas.*

⁵⁹ Fuente: https://www.cgcom.es/sites/default/files/codigo_deontologia_medica_2011.pdf.

Figura 29: Ponderación de los criterios primer escenario



La ponderación sigue, por lo tanto, la siguiente distribución:

50% de la ponderación para los factores virológicos (fallecidos 30%, contagiados 20%), ellos son los que han marcado las necesidades de cada CCAA así como las actuaciones necesarias en cada región.

25% de la ponderación para los recursos materiales (camas 10%, UCIs 15%). Ponderando de forma superior el conjunto de camas UCI, al establecerse en las mismas, prestaciones superiores para los pacientes.

15% de la ponderación para los criterios económicos.

10% de la ponderación para el personal sanitario.

Conformando así los cuatro grupos de criterios para nuestro segundo análisis: **1. Factores virológicos 2. Recursos humanos 3. Recursos materiales. 4. Criterios económicos.**

De esta forma los grupos establecidos para 2020 difieren de los elegidos en el estudio anterior para el año 2019.

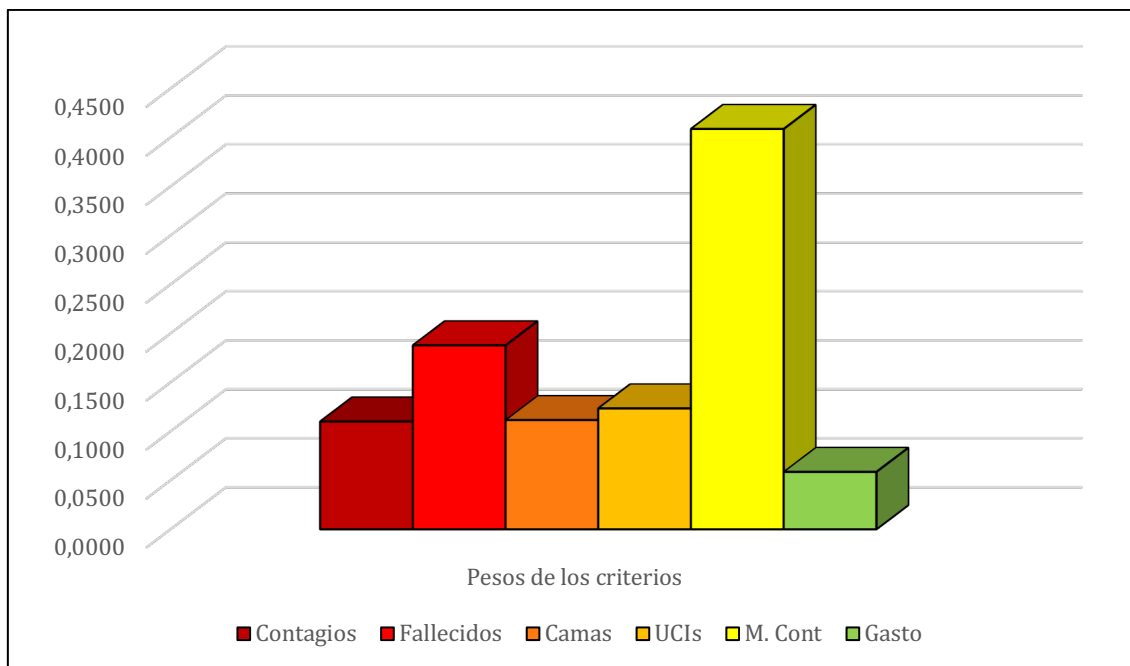
b2. Asignación de los pesos basada en el método de la entropía.⁶⁰

El segundo de nuestros escenarios utiliza un método objetivo para calcular el peso, (método de la entropía) y a partir del cálculo de la entropía y diversidad asigna un peso a cada criterio. Pasamos a exponer dichos pesos:⁶¹

Tabla 9: Entropía, diversidad y pesos segundo escenario.

	Entropía (E)	Diversidad (D)	Pesos (W)
Nº Contagios	0,9241	0,0759	0,11
Nº Fallecidos	0,8704	0,1296	0,1878
Camas	0,9230	0,0770	0,1115
UCIs	0,9148	0,0852	0,1234
Med. Contagiados	0,7179	0,2821	0,4087
Gasto	0,9596	0,0404	0,0586

Figura 30: Ponderación de los pesos de los criterios (entropía)



⁶⁰ En este punto no nos reiteramos en la explicación teórica del método, para ello nos remitimos al apartado anterior (8.1.b.b2.)

⁶¹ La normalización de cada criterio la remitimos al **Anexo [18]**.

Como podemos observar de nuevo con este método, los pesos de los criterios difieren con claridad de los anteriores, debido a las disparidades presentadas entre las CCAA sobre todo en el criterio número 5 de los médicos contagiados.

En el año 2020 se han encontrado CCAA en las que los contagios del personal sanitario se disparan hasta los 8000 mientras que en otras estos no llegan hasta los 800. Esto provoca que sea este criterio número quinto el que se lleve más ponderación sobre el resto, los cuales poseen resultados más homogéneos

c. Flujos de superación

Aplicando los pesos establecidos previamente y los criterios generalizados modelizados según la función correspondiente, obtenemos los siguientes flujos de superación para las alternativas⁶²:

Tabla 10: Flujos de superación salida y entrada (C. Profesionales)

	Flujo Positivo/salida (ϑ^+)	Flujo negativo/entrada (ϑ^-)
Andalucía	0,2939	0,1652
Aragón	0,1115	0,4153
Asturias	0,4472	0,1696
Baleares	0,4034	0,1106
Canarias	0,6323	0,1015
Cantabria	0,3213	0,1848
Castilla-La Mancha	0,0924	0,4104
Castilla-León	0,0902	0,4389
Cataluña	0,1553	0,2817
Comunidad Valenciana	0,2689	0,1702
Extremadura	0,3100	0,1393
Galicia	0,5210	0,0800
Madrid	0,0931	0,4587
Murcia	0,2654	0,1950
Navarra	0,1591	0,3894

⁶² Exponemos, en primer lugar, los flujos calculados a partir de los pesos basados en los criterios profesionales y presupuestarios (C.P), continuando con los flujos hallados mediante los pesos basados en el método de la entropía (E).

País Vasco	0,2753	0,2343
Rioja	0,0168	0,5119

Tabla 11: Flujos de superación salida y entrada (Método Entropía)

	Flujo Positivo/salida (\emptyset^+)	Flujo negativo/entrada (\emptyset^-)
Andalucía	0,4062	0,1095
Aragón	0,1359	0,3621
Asturias	0,3359	0,3653
Baleares	0,4435	0,1266
Canarias	0,5606	0,1464
Cantabria	0,2098	0,4466
Castilla-La Mancha	0,1250	0,4040
Castilla-León	0,0942	0,4688
Cataluña	0,3185	0,1833
Comunidad Valenciana	0,2765	0,1762
Extremadura	0,2688	0,1816
Galicia	0,4477	0,1343
Madrid	0,3589	0,2688
Murcia	0,2949	0,1806
Navarra	0,0804	0,5605
País Vasco	0,4342	0,1864
Rioja	0,0813	0,5712

A partir de estos flujos establecemos las relaciones de preferencia de aquellas alternativas comparables, para obtener la clasificación parcial de estas.

d. Promethee I: Ordenación parcial

Como expusimos en el escenario anterior (*Pag. 35*), antes de comenzar con la clasificación de las alternativas procedemos a su ordenación parcial en función de los flujos de entrada y salida⁶³.

⁶³ Exponemos, en primer lugar, la clasificación parcial conforme al método de los criterios profesionales, seguida de la clasificación obtenida tras la aplicación del método de la entropía.

Figura 31: Clasificación parcial según método basado en C. profesionales

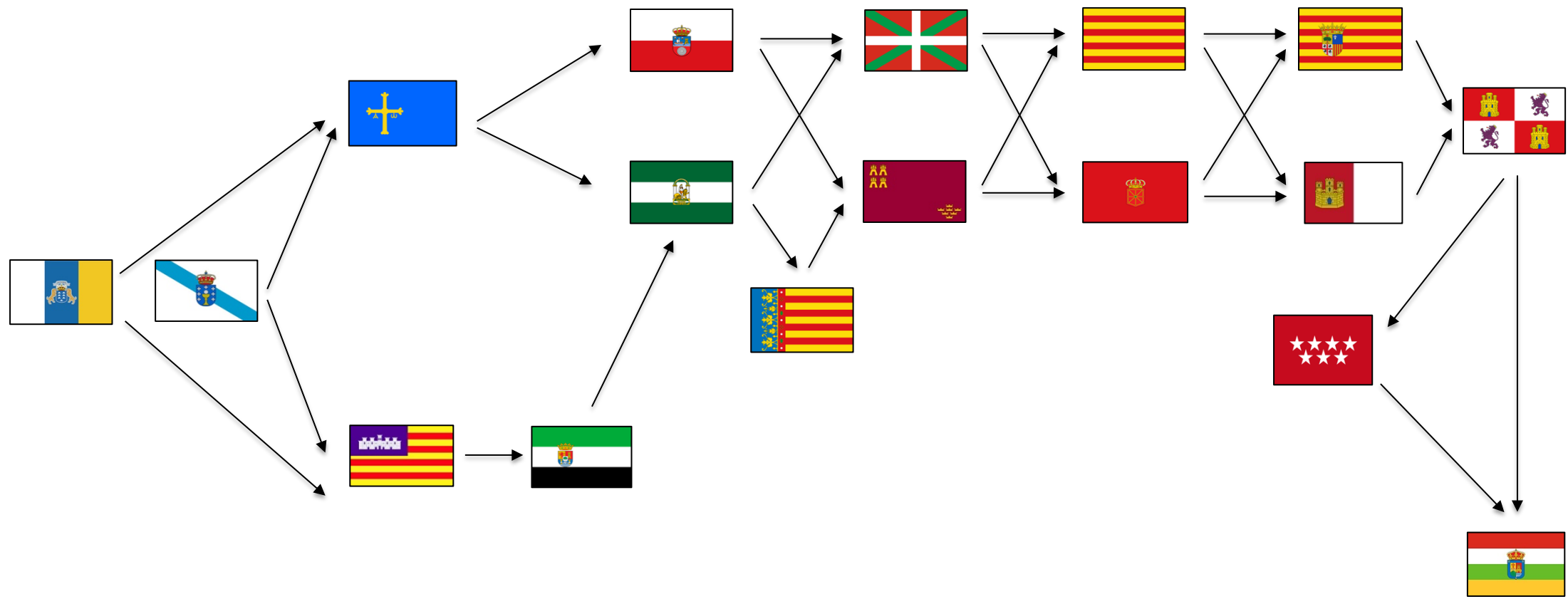
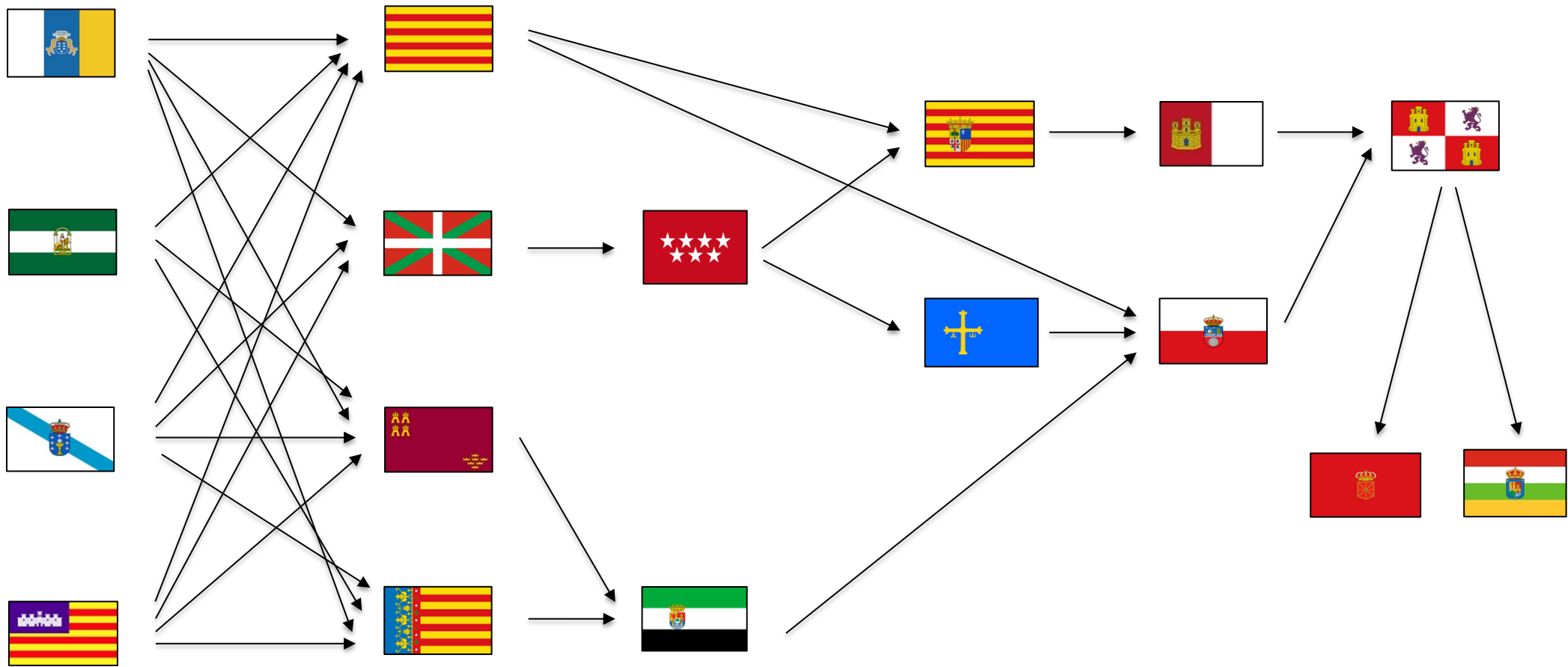


Figura 32: Clasificación parcial según método entropía



Como podemos observar con los resultados obtenidos de las clasificaciones parciales, las CCAA experimentan variaciones en la clasificación de un método respecto al otro, suponiendo cambios relevantes en cuanto a la comparación parcial, pues la clasificación según el método de la entropía provoca un mayor número de incomparabilidades, desviando la mayoría de estas al comienzo de la clasificación.

Por lo que tendremos que proceder a la clasificación completa para suplir estos problemas.

e. Promethee II: Ordenación completa




Una vez establecida la clasificación parcial, pasamos a desarrollar los resultados obtenidos mediante la clasificación completa a través de los flujos netos de superación.












Tabla 12: Flujos de superación netos

	Flujos netos (\emptyset)(C.P)	Flujos netos (\emptyset)(E)
Andalucía	0,1287	0,2967
Aragón	-0,3039	-0,2262
Asturias	0,2775	-0,0294
Baleares	0,2928	0,3169
Canarias	0,5308	0,4141
Cantabria	0,1364	-0,2369
Castilla-La Mancha	-0,3180	-0,2790
Castilla-León	-0,3488	-0,3746
Cataluña	-0,1264	0,1352
Comunidad Valenciana	0,0987	0,1003
Extremadura	0,1707	0,0872
Galicia	0,4409	0,3134
Madrid	-0,3656	0,0901
Murcia	0,0704	0,1143
Navarra	-0,2303	-0,4800
País Vasco	0,0410	0,2478
Rioja	-0,4950	-0,4899

Llegados a este punto, con el cálculo de los flujos de entrada, de salida y netos, podemos proceder a la clasificación de nuestras alternativas para establecer que CCAA posee mejores prestaciones en este ámbito sanitario.

Tabla 13: Clasificación completa de las alternativas por ambos métodos

Método C. Profesionales	
1. Canarias	
2. Galicia	
3. Baleares	
4. Asturias	
5. Extremadura	
6. Cantabria	
7. Andalucía	
8. Comunidad Valenciana	
9. Murcia	
10. País Vasco	
11. Cataluña	
12. Navarra	
13. Aragón	
14. Castilla- La Mancha	
15. Castilla- León	
16. Madrid	
17. La Rioja	

Método Entropía		
1. Canarias		=
2. Baleares		+1
3. Galicia		-1
4. Andalucía		+3
5. País Vasco		+5
6. Cataluña		+5
7. Murcia		+2
8. Comunidad Valenciana		=
9. Madrid		+7
10. Extremadura		-5
11. Asturias		-7
12. Aragón		+1
13. Cantabria		-7
14. Castilla- La Mancha		=
15. Castilla- León		=
16. Navarra		-4
17. La Rioja		=

En este segundo estudio, las diferencias entre ambos métodos no son tan pronunciadas como en el anterior. Aun así, la gran variabilidad que experimenta el criterio número 5 (personal sanitario contagiado) provoca cambios significativos en algunas comunidades como pueden ser Madrid o Cantabria.




A la vista de los resultados obtenidos, afirmamos que las CCAA del sur presentan resultados medios superiores al resto de comunidades.

f. Plano GAIA

En este apartado y al igual que en el primer estudio, realizamos un análisis del plano GAIA desde dos puntos de vista distintos. Agrupando a las CCAA según la localización geográfica y según los partidos políticos que gobiernan cada región, para así intentar establecer similitudes y conclusiones sobre si la localización o gobernanza han podido influir en los resultados de cada comunidad⁶⁴.

f1. Plano GAIA en función de la localización espacial.

La división establecida para el análisis es similar a la del primer estudio, contando con los siguientes grupos de comunidades:

- ~ Comunidades Autónomas del norte de España. 
- ~ Comunidades Autónomas del centro de España. 
- ~ Comunidades Autónomas del sur de España. 

Siguiendo esta distinción comenzamos exponiendo el plano GAIA obtenido a través de los pesos establecidos en función de los criterios profesionales.

⁶⁴ Realizamos el análisis tanto con los resultados obtenidos a través de los pesos basados en los criterios profesionales, como con los obtenidos mediante el método de la entropía.

Figura 33: Plano GAIA Localización-criterios profesionales



Como podemos observar a través del Plano GAIA⁶⁵, no existe una correlación perfecta entre la localización de las CCAA y su desempeño sanitario, sin embargo, nos permite extraer ciertas conclusiones a partir de los resultados.

- ~ En primer lugar, las CCAA del sur de España son las que presentan mejores resultados de forma general, situándose todas ellas por encima de la media del resto de comunidades.
- ~ En segundo lugar, siguiendo con las CCAA del centro de España, estas presentan resultados variados, situándose a lo largo de toda la clasificación tanto entre las mejores posiciones como entre las más deficientes.

⁶⁵ Vemos claramente en este estudio (al poseer menos criterios) la distinta discriminación que sigue cada criterio, pudiendo distinguir por un lado que las camas, ucis, contagios y defunciones discriminan de forma similar. Mientras que por otro lado, el gasto y los médicos contagiados discriminan de forma casi totalmente opuesta

~ Por último, las CCAA del norte de España presentan al igual que las del centro resultados dispersos, pues nos encontramos con Comunidades como Galicia (puesto 2º) que se encuentran entre las mejores mientras que otras como La Rioja se sitúa en última posición.

Por lo que podemos concluir que las CCAA del sur de España son las que presentan de media mejores resultados en este segundo estudio según el primero de los escenarios analizados, mientras que la mayoría de las comunidades centrales son las que peores datos arrojan.

Pasando al análisis de los resultados extraídos a través del método de la entropía, obtenemos el siguiente plano:

Figura 34: Plano GAIA Localización-Entropía



En este segundo escenario podemos observar algunos cambios relevantes con respecto al primero.




Por un lado, las CCAA del sur de España (que continúan encontrándose entre las mejores clasificadas) experimentan una mejoría de sus posiciones, estableciéndose una clara predominancia sobre las CCAA del norte y centro de España.

Por otro lado, las CCAA del centro experimentan una leve mejoría con respecto al escenario anterior, provocando que sean las regiones del norte las que peores resultados nos ofrezcan. Si bien, al igual que antes, estas regiones se hayan dispersas a lo largo de toda la clasificación.

Por lo que podemos observar que la localización de las CCAA parece influir de manera notable en el desarrollo y gestión sanitaria de la pandemia de cada región.⁶⁶

f2. Plano GAIA en función del equipo de gobierno.⁶⁷

El segundo de los factores mediante el cual clasificamos a las diversas regiones es el equipo de gobierno que ha gestionado la crisis sanitaria en cada región. Intentando así hallar las posibles relaciones entre ambas variables. Para ello dividimos al conjunto de las CCAA en tres grupos distintos.

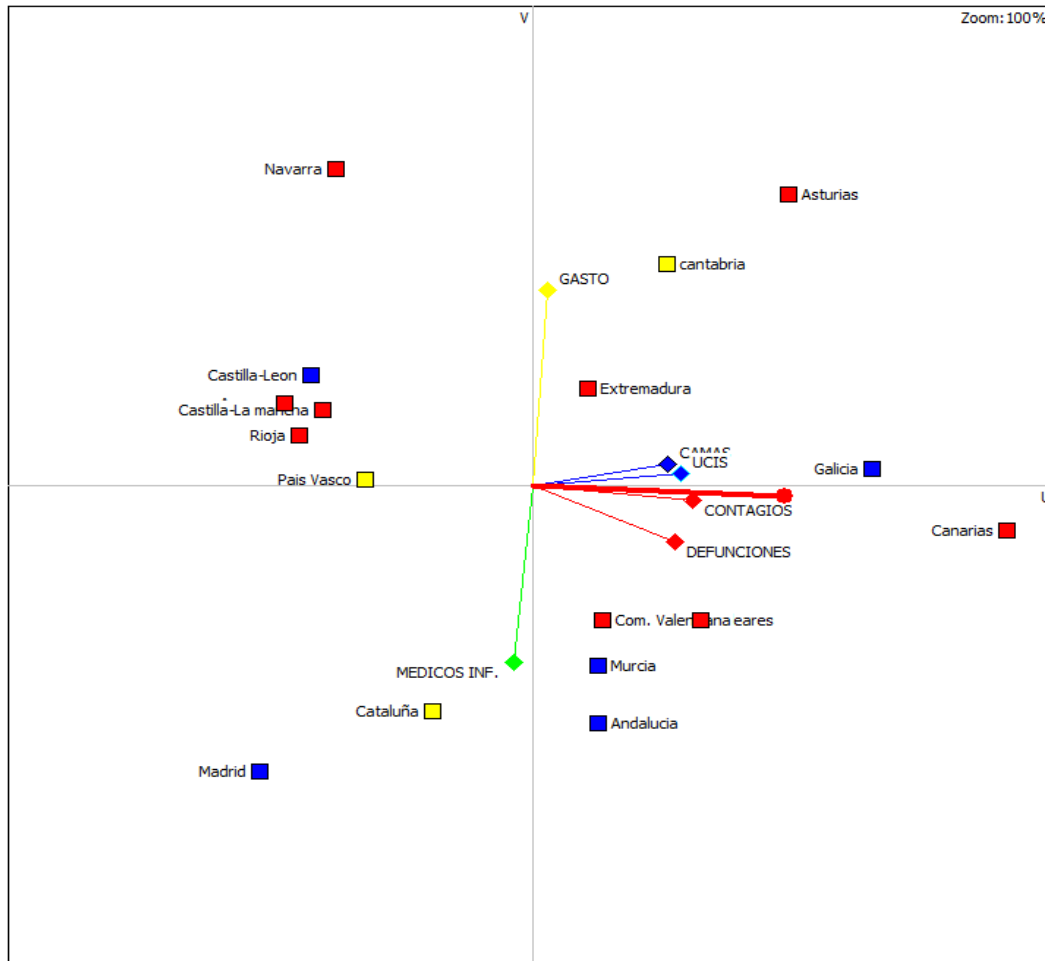
- ~ CCAA gobernadas por el PSOE 
- ~ CCAA gobernadas por el PP 
- ~ CCAA gobernadas por coaliciones regionales 

En primer lugar, tomando en consideración los resultados obtenidos a través del método basado en los criterios profesionales, obtenemos los siguientes resultados:

⁶⁶ Si bien, como explicamos anteriormente, no se establece una correlación perfecta entre la localización y la calidad de las prestaciones sanitarias ofrecidas, pues en ningún caso este va a ser el único factor que influya en el desempeño sanitario de las diversas regiones.

⁶⁷ En este punto hay que tener muy claro que la gestión sanitaria durante gran parte del año 2020 ha estado centralizada y por lo tanto los equipos de gobierno de cada CCAA no han podido desarrollar la mayoría de sus competencias sanitarias.

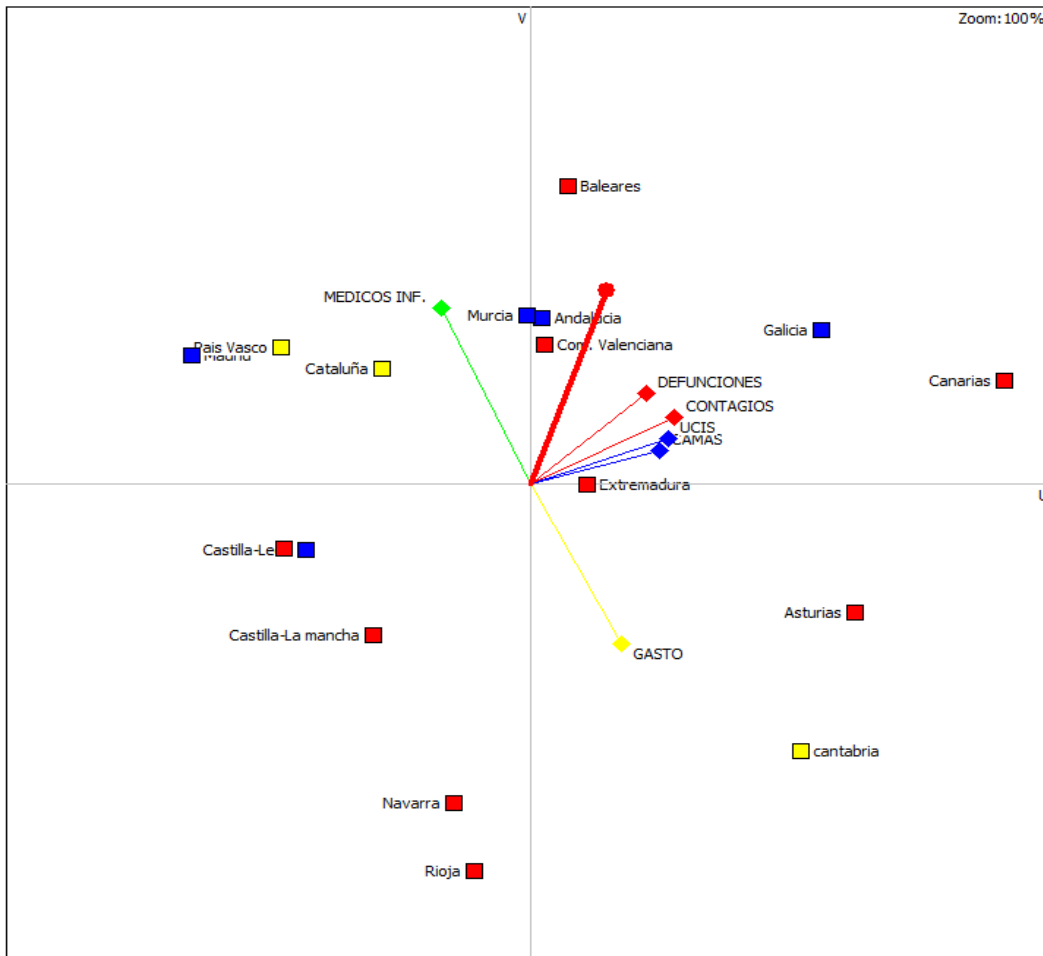
Figura 35: Plano GAIA Político-criterios profesionales



Como podemos observar en este escenario no se aprecian grandes similitudes entre el equipo de gobierno existente y las prestaciones sanitarias de cada CCAA, si bien es cierto que podemos establecer ciertos rasgos comunes.

- ~ Tanto aquellas CCAA gobernadas por el PSOE como las gobernadas por el PP han obtenido resultados muy dispares distribuyéndose a lo largo de toda la clasificación, tanto en los mejores puestos como en los más débiles.
- ~ Sin embargo, al contrario que las anteriores aquellas CCAA gobernadas por partidos regionalistas, obtienen unos resultados más equilibrados y sin tanta dispersión alrededor de la media establecida para el conjunto de las regiones. Por lo que no se encuentran entre las mejores comunidades pero a la vez tampoco entre las que peor comportamiento experimentan.

Figura 36: Plano GAIA Político-Entropía



Atendiendo al Plano GAIA resultante del método objetivo de la entropía recibimos unos resultados muy parecidos a los anteriores, aunque es cierto que cabe realizar ciertas matizaciones con respecto a las indicadas en la parte superior⁶⁸.

~ Por un lado, podemos observar como las comunidades gobernadas por el PP experimentan una leve mejoría en sus posiciones, así como las gobernadas por el PSOE una leve recesión. Sin embargo, aun así, siguen ocupando posiciones a lo largo de toda la clasificación.

⁶⁸ De nuevo debemos concluir que, aunque se puedan establecer ciertas similitudes, este factor político no es en ningún caso el único ni el factor fundamental que influye en el avance y desarrollo de las prestaciones sanitarias.

- ~ Por otro lado, aquellas comunidades gobernadas por los partidos regionalistas se mantienen en el cómputo global en la misma situación, aunque algunas de ellas invierten sus posiciones, ya que en el primer escenario Cantabria era la que mejores datos presentaba mientras que en este caso son tanto Cataluña como País Vasco las que obtienen mejores resultados comparados, encontrándose Cantabria rezagada con respecto al resto.

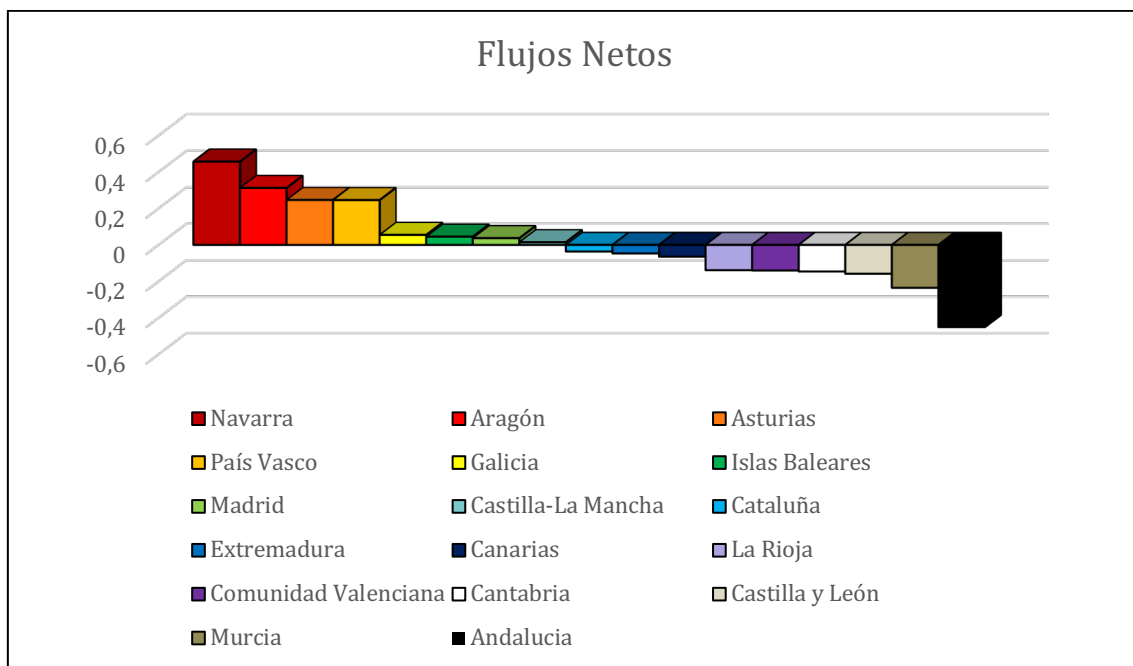
9. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

En este capítulo resaltamos los resultados obtenidos tanto en el año 2019 como en el 2020, distinguiendo entre los dos escenarios (criterios profesionales y entropía) y siguiendo el mismo esquema del capítulo anterior.

I. ESTUDIO DE NORMALIDAD SANITARIA EN ESPAÑA

En este primer estudio diferenciamos los dos escenarios estudiados en función de la asignación de los pesos. Comenzando con el primero donde los pesos se han basado en los criterios profesionales, los resultados obtenidos han sido los siguientes.

Figura 37: Clasificación Completa primer estudio (C.Profesionales)



Podemos destacar cuatro grandes rasgos en esta clasificación completa:

- ~ En primer lugar, el pequeño salto existente entre la primera alternativa y el resto de ellas, estableciéndose por lo tanto la CCAA de Navarra como la comunidad con el mejor sistema sanitario en condiciones de normalidad sanitaria, con ligera diferencia sobre el resto de las comunidades.

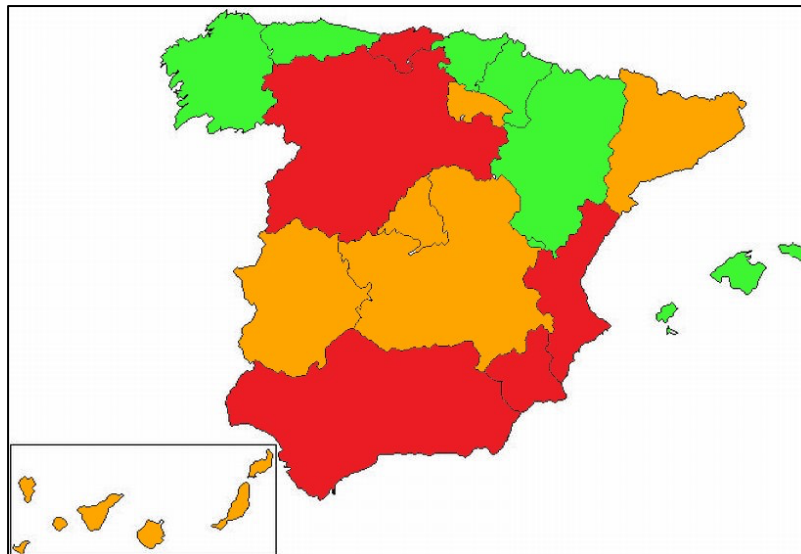
- ~ En segundo lugar, las comunidades de Aragón, País Vasco y Asturias presentan similares resultados entre ellas, si bien, hay una clara diferencia a su favor con respecto al resto de comunidades que ocupan lugares posteriores.

- ~ En tercer lugar, hay un conjunto de comunidades englobadas desde Galicia hasta Murcia que, pese a presentar diferencias sanitarias, ofrecen diferencias reducidas con respecto a la comunidad posterior y precedente en la clasificación.

- ~ En último lugar, la Comunidad Autónoma de Andalucía presenta una posición claramente rezagada con respecto al resto, poseyendo los peores resultados sanitarios de España.

Por lo tanto, distinguiendo entre los cuatro grupos mencionados podemos establecer una visión completa del conjunto de las CCAA que conformaría la siguiente figura⁶⁹:

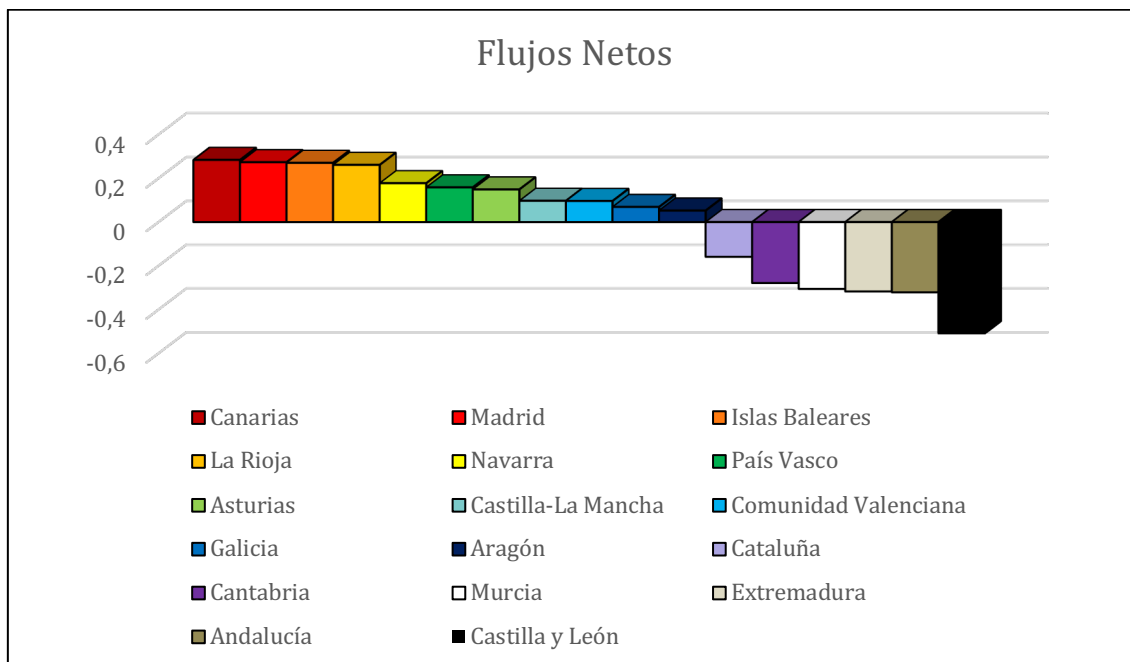
Figura 38: Mapa resultados primer estudio (C.Profesionales)



⁶⁹ Siendo las comunidades establecidas con el color verde las que mejores resultados presentan, las de color naranja las que presentan resultados medios y las de color rojo las que peores resultados poseen y más maniobras y esfuerzos para mejorar su sistema de salud deben realizar.

Pasando al segundo de los escenarios, basado en el método de la entropía, hemos obtenido los siguientes resultados.

Figura 39: Clasificación Completa estudio normalidad (Entropía)

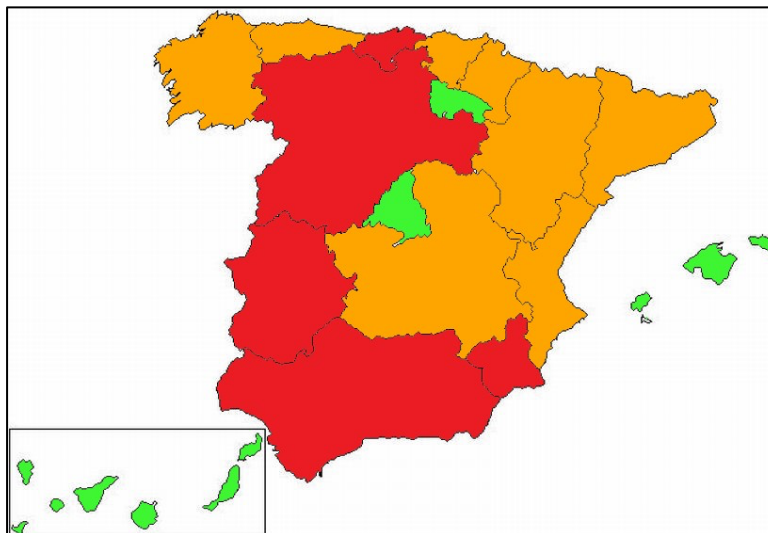


Podemos destacar otros cuatro grupos en esta clasificación completa:

- ~ En primer lugar, las CCAA de Canarias, Madrid, Islas Baleares y La Rioja se sitúan a la cabeza del conjunto de regiones con unos resultados muy similares entre ellas.
- ~ En segundo lugar, las comunidades desde Navarra hasta Aragón presentan una situación estable, diferenciándose del resto de comunidades que comienzan a experimentar resultados mucho menos favorables.
- ~ En tercer lugar, las comunidades de Cataluña, Cantabria, Murcia, Extremadura y Andalucía se encuentran entre las que ofrecen las prestaciones más deficientes, teniendo que destacar en este grupo los resultados de Cataluña que suponen una cierta mejoría con respecto al resto del grupo.
- ~ Por último, la Comunidad Autónoma de Castilla-León es la que presenta los peores resultados desligándose del resto con una clara diferencia.

En base a los grupos establecidos podemos representar la situación sanitaria obtenida a partir de este escenario del siguiente modo:

Figura 40 : Mapa resultados primer estudio (Entropía)



A la vista de los resultados obtenidos tras el análisis de ambos escenarios, aconsejamos un mayor esfuerzo, sobre todo en las comunidades de Andalucía, Murcia, Comunidad Valenciana, Castilla y León, La Rioja, Cantabria y Extremadura, para así intentar que tales regiones alcancen unas prestaciones similares a las del resto de España. Analizando cada una de estas comunidades pormenorizadamente sugerimos centrar los esfuerzos en los siguientes grupos de criterios⁷⁰:

- ~ **Andalucía:** Recomendamos, a la vista de los resultados, la mejora de esta región en los cuatro grupos de criterios propuestos (pues no hay ninguno en el que presente grandes resultados).
- ~ **Murcia:** Recomendamos, a la vista de los resultados, la mejora de esta región en los cuatro grupos propuestos. Pues no hay ninguno en el que presente

⁷⁰ Como expresamos anteriormente (Pag. 24 y 25), estos grupos de criterios se dividen entre: **1. Instalaciones e infraestructura. 2. Recursos humanos. 3. Recursos materiales. 4. Criterios Económicos.**

grandes resultados, siendo destacable la mejor actuación de esta comunidad con respecto a Andalucía en el grupo de criterios 3.

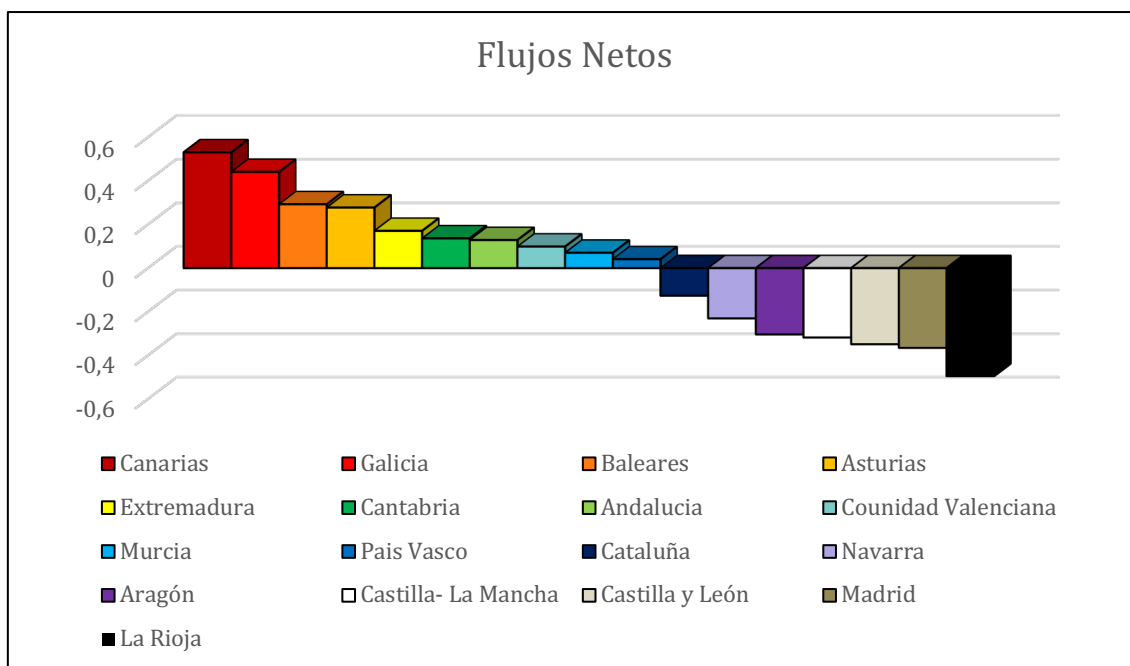
- ~ **Comunidad Valenciana:** Recomendamos, a la vista de los resultados, la mejora de esta región en los cuatro grupos propuestos. Si bien, en este caso, existe una ligera diferencia entre los grupos 1 y 3 donde la comunidad presenta resultados más aceptables, y los grupos 2 y 4 donde aconsejamos invertir el mayor esfuerzo para paliar los resultados deficientes.
- ~ **Castilla-León:** Recomendamos, a la vista de los resultados, la mejora de esta región en los grupos de criterios 2,3 y 4. Con una clara diferencia existente entre el grupo 3 y el resto. Es, en este aspecto, donde la comunidad presenta sus mayores problemas y el principal problema que debe ser reforzado.
- ~ **La Rioja:** Recomendamos, a la vista de los resultados, la mejora de esta región en los grupos de criterios 1, 2 y 4. Con una clara diferencia existente entre el grupo 4 y el resto. Es, en este aspecto, donde la comunidad presenta sus mayores deficiencias y el principal ámbito que debe ser reforzado.
- ~ **Cantabria:** Recomendamos la mejora de esta región en los grupos de criterios 2 y 3, al presentar resultados bastante deprimidos en tales criterios. Contando, por el contrario, con resultados decentes en el resto de grupo de criterios.
- ~ **Extremadura:** Recomendamos la mejora de esta región en los grupos de criterios 2 y 3, haciendo especial hincapié en el primero de ellos, al encontrarse la región rezagada en este aspecto con respecto al resto de comunidades autónomas.

II. ESTUDIO DE EXCEPCIONALIDAD SANITARIA EN ESPAÑA

En cuanto a las conclusiones y recomendaciones del segundo de los estudios realizados, habrá que establecer previamente que, para realizar un análisis más exhaustivo y preciso de lo que ha supuesto esta crisis vírica en el país, hemos decidido desarrollar el mismo bajo criterios bien diferenciados al primer escenario. Esta decisión nos impedirá la comparación entre ambos escenarios, sin embargo, nos permite establecer un análisis más ajustado de la situación sanitaria en el año 2020, mayoritariamente subsumida y orientada hacia la prevención y erradicación del SARS-COV-2 (algo inexistente en los años anteriores).

Los resultados obtenidos en este estudio difieren según nos centremos en el método basado en los criterios profesionales o en el de la entropía, por lo que pasamos a exponerlos diferenciadamente.

Figura 41: Clasificación Completa estudio excepcionalidad (C. P.)



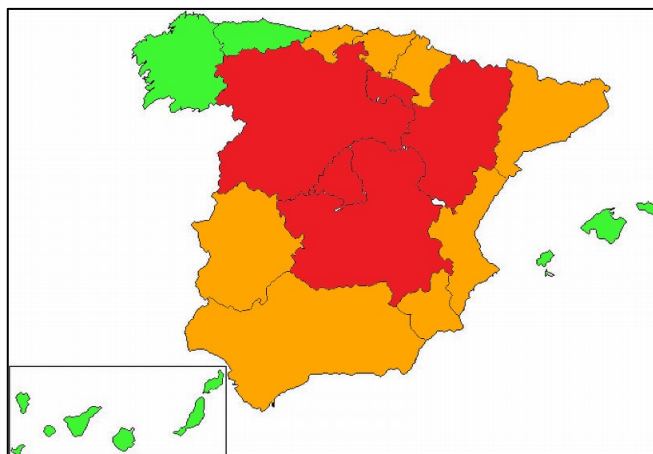
En este estudio, a diferencia del anterior, podemos observar una mayor dispersión entre los flujos netos de las diversas comunidades.

Podemos establecer en este caso cuatro grupos diferenciados:

- ~ En primer lugar, nos encontramos con las comunidades de Canarias y Galicia que sobresalen y destacan sobre el resto en la gestión vírica del Sars-Cov-2. Estableciéndose, a su vez, una pequeña diferencia entre ambas a favor de Canarias que es la comunidad que mejores datos presenta (con cualquiera de los métodos utilizados se establece como la comunidad más destacada).
- ~ En segundo lugar, las comunidades desde Baleares hasta el País Vasco presentan resultados parejos, si bien cabe destacar a las Islas Baleares y Asturias por encima del resto.
- ~ En tercer lugar, se establecerán con un flujo negativo las comunidades entre Cataluña y Madrid, diferenciando el buen desempeño dentro del grupo de Cataluña y Navarra respecto al resto de comunidades más rezagadas.
- ~ En última posición, se encuentra la región de La Rioja alejada del resto como la comunidad que peores datos presenta en el conjunto de las regiones españolas. Concluyendo, por lo tanto, que se trata de la CCAA que peor ha gestionado y peores datos ha obtenido durante la crisis vírica vivida.

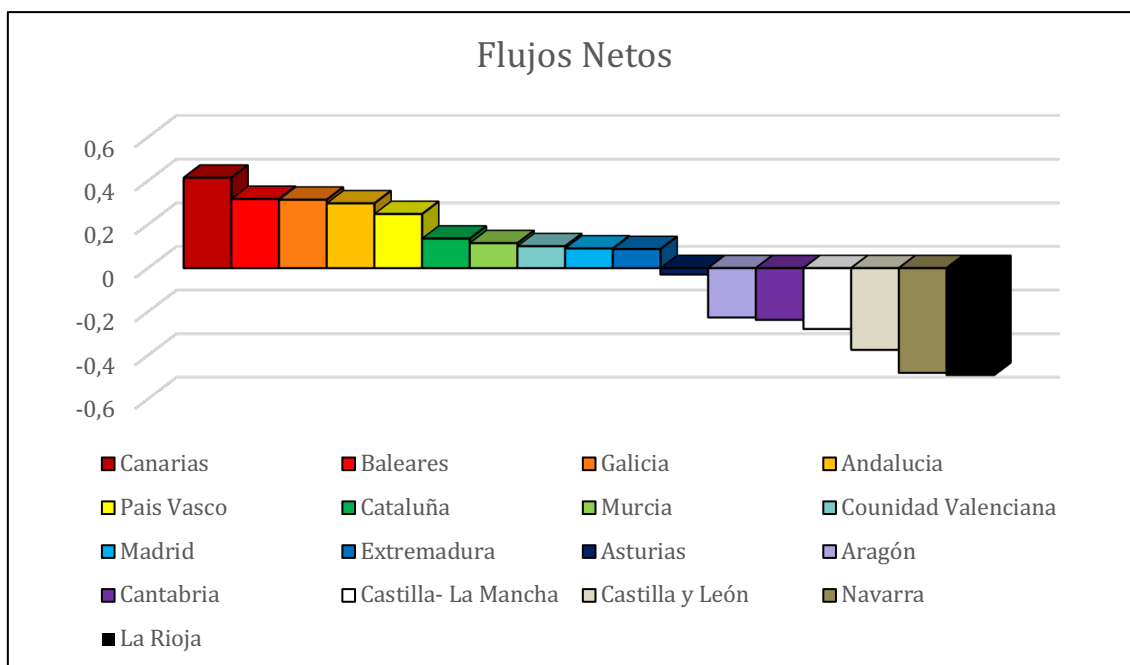
En función de dichos grupos establecidos podemos establecer rápidamente el panorama nacional bajo este escenario:

Figura 42: Mapa resultados segundo estudio(C.P.)



En cuanto a los resultados obtenidos según el método de la entropía para este segundo estudio nos encontraremos con la siguiente clasificación:

Figura 43: Clasificación Completa estudio excepcionalidad (Entropía)



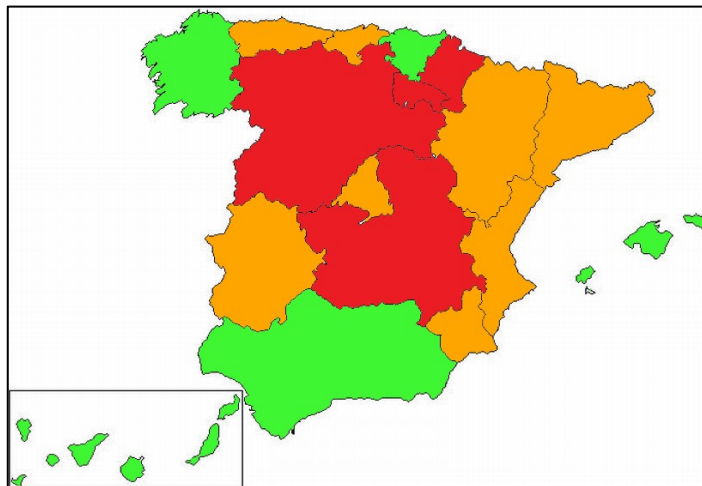
En este caso, podremos agrupar las diversas regiones conforme a cinco grupos diferenciados:

- ~ En primer lugar y destacando sobre el resto, se encuentran las CCAA de Canarias, Baleares, Galicia, Andalucía y el País Vasco. Sobre las cuales cabe resaltar los buenos resultados experimentados de nuevo por Canarias que se sitúa como la comunidad que mejores prestaciones y gestión ha garantizado durante la pandemia.
- ~ En segundo lugar, nos encontramos con un grupo de regiones que van desde Cataluña hasta Extremadura, con resultados muy parejos entre ellas.
- ~ El tercer grupo, se haya compuesto únicamente por la Comunidad Autónoma de Asturias que se trata de la primera que posee un flujo neto negativo pero que aun así ofrece unos resultados separados con respecto al cuarto grupo.

- ~ El cuarto grupo compuesto por las CCAA de Aragón, Cantabria, Castilla- La Mancha y Castilla-León presenta resultados negativos bastante más agravados, estableciéndose unos resultados deficientes en tales regiones.
- ~ Por último, las comunidades que peores datos arrojan según el método de la entropía son tanto La Rioja como Navarra, estableciéndose de nuevo La Rioja como la región con peores datos y que peor gestión y prestaciones ha ofrecido durante este año 2020.

Por lo tanto el panorama sanitario bajo este escenario nos ofrece la siguiente situación global:

Figura 44: Mapa resultados segundo escenario (Entropía)



A la luz de estos resultados establecemos las siguientes recomendaciones conjuntas, al ser casi idénticas las comunidades que peores prestaciones han ofrecido bajo ambos escenarios.

Hay que tener en cuenta que las comunidades que peor se han comportado durante la pandemia no son necesariamente las que mayores problemas sanitarios presentan bajo condiciones de normalidad. Únicamente establecemos las que peor se han adaptado a la crisis vírica y proponemos las recomendaciones pormenorizadas a las comunidades de La Rioja, Madrid, Castilla-León, Castilla-La Mancha, Aragón y Cantabria para que, durante el resto del año 2021 y todo lo que dure dicha pandemia, puedan ofrecer prestaciones similares a las de la media de las comunidades españolas.

- ~ **La Rioja:** Recomendamos, en función de los datos y resultados obtenidos, la mejora de esta comunidad en los cuatro grupos de criterios establecidos⁷¹ (al poseer datos modestos en todos ellos).
- ~ **Madrid:** Recomendamos, en función de los datos y resultados obtenidos, la mejora de esta región en los cuatro grupos de criterios establecidos. Pues al igual que La Rioja (aunque con cierta mejoría respecto a esta comunidad) presenta resultados deficientes en todos ellos.
- ~ **Castilla-León:** Recomendamos, en función de los datos y resultados obtenidos, la mejora de esta región en los grupos de criterios 1, 2 y 3, pues en cuanto a los criterios económicos presenta resultados estables por encima de la media.
- ~ **Castilla-La Mancha:** Recomendamos, en función de los datos y resultados obtenidos, la mejora de esta región en el conjunto de los grupos de criterios establecidos. Si bien, hay que hacer una escisión entre los grupos 1 y 3 en los que presenta resultados nefastos y los grupos 2 y 4 en los cuales los resultados son más aceptables.
- ~ **Aragón:** Recomendamos, en función de los datos y resultados obtenidos, la mejora de esta región en los grupos de criterios virológicos (1) y materiales (3) al presentar resultados bastante hundidos con respecto al resto de regiones. Sin embargo, las prestaciones de los grupos de criterios 2 y 4 son aceptables.
- ~ **Navarra:** Recomendamos, en función de los datos y resultados obtenidos, la mejora de esta región en los grupos de criterios 1, 2 y 3, diferenciando entre ellos el criterio número 2 del resto donde presenta los peores resultados de toda España junto a Cantabria.
- ~ **Cantabria:** Recomendamos, en función de los datos y resultados obtenidos, la mejora de esta región en el grupo de criterios 2 donde presenta el peor resultado del conjunto de las Comunidades Autónomas.

⁷¹ Recordemos que, para este escenario, los grupos establecidos han sido: **1. Factores virológicos 2. Recursos humanos 3. Recursos materiales. 4. Criterios económicos.**

10. BIBLIOGRAFÍA.

- [1]. Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad
- [2]. Ley 2/1998, de 15 de junio, de Salud de Andalucía
- [3]. Fundación Weber (2018).El Análisis de Decisión Multi-Criterio en el ámbito sanitario. <http://weber.org.es/wp-content/uploads/2019/02/Libro-ADMC-17-x-24-ESPA%C3%91OL-DIGITAL.pdf>
- [4]. Dodgson, J & Spackman, Michael & Pearman, Alan & Phillips, Lawrence. (2009). Multi-Criteria Analysis: A Manual. https://www.researchgate.net/profile/Lawrence-Phillips/publication/30529921_Multi-Criteria_Analysis_A_Manual/links/0c96051d57de66c14d000000/Multi-Criteria-Analysis-A-Manual.pdf
- [5]. Barberis, Gabriela (2002). LOS MÉTODOS PROMETHEE: Una Metodología de Ayuda a la Toma de Decisiones Multicriterio Discreta.
- [6]. Barberis, Gabriela & Ródenas, Maria. (2006). Nuevos Criterios Generalizados para modelar las preferencias del decisor en los Métodos de Relaciones de Superación. *Rect@* : Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA, ISSN 1575-605X, N°. 7, 2006, pags. 95-117. 7. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2387768.pdf>
- [7]. Padilla-Garrido, Nuria & Arévalo-Quijada, María & Casas, Flor. (2000). Aplicación del método Promethee en la jerarquización de títulos de una cartera de valores. https://www.researchgate.net/profile/Maria-Arevalo-Quijada/publication/26440851_Aplicacion_del_metodo_Promethee_en_la_jerarquizacion_de_titulos_de_una_cartera_de_valores/links/5464805c0cf2cb7e9da9de39/Aplicacion-del-metodo-Promethee-en-la-jerarquizacion-de-titulos-de-una-cartera-de-valores.pdf
- [8]. Brans, J.P.; Vincke, Ph. (1985): "A preference ranking organisation method: The PROMETHEE Method for MCDM". *Management Science* 31/6, pp. 647-656. <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/mnsc.31.6.647>
- [9]. Manuel Espinoza Sepúlveda (2020). Análisis Multi-Criterio: una herramienta de apoyo para medir el valor de una intervención sanitaria. <https://www.caeme.org.ar/analisis-multi-criterio-una-herramienta-de-apoyo-para-medir-el-valor-de-una-intervencion-sanitaria/>
- [10].Díaz Martínez, E., del Llano Señarís, J.E., Gol Montserrat, J. (2016) Investigación de servicios sanitarios para la acción política. https://distonia.es/wp-content/uploads/2017/02/Libro_Investigacion_servicios_sanitarios_para_la_accion_politica.pdf

- [11].Gironés,Xavier; Madrid, Daniel;Valls Aida (2008). Comparación de Dos Métodos de Toma de Decisiones Multicriterio: MACBETH y PROMETHEE. <https://deim.urv.cat/descarrega/report/DEIM-RR-08-004>
- [12].Hermenegildo Chávez, MV; Rueda Osuna, Yolanda (2013). Metodología de análisis multicriterio Aplicación al crecimiento sostenible en la Unión Europea. <https://core.ac.uk/download/pdf/304898436.pdf>
- [13].DIARIOFARMA (2019). Un nuevo manual con teoría y práctica sobre el análisis multicriterio. <https://www.diariofarma.com/2019/02/15/un-nueva-manual-con-teoria-y-practica-sobre-el-analisis-multicriterio>.
- [14].Puig-Junoy, J. (2019). El análisis de decisión multicriterio: ¿Qué es y para que sirve? <https://jaumepuigjunoy.cat/ca/el-analisis-de-decision-multicriterio-que-es-y-para-que-sirve-1/>
- [15].Jiménez, Victor (2012) Aplicación de metodología multicriterio para la priorización de los procesos objeto de costeo en entidades del sector de la salud. <https://core.ac.uk/download/pdf/229923773.pdf>
- [16].Thokala P. (2016). Multiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making--An Introduction: Report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. <https://www.valueinhealthjournal.com/action/showPdf?pii=S1098-3015%2815%2905135-9>
- [17].Marsh K. (2016). Multiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making—Emerging Good Practices: Report 2 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. <https://www.valueinhealthjournal.com/action/showPdf?pii=S1098-3015%2815%2930015-2>
- [18].Marsh, K., Lanitis, T., Neasham, D. et al. (2014). Assessing the Value of Healthcare Interventions Using Multi-Criteria Decision Analysis: A Review of the Literature. *Pharmacoeconomics* 32, 345–365
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40273-014-0135-0.pdf>
- [19].Goetghebeur MM, Wagner M, Khoury H, Levitt RJ, Erickson LJ, Rindress D. (2012). Bridging health technology assessment (HTA) and efficient health care decision making with multicriteria decision analysis (MCDA): applying the EVIDEM framework to medicines appraisal. *Med Decis Making*. Mar-Apr;32(2):376-88.
<https://bmchealthservres.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1472-6963-11-329.pdf>
- [20].Estrada García, Jose Martín (2002). Asignación de pesos no subjetivos, para la valuación. https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Estrada_Garcia_M_en_I_Jos_e_Martin_45491.pdf

- [21]. Arenas MM, Lafuente, e., Rodriguez, M.V., (1998). Goal programming model for evaluating an hospital service performance.
- [22]. Zuniga, M. A., Carrillo-Zuniga, G., Seol, Y. H., & Fos, P. J. (2009). Multi-criteria assessment of county public health capability disparities. *Journal of health and human services administration*, 32(3), 238–258.
- [23]. Franco-Giraldo A. (2015). El rol de los profesionales de la salud en la atención primaria en salud (APS). 33(3): 414-424. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5214006&orden=0&info=link>
- [24]. Starfield B. (2004) Atención Primaria. Equilibrio entre necesidades de salud, servicios y tecnología.
- [25]. Starfield B. (1994) Primary care: is it essential? *Lancet* ; vol. 344: 1129-33. https://www.fyam.dk/files/23/artikel_3._starfield.pdf
- [26]. Cantero Priet, David (2003). The transfer of public health responsibilities in Spain. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-administracion-sanitaria-siglo-xxi-261-pdf-13047524>
- [27]. Presupuestos generales del estado (2021). Ministerio de Hacienda. https://www.sepg.pap.hacienda.gob.es/Presup/PGE2021Proyecto/MaestroTomas/PGE-ROM/doc/L_21_A_G16.PDF
- [28]. Ministerio de Sanidad (2018). Informe Anual del Sistema Nacional de Salud. Resumen ejecutivo. <https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2018/ResumenEjecutivo2018.pdf>
- [29]. Ministerio de Sanidad (2018). Informe Anual del Sistema Nacional de Salud. Comunidad Autónoma de Andalucía. https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2018/01Andalucia_2018.pdf
- [30]. Ministerio de Sanidad (2019). Catalogo nacional de hospitales https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/prestaciones/centrosServiciosSNS/hospitales/docs/CNH_2020.xlsx
- [31]. OMS (2010). El personal sanitario es imprescindible para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con la salud) https://www.who.int/hrh/workforce_mdgs/es/#:~:text=Solo%20%20de%20los%2049,de%20salud%20materna%20e%20infantil.
- [32]. OMS (2012). Estadísticas sanitarias mundiales https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/ES_WHS2012_Full.pdf

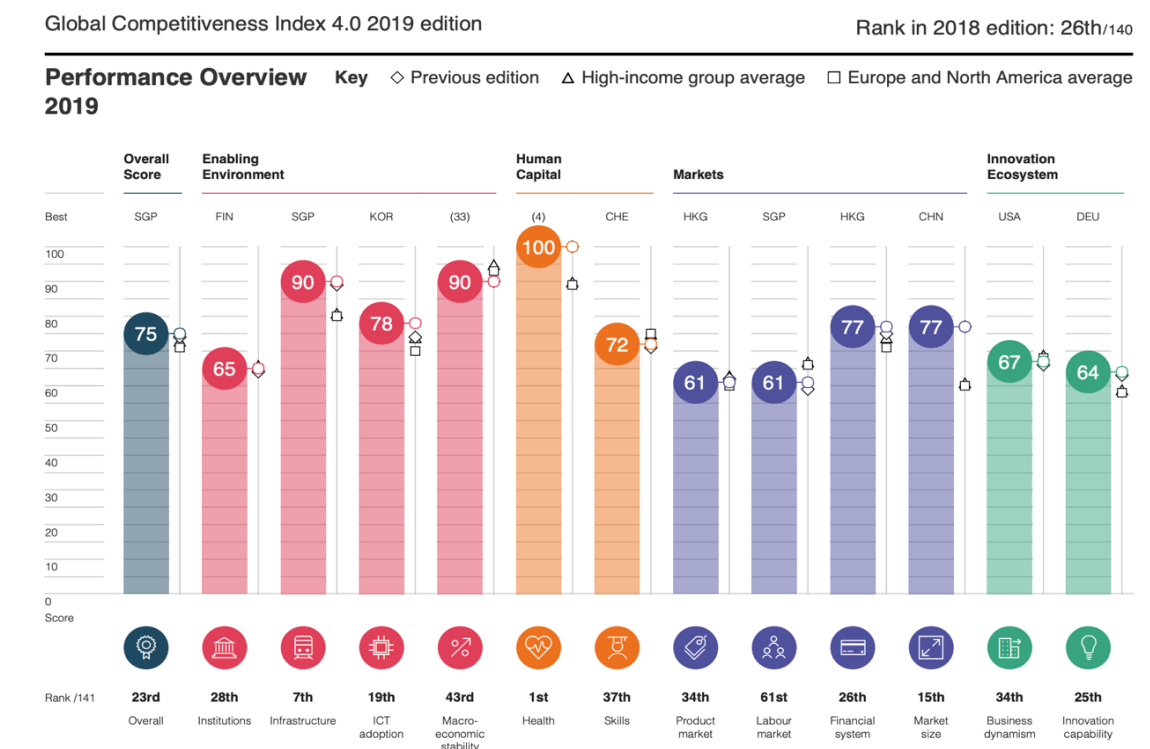
- [33].World Economic Forum (2019). The Global Competitiveness Report. http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf.
- [34].Federación de Asociaciones para la Defensa de la Sanidad Publica (2020). Informe Situación Actual y Evolución de la Atención Especializada en las Comunidades Autónomas Conclusiones y Recomendaciones. <https://www.fadsp.org/documents/2020/ConcyRecDef.pdf>
- [35].Johns Hopkings. University and Medicine (2020). Mortality in most affected conuntries. <https://coronavirus.jhu.edu/data/mortality>.
- [36].Pérez CN, García CCE, Ruiz FMAP, et al. (2020). Importancia del uso adecuado del equipo de protección individual y la implementación de protocolos de seguridad perioperatorios durante la pandemia de COVID-19. Rev Fac Med UNAM. ;63(4):49-59. <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2020/un204g.pdf>
- [37].Alexandre Medeiros Figueiredoa, Antonio Daponte-Codinac,Daniela Cristina Moreira Marculino Figueiredo, et al. (2020). Factores asociados a la incidencia y la mortalidad por COVID-19 en las comunidades autónomas. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0213911120301242?token=C71BDD1869C2EFC58F87A270BEE6F3B28E001F6741859053F82D3EC55B2124B607D620FAEEA034D13ABE8B4FB4DE42B8&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210415104538>

11. ANEXOS

ANEXO [1]: Índice Competitividad Global

Muestra de la solidez y competitividad del conjunto de prestaciones españolas y en concreto del sistema sanitario español en comparación con el del resto del mundo.

Figura 45: Índice de Competitividad Global



ANEXO [2]: Numero de camas del conjunto de hospitales en cada CCAA

El numero de camas absoluto es relativizado por cada 100.000 habitantes de la CCAA.

Tabla 14: Numero de camas absoluto y relativo de cada CCAA.

	Nº. Absoluto	Nº. Relativo
Andalucía	21016	249,7671
Aragón	5254	398,2442
Asturias	3825	373,9734
Baleares	3846	334,5919
Canarias	6916	321,1682
Cantabria	2020	347,6298
Cas. Mancha	5384	264,8481
Cas. León	9414	392,3239

Cataluña	34554	450,2023
Com.Valenciana	13985	279,4893
Extremadura	3941	369,1077
Galicia	9779	362,2524
Madrid	20640	309,7521
Murcia	4909	328,6034
Navarra	2295	350,8026
País Vasco	8001	362,4009
Rioja	1050	331,4415

ANEXO [3]: Numero de centros privados en cada CCAA.

De nuevo para este criterio igual que para el resto lo relativizamos según el numero de habitantes de cada CCAA. En este caso por cada 100.000 habitantes

Tabla 15: Numero de camas absoluto y relativo de cada CCAA.

	Nº. Absoluto	Nº. Ponderado
Andalucía	59	7,0119
Aragón	6	4,5479
Asturias	14	13,6879
Baleares	13	11,3097
Canarias	22	10,2165
Cantabria	3	5,1628
Cas. Mancha	8	3,9353
Cas. León	14	5,8344
Cataluña	143	18,6314
Com.Valenciana	22	4,3967
Extremadura	9	8,4293
Galicia	20	7,4088
Madrid	49	7,3536
Murcia	16	10,7113
Navarra	6	9,1713
País Vasco	14	6,3412
Rioja	3	9,4698

ANEXO [4]: Numero de profesionales médicos en atención primaria y especializada por CCAA.

Los datos relativos al numero de profesionales médicos y los profesionales de la enfermería durante el año 2020 han ido variando conforme avanzaban los meses debido a la incorporación progresiva de personal. Por lo que para el estudio en el escenario de normalidad no tenemos en cuenta estas incorporaciones sucesivas de personal, que se manifestaran en el análisis del escenario de excepcionalidad.

Tabla 16: Numero de médicos por cada 1000 habitantes en atención primaria

	2015	2016	2017	2018	2019
Andalucía	0,73	0,73	0,74	0,75	0,76
Aragón	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Asturias	0,75	0,77	0,78	0,78	0,78
Baleares	0,62	0,61	0,62	0,62	0,62
Canarias	0,76	0,75	0,75	0,75	0,74
Cantabria	0,78	0,79	0,83	0,8	0,8
Cas. Mancha	1,1	1,1	1,11	1,11	1,12
Cas. León	0,82	0,82	0,84	0,82	0,83
Cataluña	0,72	0,73	0,75	0,76	0,77
Com.Valenciana	0,71	0,72	0,76	0,76	0,79
Extremadura	0,9	0,9	0,91	0,91	0,92
Galicia	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83
Madrid	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Murcia	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75
Navarra	0,8	0,79	0,8	0,8	0,8
País Vasco	0,79	0,79	0,79	0,8	0,8
Rioja	0,84	0,84	0,84	0,84	0,83

Tabla 17: Numero de médicos por cada 1000 habitantes en atención esp.

	2015	2016	2017	2018	2019
Andalucía	1,54	1,59	1,59	1,62	1,645
Aragón	2,21	2,18	2,21	2,29	2,29

Asturias	2,25	2,28	2,35	2,42	2,47
Baleares	1,93	1,96	1,99	1,99	2,02
Canarias	1,83	1,88	1,91	1,94	1,98
Cantabria	1,72	1,78	1,83	1,89	1,945
Cas. Mancha	1,94	1,96	2,03	2,03	2,075
Cas. Leon	1,79	1,84	1,88	1,9	1,945
Cataluña	1,9	1,94	2,01	2,06	2,115
Com.Valenciana	1,78	1,82	1,82	1,88	1,9
Extremadura	1,81	1,82	1,81	1,84	1,84
Galicia	1,79	1,83	1,88	1,92	1,965
Madrid	2,04	2,13	2,14	2,23	2,28
Murcia	1,75	1,76	1,79	1,84	1,86
Navarra	2,33	2,52	2,6	2,53	2,665
País Vasco	2,15	2,13	2,21	2,3	2,33
Rioja	1,71	1,78	1,81	1,83	1,88

Se han dejado de considerar los datos del año 2020, ya que estos serán incluidos en el análisis del segundo escenario.

ANEXO [5]: Numero de enfermeros en atención primaria y especializada por CCAA.

Tabla 18: Numero de médicos por cada 1000 habitantes en atención primaria

	2015	2016	2017	2018	2019
Andalucía	0,59	0,57	0,57	0,57	0,6
Aragón	0,74	0,74	0,74	0,74	0,77
Asturias	0,66	0,68	0,68	0,75	0,72
Baleares	0,51	0,5	0,5	0,5	0,5
Canarias	0,61	0,61	0,61	0,91	0,9
Cantabria	0,71	0,65	0,65	0,77	0,64
Cas. Mancha	0,89	0,9	0,9	0,9	0,89
Cas. Leon	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75
Cataluña	0,67	0,72	0,75	0,72	0,75
Com.Valenciana	0,63	0,62	0,62	0,62	0,63

Extremadura	0,86	0,86	0,86	0,87	0,88
Galicia	0,66	0,67	0,67	0,68	0,7
Madrid	0,5	0,5	0,5	0,49	0,5
Murcia	0,58	0,57	0,57	0,56	0,57
Navarra	0,75	0,79	0,79	0,79	0,79
País Vasco	0,69	0,7	0,7	0,69	0,69
Rioja	0,78	0,84	0,84	0,94	0,93

Tabla 19: Numero de médicos por cada 1000 habitantes en atención esp.

	2015	2016	2017	2018	2019
Andalucía	2,6	2,69	2,86	2,89	3,02
Aragón	4,37	4,47	4,51	4,56	4,63
Asturias	3,69	3,91	4,11	4,1	4,31
Baleares	3,77	3,84	3,83	3,98	4,01
Canarias	3,16	3,29	3,42	3,54	3,67
Cantabria	3,36	3,52	3,53	3,62	3,705
Cas.Mancha	3,25	3,27	3,42	3,53	3,615
Cas. Leon	3,03	3,13	3,24	3,36	3,465
Cataluña	3,26	3,33	3,41	3,45	3,525
Com.Valenciana	2,8	2,81	2,84	2,91	2,93
Extremadura	3,09	3,18	3,33	3,41	3,53
Galicia	3,28	3,37	3,42	3,51	3,58
Madrid	3,34	3,45	3,62	3,57	3,71
Murcia	2,92	3,05	3,05	3,06	3,125
Navarra	4,22	4,43	4,7	4,63	4,87
País Vasco	4,35	4,34	4,45	4,94	4,99
Rioja	3,25	3,2	3,32	3,33	3,365

Se han dejado de considerar los datos del año 2020, ya que estos serán incluidos en el análisis del segundo escenario.

ANEXO [6]: Material de alta tecnología por CCAA.

En este caso el material disponible de alta tecnología para la función medica es relativizado por cada millón de habitantes de cada CCAA.

Tabla 20: Material de alta tecnología por cada CCAA

	TAC	RMN	GAM	HEM	ASD	LIT	ALI	SPECT	PET	MAMO	DO	DIAL
Andalucía	141	75	30	52	44	15	37	12	8	87	36	667
Aragón	26	23	3	7	6	3	6	4	2	26	3	228
Asturias	19	18	4	4	4	2	7	4	3	18	6	154
Baleares	23	24	6	8	7	4	4	3	2	22	13	186
Canarias	40	35	12	13	19	7	13	12	3	33	16	302
Cantabria	9	6	0	2	4	1	4	3	1	6	1	16
Cas. Mancha	39	37	6	7	10	5	12	7	2	47	15	312
Cas. Leon	47	23	3	7	4	3	4	4	1	27	10	111
Cataluña	120	106	24	35	51	12	36	22	14	102	45	702
Com.Valenciana	87	62	14	29	33	12	28	17	14	59	41	629
Extremadura	26	14	1	5	2	1	5	4	1	20	3	100
Galicia	52	38	8	16	18	4	15	13	4	36	16	441
Madrid	110	135	27	52	54	16	46	27	18	93	46	706
Murcia	28	21	2	7	10	2	5	5	2	21	8	103
Navarra	15	11	0	3	2	2	6	4	2	9	3	127
País Vasco	40	30	9	12	13	5	16	6	6	28	11	226
Rioja	5	4	2	2	2	1	2	2	1	3	3	38

Tabla 21: Material de alta tecnología por cada millón de habitantes

	TAC	RMN	GAM	HEM	ASD	LIT	ALI	SPECT	PET	MAMO	DO	DIAL
And	16,7573	8,9135	3,5654	6,18	5,2292	1,7827	4,3973	1,4262	0,9508	10,3396	4,2785	80,4588
Ar	19,7076	17,4336	2,2739	5,3059	4,5479	2,2739	4,5479	3,0319	1,5160	19,7076	2,2739	172,8201
Ast	18,5765	17,5987	3,9108	3,9108	3,9108	1,9554	6,8440	3,9108	2,9331	17,5987	5,8662	150,5671
Bal	20,0094	20,8794	5,2198	6,9598	6,0898	3,4799	3,4799	2,6099	1,7299	19,1394	11,3097	161,8151
Cana	18,5754	16,2534	5,5726	6,0370	8,8233	3,2507	6,0370	5,5726	1,3932	15,3247	7,4301	140,2441
Canta	15,4885	10,3256	0	3,4419	6,8838	1,7209	6,8838	5,1628	1,7209	10,3256	1,7209	27,5350
C-M	19,1848	18,2009	2,9515	3,4434	4,9192	2,4596	5,9030	3,4434	0,9838	23,1201	7,3788	153,4781
C-L	19,5870	9,5851	1,2502	2,9172	1,6670	1,2502	1,6670	1,6670	0,4167	11,2521	4,1675	46,2587
Cat	15,6347	13,8107	3,1269	4,5601	6,6448	1,5635	4,6904	2,8664	1,8241	13,2895	5,8630	91,4632
Val	17,3869	12,3907	2,7979	5,7956	6,5950	2,3982	5,5958	3,3974	2,7979	11,7911	8,1938	125,7052
Ext	24,3512	13,1122	0,9366	4,6829	1,8732	0,9366	4,6829	3,7463	0,9366	18,7317	2,8098	93,6584

Gal	19,2628	14,0767	2,9635	5,9270	6,6679	1,4818	5,5566	4,8157	1,4818	13,3358	5,9270	163,3636
Mad	16,5081	20,2599	4,0520	7,8038	8,1040	2,4012	6,9034	4,0520	2,7013	13,9569	6,9034	105,9520
Mur	18,7429	14,0572	1,3388	4,6857	6,6939	1,3388	3,3469	3,3469	1,3388	14,0572	5,3551	68,9471
Nav	22,9283	16,8141	0	4,5857	3,0571	3,0571	9,1713	6,1142	3,0571	13,7570	4,5857	194,1261
Vas	18,1178	13,5883	4,0765	5,4353	5,8883	2,2647	7,2471	2,7177	2,7177	12,6824	4,9824	102,3655
Rio	15,7829	12,6263	6,3132	6,3132	6,3132	3,1566	6,3132	6,3132	3,1566	9,4698	9,4698	119,9503

ANEXO [7]: Especificación del material sanitario de alta tecnología⁷².

Tabla 22: Material sanitario de alta tecnología

Abreviatura	Nombre completo
TAC	Tomografía Axial Computarizada
RMN	Resonancia Magnética
GAM	Gammacámara
HEM	Sala de Hemodinámica
ASD	Angiografía por Sustracción Digital
LIT	Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque
BCO	Bomba de Cobalto
ALI	Acelerador de Partículas
SPECT	Tomografía por Emisión de Fotones
PET	Tomografía por Emisión de Positrones
MAMOS	Mamógrafo
DO	Densitómetros Óseos
DIAL	Equipos de Hemodiálisis

ANEXO [8]: Numero de Quirófanos en cada CCAA.

Nos encontramos con el único criterio para el cual el ministerio de sanidad a día de realización del estudio todavía no posee datos de 2019, por lo que tomaremos los de 2018. Sin embargo esto no supondrá ningún problema para nuestro análisis, pues se trata de un criterio que tiende a permanecer constante debido a la gran inversión y

⁷² Para conocer la función de cada equipo nos remitimos al Instituto Nacional del Cáncer. Dir. Web: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/buscar/TAC/?searchMode=Begins>

tiempo que conlleva la creación de nuevos quirófanos y como nos indica el informe de la Federación de Asociaciones para la Defensa de la Sanidad Pública⁷³ durante el periodo previo al análisis este número de quirófanos ha permanecido prácticamente estable.

El conjunto de quirófanos será relativizado por cada 100.000 habitantes.

Tabla 23: Numero de quirófanos relativo de cada CCAA.

	Nº. Relativo
Andalucía	9,1155
Aragón	10,4602
Asturias	10,6400
Baleares	10,5400
Canarias	8,1800
Cantabria	10,1500
Cas. Mancha	7,0900
Cas. León	9,7500
Cataluña	10,2600
Com.Valenciana	9,9400
Extremadura	10,2100
Galicia	10,4800
Madrid	10,5200
Murcia	10,2800
Navarra	12,0700
País Vasco	10,5900
Rioja	8,3100

⁷³ Fuente: Federación de Asociaciones para la Defensa de la Sanidad Pública. Dir Web: <https://www.fadsp.org/documents/2020/ConcyRecDef.pdf>

ANEXO [9]: Total gasto sanitario

El gasto sanitario en cada CCAA es relativizado en euros por habitante.

Tabla 24: Gasto sanitario por habitante

	Nº. Relativo
Andalucía	1.165
Aragón	1.515
Asturias	1.727
Baleares	1.456
Canarias	1.366
Cantabria	1.503
Cas. Mancha	1379
Cas. León	1492
Cataluña	1.173
Com.Valenciana	1.334
Extremadura	1.613
Galicia	1.477
Madrid	1.221
Murcia	1.290
Navarra	1.672
País Vasco	1.731
Rioja	1.236

ANEXO [10]: Conjunto de evaluaciones normalizadas:

Todos los cálculos son realizados con apreciación de cuatro decimales, sin embargo, para facilitar la exposición mostramos los resultados únicamente con dos de ellos.

Tabla 25: Normalización evaluaciones

	Camas	C.P.	Med	Enf	TAC	MRN	GAM	HEM	ASD	LIT	ALI	SPECT	PET	MAMO	DO	DIAL	QUIR	GASTO
And	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Ar	0,07	0,09	0,06	0,07	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,08	0,02	0,09	0,06	0,06
Ast	0,06	0,03	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,04	0,04	0,05	0,07	0,06	0,09	0,07	0,06	0,08	0,06	0,07
Bal	0,06	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,10	0,08	0,06	0,09	0,04	0,04	0,05	0,08	0,11	0,08	0,06	0,06
Cana	0,06	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07	0,11	0,07	0,09	0,09	0,06	0,09	0,04	0,06	0,08	0,07	0,05	0,06
Canta	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05	0,04	0,00	0,04	0,07	0,05	0,07	0,08	0,05	0,04	0,02	0,01	0,06	0,06
C-M	0,05	0,11	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,04	0,05	0,07	0,06	0,05	0,03	0,09	0,07	0,08	0,04	0,06
C-L	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,05	0,04	0,02	0,06	0,06
Cat	0,08	0,02	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,07	0,04	0,05	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05
Val	0,05	0,10	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,09	0,05	0,08	0,06	0,06	0,05
Ext	0,06	0,05	0,06	0,06	0,08	0,05	0,02	0,05	0,02	0,03	0,05	0,06	0,03	0,08	0,03	0,05	0,06	0,07
Gal	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,04	0,06	0,08	0,05	0,05	0,06	0,08	0,06	0,06
Mad	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,08	0,08	0,09	0,09	0,07	0,07	0,06	0,09	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05
Mur	0,06	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,03	0,05	0,07	0,04	0,04	0,05	0,04	0,06	0,05	0,03	0,06	0,05
Nav	0,06	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	0,05	0,03	0,08	0,10	0,10	0,10	0,06	0,05	0,10	0,07	0,07
Vas	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,08	0,06	0,06	0,06	0,08	0,04	0,09	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07
Rio	0,06	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05	0,13	0,07	0,07	0,09	0,07	0,10	0,10	0,04	0,10	0,06	0,05	0,05

ANEXO [11]: Elección de los criterios para el escenario de excepcionalidad

Para realizar un análisis completo y exacto sobre el escenario sanitario bajo la pandemia, se han intentado obtener los datos sobre los médicos y enfermeros contratados en cada CCAA durante el año 2020. Sin embargo tras la solicitud de tales datos a todas CCAA a partir de los respectivos portales de transparencia, algunas de ellas han decidido rechazar la solicitud de este dato estadístico sobre contrataciones sin ni siquiera motivar el porqué de la denegación, contradiciendo claramente el art 20.2 de la ley 19/2013 de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno.

Ante esta actuación se están tomando medidas administrativas, sin embargo no se han conseguido obtener los resultados a la hora de realización de este estudio por lo que no podemos incluir tales criterios en nuestro análisis.

Extraño es que una Comunidad que se supone debe tener esos datos estadísticos de ejercicios pasados perfectamente delimitados y actualizados (pues deben remitirlos al Ministerio de Sanidad para su publicación oficial) los deniegue sin indicación ni explicación alguna contraviniendo la ley a efecto.

Aun así agradecemos la colaboración y transparencia de las siguientes CCAA que han colaborado con la solicitud requerida por este proyecto y nos han facilitado los datos sin poner ninguna traba para ello:

Andalucía, Aragón, Islas Baleares, Cantabria, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana, Extremadura, Madrid, Murcia y Navarra.

ANEXO [12]: Numero de contagios por CCAA a lo largo de 2020

El número de contagios absoluto es relativizado por cada 10.000 habitantes de la CCAA.

Tabla 26: Numero de contagios absoluto y relativo de cada CCAA.

	Nº. Absoluto	Nº. Relativo
Andalucía	271.341	320,5669
Aragón	81.020	609,4520
Asturias	27.542	270,3419
Baleares	36.783	313,9705
Canarias	27.831	127,9026
Cantabria	18.337	314,5796
Cas. Mancha	106.080	518,6726
Cas. León	134.003	559,5306

Cataluña	365.214	469,3978
Com.Valenciana	175.779	347,5712
Extremadura	39.084	367,3353
Galicia	62.853	232,6322
Madrid	412.083	607,8021
Murcia	62.276	412,0824
Navarra	42.808	647,4319
País Vasco	117.062	527,1866
Rioja	18.827	588,5019

ANEXO [13]: Tasa de mortalidad de la COVID-19 por CCAA

Relativizamos el número de muertes en cada CCAA por cada 10.000 habitantes para calcular la tasa de mortalidad de cada región.

Tabla 27: Número de fallecidos absoluto y relativo

	Nº. Absoluto	Nº. Relativo
Andalucía	5123	6,0524
Aragón	2634	19,8136
Asturias	1343	13,1824
Baleares	469	4,0033
Canarias	415	1,9072
Cantabria	393	6,7421
Cas. Mancha	4086	19,9783
Cas. León	5081	21,2158
Cataluña	8723	11,2114
Com.Valenciana	2941	5,8153
Extremadura	1067	10,0283
Galicia	1379	5,1040
Madrid	11828	17,4457
Murcia	744	4,9231
Navarra	960	14,5191
País Vasco	2963	13,3438
Rioja	586	18,3174

ANEXO [14]: Numero de camas COVID disponibles por CCAA.

Relativizamos el numero de camas disponibles en cada CCAA por cada 10000 contagiados en la región en la totalidad del año 2020.

Tabla 28: Numero de camas COVID disponibles absolutas y relativas

	Nº. Absoluto	Nº. Relativo
Andalucía	16966	625,2608
Aragón	4154	512,7698
Asturias	3457	1255,2258
Baleares	3295	895,8674
Canarias	5172	1858,5081
Cantabria	1456	794,2865
Cas. Mancha	4831	455,3993
Cas. León	6767	504,9899
Cataluña	24369	667,2508
Com.Valenciana	11756	668,7706
Extremadura	3170	811,0810
Galicia	8213	1306,6298
Madrid	16291	395,3369
Murcia	3932	631,3744
Navarra	1861	434,8051
País Vasco	4501	384,5357
Rioja	810	430,1103

Datos hallados a partir de la Tabla 3 del documento fuente, a partir de los pacientes hospitalizados y el porcentaje de camas ocupadas.

ANEXO [15]: Numero de camas UCI disponibles por CCAA.

Relativizamos el numero de camas disponibles en cada CCAA por cada 10000 contagiados en la región en la totalidad del año 2020.

Tabla 29: Numero de camas UCI disponibles absolutas y relativas

	Nº. Absoluto	Nº. Relativo
Andalucía	1644	60,5860
Aragón	231	28,5079
Asturias	322	116,8875
Baleares	292	79,3831
Canarias	443	159,2267
Cantabria	118	64,3475
Cas. Mancha	380	35,8256
Cas. León	544	40,5947
Cataluña	1258	34,4473
Com.Valenciana	1046	59,5153
Extremadura	232	59,4069
Galicia	730	116,1976
Madrid	1189	28,8554
Murcia	466	74,8161
Navarra	125	29,2001
País Vasco	420	35,8739
Rioja	60	31,8737

Datos hallados a partir de la Tabla 3 del documento fuente, a partir de los pacientes hospitalizados y el porcentaje de camas UCI ocupadas.

ANEXO [16]: Personal sanitario contagiado por CCAA.

Calcularemos el numero de personal sanitario contagiado por cada 10.000 contagios en la CCAA.

Tabla 30: Personal sanitario contagiado

	Nº Relativo
Andalucía	210
Aragón	330
Asturias	500

Baleares	225
Canarias	360
Cantabria	780
Cas. Mancha	390
Cas. León	420
Cataluña	210
Com.Valenciana	320
Extremadura	325
Galicia	330
Madrid	105
Murcia	310
Navarra	620
País Vasco	22
Rioja	615

ANEXO [17]: Incremento del gasto por CCAA.

Calcularemos el gasto experimentado por cada CCAA relativo por el numero de habitantes durante el año 2020.

Tabla 31: Incremento del gasto absoluto y relativo

	Nº. Absoluto	Nº. Relativo
Andalucía	11034046826	1.304
Aragón	2071315769	1.558
Asturias	1828540153	1.795
Baleares	1674361263	1.429
Canarias	3061119697	1.407
Cantabria	922931909,7	1.583
Cas. Mancha	3022836638	1.478
Cas. León	3575612574	1.493
Cataluña	9953373439	1.279
Com.Valenciana	6803697305	1.345
Extremadura	1774176244	1.667
Galicia	4108993649	1.521

Madrid	8205280225	1.210
Murcia	1931360570	1.278
Navarra	1171564141	1.772
País Vasco	4035144772	1.817
Rioja	415722555,1	1.299

ANEXO [18]: Conjunto de evaluaciones normalizadas, segundo escenario

Todos los cálculos son realizados con apreciación de cuatro decimales, sin embargo, para facilitar la exposición mostramos los resultados únicamente con dos de ellos.

Tabla 32: Evaluaciones normalizadas segundo estudio

	Contagios	Defunciones	Médicos Cont.	Camas	UCIs	Gasto
Andalucía	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05
Aragón	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,06
Asturias	0,08	0,03	0,10	0,10	0,02	0,07
Baleares	0,07	0,11	0,07	0,07	0,05	0,06
Canarias	0,16	0,23	0,15	0,15	0,03	0,06
Cantabria	0,07	0,06	0,06	0,06	0,01	0,06
C. Mancha	0,04	0,02	0,04	0,05	0,03	0,06
C. León	0,04	0,02	0,04	0,03	0,02	0,06
Cataluña	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05
Valencia	0,06	0,07	0,05	0,06	0,03	0,05
Extremadura	0,06	0,04	0,06	0,06	0,03	0,07
Galicia	0,09	0,08	0,10	0,11	0,03	0,06
Madrid	0,03	0,02	0,03	0,03	0,10	0,05
Murcia	0,05	0,09	0,05	0,07	0,03	0,05
Navarra	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,07
P. Vasco	0,04	0,03	0,03	0,03	0,46	0,07
Rioja	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,05