

Estrategias preventivas durante la pandemia COVID-19: el caso del Parc de Salut Mar (Cohorte COSAMar)

José M^a Ramada (IP)
Mireia Utzet
Consol Serra
Chelo de Travesedo
Julià del Prado
Fernando G. Benavides

Centro de Investigación en Salud Laboral
IMIM-UPF
Servicio Salud Laboral – PSMar
CIBER de Epidemiología y Salud Pública

Informe final del proyecto de investigación financiado por la XIV Convocatoria de becas I+D en prevención de riesgos laborales 2020-2021 de la Fundación Prevent.

Índice general

1. Introducción
 2. Hipótesis de investigación y Objetivos
 - 2.1. Hipótesis de investigación
 - 2.2. Objetivos
 3. Métodos
 - 3.1. Tipo de diseño y población de estudio
 - 3.2. Fuentes de datos
 - 3.3. Variables
 - 3.4. Análisis
 - 3.5. Consideraciones éticas
 4. Resultados
 5. Discusión
 6. Conclusiones
- Bibliografía

1. Introducción

En medio de la peor pandemia en un siglo (1), España ha sido uno de los países más afectados del mundo en términos de número absoluto de casos diagnosticados y de mortalidad por COVID-19(1). Al igual que la mayoría de los países europeos, España experimentó una primera ola entre marzo y junio de 2020, en la que se produjo un confinamiento radical, incluyendo el cierre servicios no esenciales y de todos los centros educativos. Durante mayo y junio, el país volvió gradualmente a una relativa normalidad, pero el número de casos de COVID-19 volvió a aumentar, lo que supuso el inicio de una segunda ola en julio hasta diciembre. Esta segunda ola se aplacó principalmente mediante medidas no farmacológicas (MNF), como el uso obligatorio de mascarilla, la limpieza de manos, la distancia física, la limitación estricta de la movilidad y la reducción de las actividades culturales, de ocio y de restauración, aunque se abrieron las escuelas primarias y secundarias y se mantuvieron la mayoría de las actividades económicas(2).

Durante toda la pandemia, los profesionales de la salud estuvieron en primera línea para hacerle frente, de manera que su implicación en la atención directa de los pacientes los exponía al riesgo de infección y enfermedad de manera continuada durante su jornada laboral (3). Pero, durante la primera ola, entre marzo y junio de 2020, la falta de equipos de protección personal (EPP) adecuados en muchas ocasiones, junto con la falta de conocimiento sobre el manejo clínico de los pacientes y el escaso conocimiento de su epidemiología, implicaron un aumento la tasa de infección, la vulnerabilidad y los temores al contagio de los profesionales sanitarios asistenciales. Muchos estuvieron en cuarentena por estar en contacto sin una protección adecuada con pacientes diagnosticados, o por haber dado positivo a pesar de estar asintomáticos. Son, como en todas las pandemias y epidemias, el colectivo más afectado a nivel mundial (4). En España representaron alrededor del 24% de los casos confirmados durante el estado de alarma (5). Esta elevada proporción de casos entre el personal sanitario, probablemente inferior al número real debido a la escasa disponibilidad de la prueba de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), tuvo implicaciones directas y causó importantes problemas en la atención primaria de salud y en la actuación de los hospitales, y probablemente pudo contribuir a la aceleración de la pandemia y a la sobrecarga del sistema sanitario (6).

Concretamente, en el Parc de Salut Mar (PSMar), como en la mayoría de los hospitales españoles, durante la primera ola hubo una grave escasez de EPP básicos (por ejemplo, mascarillas y batas), también cambios frecuentes en las pautas de cuarentena y aislamiento, así como una actualización constante del protocolo. No fue hasta mediados de mayo cuando esta situación empezó a estabilizarse progresivamente, de modo que los EPP estuvieron siempre disponibles durante la segunda ola, y los cambios tanto en los criterios de cuarentena y

aislamiento como en los protocolos fueron escasos y manejables. Todo esto ocurrió antes de que las vacunas contra el COVID-19 estuvieran disponibles en España a finales de diciembre de 2020, al igual que en toda la Unión Europea (7).

Esta estabilización en la disponibilidad de equipos de protección personal y de protocolos de actuación, sumado a la experiencia ganada en el cuidado seguro de los pacientes infectados, el mejor conocimiento de la epidemiología de la enfermedad y de posibles tratamientos sintomáticos, deberían asociarse a una disminución de la incidencia de la infección por el virus SARS-CoV-2 en los hospitales. Pero, además, asegurar la efectividad de la prevención de la exposición e infección en el lugar de trabajo de los trabajadores de la salud en los hospitales, debería ser una prioridad en las próximas fases de la pandemia. Para ello, es imprescindible analizar y entender lo ocurrido durante los meses de marzo a junio en dos aspectos cruciales sobre los que aún disponemos de poca evidencia científica. En primer lugar, la incidencia real en el total de profesionales sanitarios, teniendo en cuenta el tiempo real de exposición. En segundo lugar, el impacto de las MNF y del uso de los EPP en esta incidencia (8,9).

Los sistemas de vigilancia epidemiológica en salud laboral, aunque con limitaciones, están resultando ser instrumentos decisivos, tanto para la gestión de casos y contactos, como para la predicción de escenarios que permitan gobernar la pandemia a sus distintos niveles. Además, permiten realizar estudios longitudinales que evalúen la incidencia de los efectos que la pandemia motivada por el virus SARS-CoV-2 ha producido en el colectivo sanitario y sus posibles asociaciones con variables sociodemográficas y laborales.

En la primera fase de la pandemia, los hospitales fueron el principal escenario de los esfuerzos para su control. Aunque la principal atención se centró en los recursos físicos (camas, UCI, respiradores, pruebas diagnósticas, etc.), lo más relevante fue la respuesta de los profesionales de la salud, cuya afectación, con las bajas, cuarentenas y algunos fallecimientos, puso en tensión todo el sistema asistencial. La correcta protección y prevención de estos profesionales no siempre fue posible debido a la falta de EPP, a la rapidez de la propagación del virus, la falta de conocimiento en el manejo clínico de los pacientes debido al poco conocimiento de la enfermedad. Los servicios de salud laboral de los hospitales, especialmente los técnicos de prevención, trabajaron intensamente para determinar qué EPP eran adecuados para distintos grados de exposición, evaluar sus características e idoneidad, identificar alternativas aceptables ante la escasez y formar a los profesionales, a menudo con poca evidencia científica y protocolos cambiantes. Evaluar el impacto de estas intervenciones ha de servir para conocer su efectividad y realizar recomendaciones. Los resultados de este proyecto podrán ayudar a preparar al PSMar, y a hospitales similares, u otras empresas que desarrollan actividades esenciales, para mejorar

sus esfuerzos en las próximas fases de la pandemia y para otras crisis sanitarias. La experiencia ganada por el Servicio de Salud Laboral del PSMar en la gestión de la pandemia de la COVID-19 es una garantía de esta estrategia.

2. Hipótesis de investigación y objetivos

2.1. Hipótesis de investigación

La principal hipótesis de investigación de este estudio es que las medidas preventivas no farmacológicas disminuyeron la incidencia de la infección por SARS-CoV-2 entre los profesionales sanitarios en la segunda ola respecto a la primera, independientemente de la disminución de la incidencia en la segunda ola del número de profesionales susceptibles debido a la inmunidad natural adquirida durante la primera ola, y de las diferencias en el número de pacientes infectados admitidos en el hospital entre la primera y segunda ola.

2.2. Objetivos

El trabajo que se presenta parte de un objetivo general y varios objetivos específicos que se detallan a continuación.

2.2.1. Objetivo general

El objetivo general es analizar la incidencia real por COVID-19 entre el personal sanitario con un alto grado de precisión, así como evaluar el impacto de las medidas preventivas no farmacológicas en esta incidencia en las diferentes etapas de la pandemia durante 2020.

2.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

1. Estimar la efectividad de las medidas no farmacológicas entre la primera y la segunda ola, en la cohorte de personal sanitario del PSMar del año 2020, teniendo en cuenta sus características demográficas y profesionales.
2. Identificar las medidas no farmacológicas adoptadas durante la primera fase de la pandemia y caracterizarlas de acuerdo con el momento en que se fueron implantadas.
3. Evaluar el impacto de las medidas no farmacológicas y comparar la tendencia temporal antes y después de la incidencia de casos en la cohorte de personal sanitario del PSMar de 2020, teniendo en cuenta sus características demográficas y profesionales.

3. Métodos

3.1. Tipo de diseño y población de estudio

Estudio mixto con un componente cuantitativo longitudinal, desde 1 de enero a 31 de diciembre de 2020, y un componente cualitativo basado en entrevistas semiestructuradas con diferentes agentes implicados en la gestión de las medidas preventivas.

El Parc de Salut Mar (PSMar) es una organización integral de servicios que conforman una gran institución de salud en el litoral de Barcelona, en el que se concentra uno de los polos más dinámicos de conocimiento asistencial, docente y de investigación de la ciudad, junto al Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona y la Universitat Pompeu Fabra. El Hospital del Mar es el dispositivo asistencial principal de la Institución, que cuenta además con otros dispositivos asistenciales como el Hospital de la Esperanza, el Centro Fòrum (especializado en atención de larga duración y psiquiatría), el Centro Asistencial Dr. Emili Mira (Especializado en psiquiatría) y el CUAP Peracamps. El PSMar cuenta con sistemas de información y registro que permiten almacenar los datos esenciales relacionados con los posibles efectos que la pandemia ha podido ocasionar en la población trabajadora.

La componente cuantitativa se ha basado en un estudio de cohorte dinámico, desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020, en el que se ha incluido a todo el personal sanitario que fue contratado por el PSMar durante al menos una semana en este periodo.

3.2. Fuentes de datos

El departamento de Recursos Humanos (RRHH) del PSMar facilitó las bases de datos con la información sociodemográfica, laboral y bajas laborales de las personas trabajadoras del PSMar. Además, a partir del sistema de vigilancia epidemiológica ocupacional (Go.Data (10)), una herramienta de investigación de brotes para la recolección de datos de campo durante emergencias de salud pública administrado por la Red Global de Brotes y Respuesta coordinada por la OMS, utilizado por el Servicio de Salud Laboral y el Servicio de Epidemiología y Evaluación, se obtuvo la información sobre los casos y contactos. El Departamento de RRHH creó un Número de Identificación Único (NIU), un código único alfanumérico construido a partir de la siguiente información: las dos primeras letras del primer apellido, las dos primeras letras del segundo apellido, la fecha de nacimiento, el sexo, y un número de control, para garantizar la confidencialidad de las personas trabajadoras y poder unir las dos bases de datos. Sólo el departamento de RRHH tendrá la equivalencia entre este NIU y el número de empleado. A partir de este código de identificación, los datos se analizarán de manera agregada de modo que no se podrá identificar a ningún trabajador individualmente. La privacidad y la seguridad de los

datos están garantizadas en todo momento. El proyecto ha sido evaluado positivamente por el Comité de Ética del PSMar (número de proyecto 2020/9379/I; aprobado el 9/10/2020).

3.3. Variables

Un caso de COVID en un profesional sanitario se definirá como un/a trabajador/a del PSMar con un diagnóstico confirmado de COVID-19 por una prueba PCR o test de antígenos positivo, sea sintomático o asintomático. Esta información está disponible a partir de la base de Go.data.

El período de tiempo del estudio, que comprende de enero a diciembre de 2020, se ha tratado por semanas (de la 1 a la 53) y por olas, considerando la primera ola desde el 14 de marzo hasta el 21 de junio (fin del estado de alarma), y la segunda del 22 de junio al 31 de diciembre (informe Carlos III).

A partir de los datos de RRHH, para cada uno de los integrantes de la cohorte dispondremos de las siguientes variables. El número de días exactos que ha estado activo y el número de días de incapacidad temporal atribuible a COVID-19 (incluidos los casos de aislamiento o cuarentena) u otros motivos. La categoría profesional, cuyas categorías de respuesta son personal facultativo asistencial, personal de enfermería y auxiliar, otro personal asistencial, y personal de administración. El tipo de contrato, agrupado en permanente, temporal y de sustitución. El centro de trabajo, con las categorías Hospital del Mar, Hospital de l'Esperança, Centre Fórum, Centre Dr. Emili Mira (CAEM), y otros (PASSIR, ESIM, y Escola Bonanova). Y finalmente el turno, agrupado en día y noche. Además, se dispone de información sociodemográfica, como el sexo y la edad (agrupada en 18 a 29 años, 30 a 49 años, 50 a 70 años).

Cada una de estas variables será categorizada de acuerdo con las agrupaciones pertinentes que haga posible su análisis cuantitativo.

3.4. Análisis

3.4.1. Primer objetivo

Para dar respuesta al primer objetivo, se realizó un análisis estadístico en dos fases. En primer lugar, un análisis univariante estimando para cada ola la tasa de incidencia (TI) por 1.000 trabajadores-día por semana (sumando los días activos menos los días de baja por incapacidad temporal) y sus intervalos de confianza del 95% (IC95%), así como la Razón de Efectividad (RE) calculada a partir de la fórmula $RE = (1 - (TI \text{ segunda ola} / TI \text{ primera ola})) \times 100$, según las variables sociodemográficas y ocupacionales. En segundo lugar, la RE entre las dos olas se estimó mediante una regresión binomial negativa, introduciendo una variable *dummy* en el modelo que identificaba el periodo de tiempo (primera y segunda ola) tomando como referencia

(denominador) la primera. El número de días trabajados por semana (días activos menos ausente) por individuo se incluyó en el modelo como *offset*. Así pues, se utilizaron cuatro aproximaciones consecutivas 1) ajustando un modelo de referencia crudo, 2) excluyendo a los trabajadores sanitarios infectados durante la primera ola en las estimaciones de TI de la segunda ola, 3) incluyendo los casos incidentes de COVID-19 en la ciudad de Barcelona por semana (11), y 4) incluyendo el número de nuevos pacientes hospitalizados atribuibles a COVID-19 por semana en el PSMar. Estas cuatro aproximaciones se estimaron estratificando por cada una de las variables demográficas y ocupacionales. Todos los cálculos se realizaron con la versión 14.2 de STATA (Stata Corp., College 35 Station, TX, USA).

3.4.2. Segundo objetivo

Para dar respuesta al segundo objetivo, se realizó una aproximación cualitativa, a partir de entrevistas semiestructuradas con los técnicos de prevención de riesgos laborales del Servicio de Salud Laboral del PSMar, con el responsable de logística del PSMar, y con la coordinadora de enfermería del Programa Control de infecciones. Además, se ha tenido acceso a los datos de compras (proporcionados por el responsable de logística), a los documentos referentes a los protocolos de actuación y prevención del programa de control de infecciones, y a los datos referentes a formaciones de los técnicos de prevención.

3.4.3. Tercer objetivo

Para dar respuesta al tercer objetivo, para identificar cambios en la tendencia temporal de la TI, se han aplicado modelos de regresión *Joinpoint*. El modelo de regresión *Joinpoint* permite analizar tasas a lo largo del tiempo con el fin de identificar el (los) posible(s) punto(s) temporal(es) en que cambia significativamente la tendencia (en dirección o magnitud) que se está analizando, los denominados puntos de inflexión, y así estimar la función de regresión (las distintas pendientes) con estos puntos de unión previamente identificados, así como el cambio porcentual semanal y los respectivos intervalos de confianza al 95% (IC95%). La modelización parte de una única línea de tendencia lineal, con ningún punto de inflexión, y a continuación se comprueba si hay puntos de inflexión estadísticamente significativos que deban añadirse al modelo, es decir, si existen regresiones con diferentes pendientes. Esto permite identificar cambios estadísticamente significativos en la tendencia temporal. La significación estadística de un cambio de tendencia se evalúa mediante el método de permutación de Monte Carlo.

Así pues, se estimarán modelos de regresión de *jointpoint* para todo el personal sanitario incluido en la cohorte durante la primera ola, y estratificando por cada una de las variables demográficas y ocupacionales. Se realizarán con el programa informático Surveillance Research

Program del National Cancer Institute de EE.UU (11). A partir de los resultados de estas regresiones, se calculará la RE para cada escenario.

3.5. Consideraciones éticas

El proyecto fue evaluado de manera positiva por parte del Comité de ética del PSMar (número de proyecto 2020/9379/I; aprobado el 9/10/2020). Además, el estudio ha seguido las directrices nacionales e internacionales (Código Ético y Declaración de Helsinki) y las normas de confidencialidad (Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal).

4. Resultados

4.1. Descripción de la cohorte

El tamaño de la muestra de la cohorte fue de 5.543 trabajadores (tabla 1), de los cuales 4.066 eran mujeres (73,4%), con una edad media de 37 años (IQR 27-49); 3.509 (55,2%) tenían contrato permanente; el 51,1% eran personal de enfermería o auxiliares y el 15,1% personal facultativo asistencial; y 3.749 (67,7%) trabajaban en el Hospital del Mar.

Tabla 1. Principales variables sociodemográficas y ocupacionales, trabajadores PSMar 2020 (n=5.543)

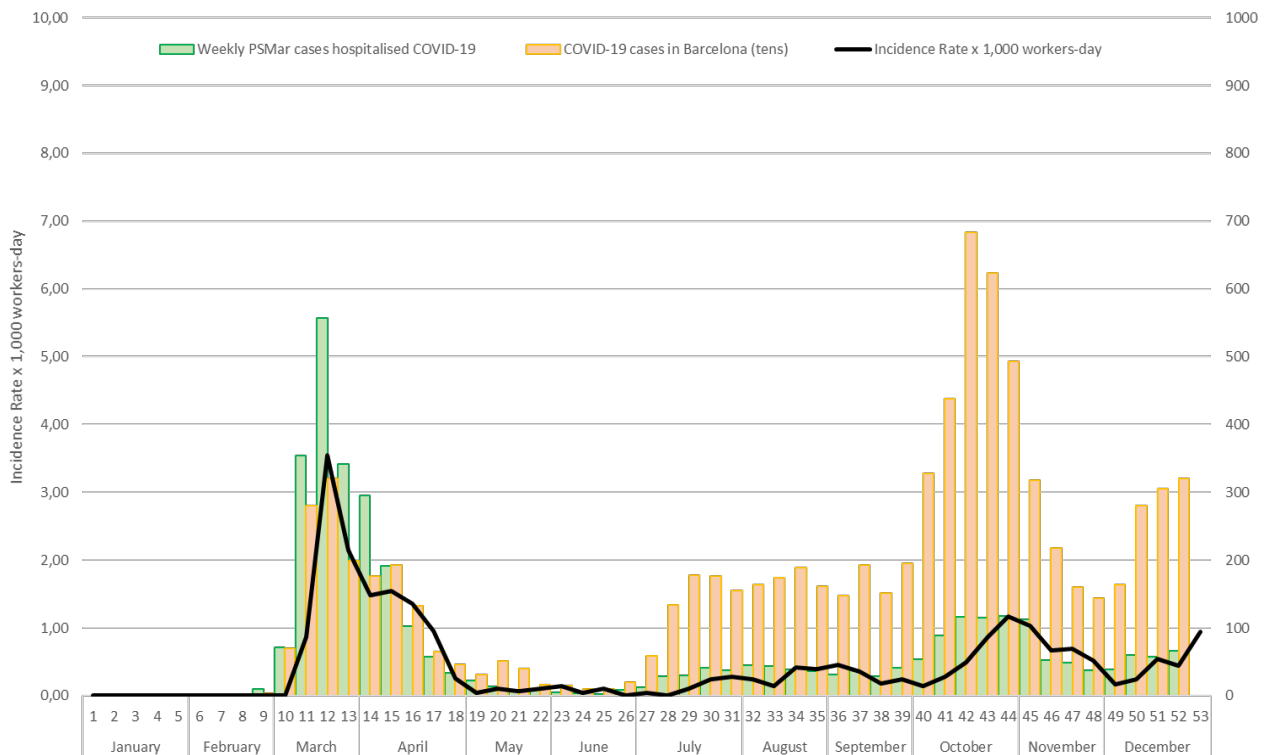
		n	%
Sexo	Mujeres	4.066	73,4
	Hombres	1.477	26,6
Edad	18 - 29 años	1.806	32,6
	30 – 49 años	2.371	42,8
	50 - 70 años	1.364	24,6
Tipo de contrato	Permanente	3.509	55,2
	Temporal	1.436	22,6
	Substitución	1.416	22,3
Categoría ocupacional	Personal facultativo asistencial	857	15,5
	Personal enfermería y auxiliares	2.850	51,4
	Otro personal asistencial	968	17,5
	Personal administración	868	15,7
Centro de trabajo	H Mar	3.921	70,7
	H Esperança	448	8,1
	C Fòrum	384	6,9
	CAEM	507	9,2
	Otros	279	5,0

4.2. Diferencias entre la primera y segunda ola

Desde la aparición del primer caso de COVID-19 en el PSMar el día 28 de febrero, la tasa de incidencia de los casos de COVID-19 entre las personas trabajadoras del PSMar durante 2020 aumentó drásticamente a principios de marzo (semana 10), con una TI máxima de 3,5 por cada 1.000 trabajadores-día en la semana 12, justo después que se decreta el estado de alarma, momento a partir del que la TI disminuye rápidamente hasta una TI cercana a 0 en la semana 19. Esta fue la situación en el PSMar hasta el final del estado de alarma, el 21 de junio (semana

25). La segunda ola, que comenzó en la semana 26, mostró una tendencia creciente menos dramática desde la semana 40 hasta la 44, cuando alcanzó una TI máxima de 1,2 por 1.000 trabajadores-día (figura 1).

Figura 1. Tasa de incidencia de COVID-19 por 1.000 trabajadores-día entre los trabajadores sanitarios del PSMar, casos de COVID-19 ingresados en el PSMar y casos de COVID-19 en Barcelona, por semanas en 2020.



La figura 1 también muestra la tendencia de los casos comunitarios incidentes de COVID-19 en la ciudad de Barcelona y el número de nuevos pacientes hospitalizados por COVID-19 por semana en el PSMar. El número de casos comunitarios fue mayor en la segunda ola que en la primera, con unos 3.000 casos en la semana 13 frente a más de 6.000 casos en la semana 42. Mientras tanto, el número de nuevos casos admitidos en el PSMar fue de unos 550 casos en la semana 13 frente a unos 100 casos en la semana 43.

Durante la primera ola, se identificaron 333 nuevos casos de COVID-19 entre los trabajadores sanitarios, con una TI promedio de 0,82 (IC95%: 0,73 - 0,91); durante la segunda ola, con 311 nuevos casos de COVID-19, la TI fue de 0,39 (0,35 - 0,44) (figura 2).

Figura 2. Tasa de incidencia de COVID-19 por 1.000 trabajadores-día entre los trabajadores sanitarios del PSMar, casos de COVID-19 hospitalizados y casos de COVID-19 en Barcelona por semanas; TI (IC) por ola

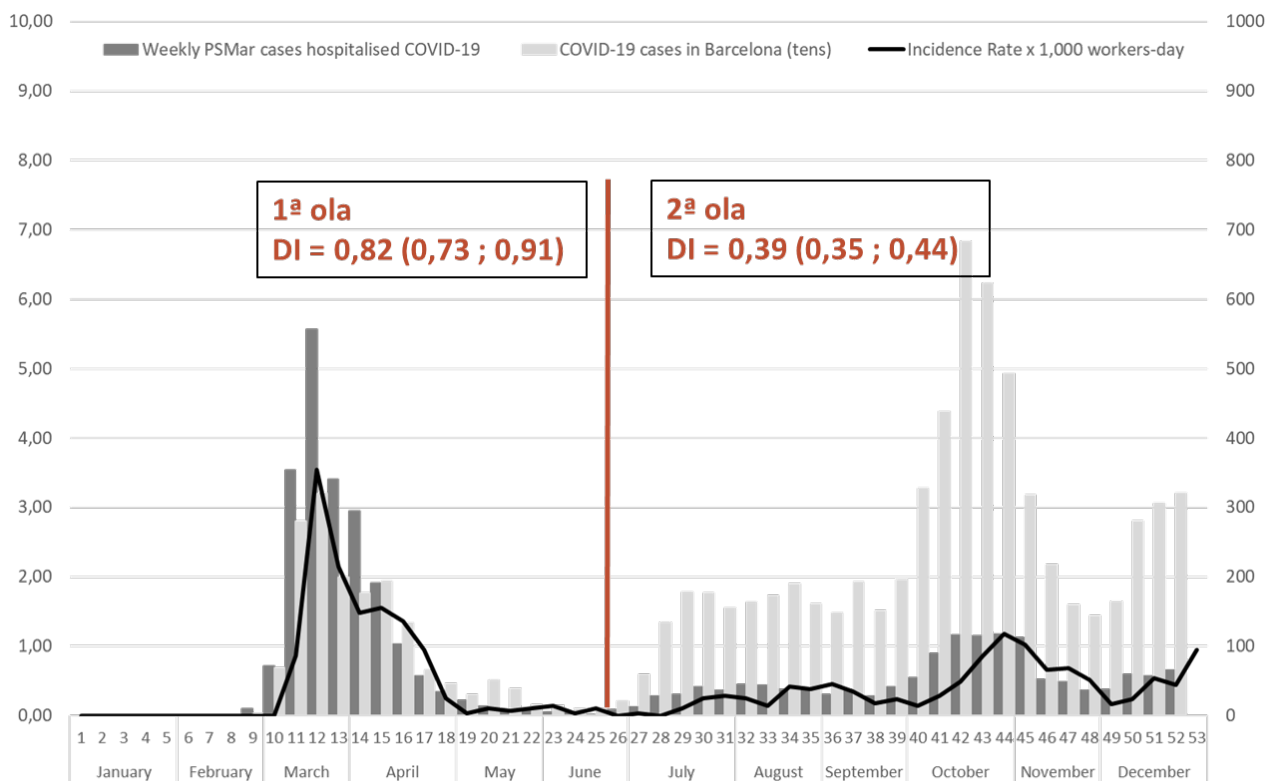


Tabla 2. Casos incidentes de Covid-19, jornadas efectivas, tasa de incidencia por 1.000 trabajadores-día, durante la 1ª y 2ª ola, y Razón de Efectividad (RE) entre olas. Por sexo, edad, contrato, centro de trabajo, categoría profesional y turno de trabajo. Trabajadores sanitarios del PSMar, 2020.

$$*ER = (1-TI2/TI1) \times 100$$

		Primera ola			Segunda ola			ER*
		Casos incidentes	Días trabajados efectivos	TI1 (IC95%)	Casos incidentes	Días trabajados efectivos	TI2 (IC95%)	
Sexo	Mujer	238	297688	0,80 (0,70 ; 0,91)	220	580883	0,38 (0,33 ; 0,43)	52,6
	Hombre	95	109584	0,87 (0,71 ; 1,06)	91	208603	0,44 (0,35 ; 0,53)	49,7
Edad	18-34	101	101914	0,99 (0,81 ; 1,20)	138	199188	0,69 (0,58 ; 0,82)	30,1
	35-49	136	188793	0,72 (0,61 ; 0,85)	117	361673	0,32 (0,27 ; 0,39)	55,1
	50-70	96	116481	0,82 (0,67 ; 1,00)	55	228474	0,24 (0,18 ; 0,31)	70,8
Contrato	Permanente	229	307541	0,74 (0,65 ; 0,85)	177	581040	0,30 (0,26 ; 0,35)	59,1
	Temporal	42	46778	0,90 (0,66 ; 1,20)	26	51617	0,50 (0,34 ; 0,73)	43,9
	Sustitución	62	52857	1,17 (0,91 ; 1,49)	108	156829	0,69 (0,57 ; 0,83)	41,3
Centro	Hospital Mar	205	274433	0,75 (0,65 ; 0,85)	236	533075	0,44 (0,39 ; 0,50)	40,7
	Hospital Esperança	56	39803	1,41 (1,07 ; 1,81)	24	71565	0,34 (0,22 ; 0,49)	76,2
	Forum	25	28802	0,87 (0,57 ; 1,26)	17	54035	0,31 (0,19 ; 0,49)	63,8
	CAEM	45	38286	1,18 (0,87 ; 1,56)	28	80520	0,35 (0,24 ; 0,50)	70,4
Categoría ocupacional	Personal facultativo asistencial	49	72702	0,67 (0,50 ; 0,88)	33	135463	0,24 (0,17 ; 0,34)	63,9
	Personal enfermería y auxiliares	219	206572	1,06 (0,93 ; 1,21)	186	409975	0,45 (0,39 ; 0,52)	57,2
	Otros profesionales asistenciales	44	66436	0,66 (0,49 ; 0,88)	68	122459	0,56 (0,43 ; 0,70)	16,2
	Personal administración y gestión	21	61562	0,34 (0,22 ; 0,51)	24	121589	0,20 (0,13 ; 0,29)	42,1
Total		333	407272	0,82 (0,73 ; 0,91)	311	789486	0,39 (0,35 ; 0,44)	51,8

La ER global (tabla 3) mostró una ligera reducción de 51,8 (IC95%: 42,9-59,4) en el modelo 1 a 49,5 (40,1-57,5) en el modelo 2, en el que se excluyó a los trabajadores sanitarios infectados durante la primera ola de las estimaciones de la IR de la segunda ola; y descendió a 45,7 (27,7-59,3) en el modelo 4 cuando se incluyeron en el análisis tanto el número de casos comunitarios como el número de nuevos pacientes hospitalizados atribuibles a COVID-19 en el PSMar. Sin

embargo, la ER fue más alta en el modelo 3 cuando sólo se incluyó el número de casos comunitarios 75,9 (70,3-80,4).

Al estratificar por las variables sociodemográficas y laborales, atendiendo al modelo saturado 4, las estimaciones de ER presentaron diferencias por edad, desde una ER de 7,1 (-47,0-41,2) entre los trabajadores menores de 30 años hasta 61,9 (38,6-76,3) y 66,7 (37,2-82,3) entre los de 30 a 49 años y los de 50 años o más, respectivamente. Por tipo de contrato, se observó una ER significativa entre los contratos temporales de 56,5 (37,3-69,9); por centro, que osciló entre 33,3 (6,7-52,3) para el Hospital del Mar y 88,1 (66,1-95,9) para el Hospital de l'Esperança; y por categoría profesional, con una ER de 69,0 (23,9-87,4) entre el personal facultativo asistencial y 51,0 (29,6-65,9) entre el personal de enfermería y auxiliares.

Tabla 3. Razón de eficacia (intervalo de confianza del 95%) de los casos incidentes de COVID19 entre olas entre los trabajadores sanitarios de PSMar, 2020.

		modelo 1	modelo 2	modelo 3	modelo 4
Sexo	Mujer	52,2 (41,5 ; 60,9)	49,9 (38,7 ; 59,1)	77,3 (70,9 ; 82,3)	46,7 (24,8 ; 62,3)
	Hombre	50,8 (32,4 ; 64,3)	48,4 (28,8 ; 62,6)	72,0 (58,9 ; 80,9)	42,9 (3,8 ; 66,1)
Edad	18-34	28,5 (5,2 ; 46,1)	25,1 (0,5 ; 43,6)	55,0 (37,5 ; 67,5)	7,1 (-47,0 ; 41,2)
	35-49	56,3 (42,4 ; 66,9)	54,2 (39,5 ; 65,3)	81,1 (73,1 ; 86,7)	61,9 (38,6 ; 76,3)
	50-70	70,7 (57,9 ; 79,6)	69,1 (55,5 ; 78,5)	88,7 (81,8 ; 92,9)	66,7 (37,2 ; 82,3)
Contrato	Permanente	59,2 (49,4 ; 67,2)	57,0 (46,6 ; 65,4)	80,5 (74,5 ; 85,1)	56,5 (37,3 ; 69,9)
	Temporal	41,2 (1,8 ; 64,8)	39,6 (-1,1 ; 63,9)	71,7 (46,2 ; 85,2)	35,9 (-44,9 ; 71,6)
	Sustitución	40,2 (15,1 ; 57,8)	37,4 (11,0 ; 56,0)	66,6 (49,8 ; 77,7)	15,8 (-57,1 ; 54,8)
Centro	Hospital Mar	41,7 (28,4 ; 52,5)	38,1 (25,2 ; 50,4)	66,8 (57,6 ; 74,0)	33,3 (6,7 ; 52,3)
	Hospital Esperança	74,1 (56,5 ; 84,6)	71,7 (52,6 ; 83,2)	93,9 (87,0 ; 97,1)	88,1 (66,1 ; 95,9)
	Forum	55,6 (11,9 ; 77,7)	53,0 (6,8 ; 76,3)	80,5 (53,7 ; 91,8)	32,9 (-122,7 ; 79,8)
	CAEM	75,6 (57,6 ; 86,0)	73,8 (54,5 ; 84,9)	91,0 (81,3 ; 95,7)	64,1 (4,8 ; 86,4)
Categoría ocupacional	Personal facultativo asistencial	66,1 (43,5 ; 79,7)	64,3 (40,4 ; 78,6)	87,1 (74,8 ; 93,4)	69,0 (23,9 ; 87,4)
	Personal enfermería y auxiliares	58,2 (48,1 ; 66,2)	55,5 (44,8 ; 64,1)	79,5 (73,2 ; 84,3)	51,0 (29,6 ; 65,9)
	Otros profesionales asistenciales	6,3 (-44,0 ; 39,0)	3,6 (-48,2 ; 37,3)	46,1 (11,5 ; 67,2)	-3,4 (-110,1 ; 49,1)
	Personal administración y gestión	40,9 (-10,96 ; 68,5)	39,6 (-13,4 ; 67,8)	64,9 (26,6 ; 83,3)	42,3 (-57,0 ; 78,8)

Total	51,8 (42,9 ; 59,4)	49,5 (40,1 ; 57,5)	75,9 (70,3 ; 80,4)	45,7 (27,7 ; 59,3)
-------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Modelo 1: Modelo crudo

Modelo 2: Modelo 1 excluyendo los casos positivos de la 1ª ola en la TI de la 2ª ola

Modelo 3: Modelo 2 incluyendo los casos de COVID-19 en Barcelona

Modelo 4: Modelo 3 incluyendo las nuevas hospitalizaciones por COVID-19 en el PSMar

4.3. Medidas preventivas no farmacológicas

En la tabla 5 se presentan las intervenciones preventivas llevadas a cabo por el servicio de Salud Laboral del PSMar durante la primera ola, agrupadas en grandes grupos. Esta tabla se ha construido a partir de tres entrevistas con dos de los técnicos en prevención de riesgos laborales del Servicio de Salud Laboral del PSMar, que, a partir de los registros documentales existentes y de su experiencia, identificaron todas las actividades preventivas llevadas a cabo a lo largo de este periodo de estudio. Las actividades preventivas se han clasificado en equipos de protección personal, organizativas (medidas barrera y medidas de personal), epidemiología de campo, y formativas.

Tabla 5. Medidas no farmacológicas llevadas a cabo en el PSMar durante la primera ola

Intervenciones	Características
Equipos de Protección Personal (EPPs)	Protección cuerpo (buzos, batas, delantales) Protección ocular (gafas de montura integral o universal, pantallas faciales) Protección respiratoria (Mascarillas autofiltrantes FFP2, FFP3, KN95) Protección respiratoria pacientes (mascarilla quirúrgica) Protección respiratoria no EPI (mascarilla quirúrgica) Protección dérmica manos (guantes de nitrilo, látex, sintéticos) Accesorios diversos (manguitos, gorros, patucos)
Organizativas colectivas	Control de acceso (guardia de seguridad), circuitos de movilidad interna, mamparas, ascensor COVID/no COVID, aforos limitados (unidades, comedores, vestuarios) Habilitación de alojamiento para pernoctar ¿? para los trabajadores
Organizativa individuales	Teletrabajo Modificación del horario (turnos de 12 horas) Grupos vulnerables (Embarazadas, personas alérgicas, personal con patología crónica previamente identificada) Figura operario
Detección y seguimiento de casos y contactos	Criterios definición de aislamiento (caso) y cuarentena (contacto) Realización de PCR Cribados sistemáticos
Formativas e informativas	Información situación, medidas higiene básicas, colocación y retirada EPP.

Las medidas preventivas referidas a EPP se refieren a la disponibilidad por parte del personal del PSMar del material necesario para la protección del cuerpo, ocular, respiratoria, y dérmica. Se trata de material

habitual en cualquier hospital, pero cuyo consumo se disparó durante la primera ola, de manera que hubo grandes entradas seguidas de semanas de carencia de alguno de ellos en varios momentos durante la pandemia (tal y como se muestra en la figura 3). Esta carencia se daba a nivel del hospital, pero también en el resto de Cataluña y España. Desde el departamento de logística nos informa que se compró material siempre que había disponibilidad en el mercado, en el que hubo escasez de estos productos en los primeros meses.

Las medidas organizativas colectivas se refieren a todas aquellas actuaciones que se diseñaron ad hoc y se implementaron en todos los centros del PSMar durante el estado de alarma para limitar el contacto entre profesionales y entre pacientes. Incluyen el control de acceso por parte del personal de seguridad, de manera que se restringía el acceso al hospital a los familiares de los pacientes ingresados (visitas) y los acompañantes de los pacientes que acudían para la realización de exploraciones complementarias, pruebas diagnósticas o visitas ambulatorias, se crearon circuitos de movilidad interna para separar zonas limpias de zonas sucias y evitar el contacto y la acumulación de personas, se habilitaron ascensores COVID y ascensores no COVID, y se limitaron los aforos en unidades, comedores y vestuarios. Finalmente, durante el mes de abril y mayo se habilitó un alojamiento provisional en hoteles para el personal del PSMar que no quería estar en su hogar. Concretamente se crearon dos espacios, uno para personal infectado pero que no requería hospitalización, y otro para personal no infectado.

En cuanto a medidas organizativas individuales, también fueron diseñadas especialmente durante el estado de alarma y se refiere a todas aquellas intervenciones que afectaron a la organización del trabajo. En primer lugar, la obligatoriedad de realizar teletrabajo siempre que fuese posible. En segundo lugar, se modificó el horario laboral de manera que todo el personal pasó a realizar turnos de 12 horas, alternando grupos de trabajo (que se podían asimilar a grupos burbuja). Esta modificación horaria empezó a final de la semana 12 y estuvo vigente durante dos semanas para todo el personal, y gradualmente a lo largo del mes de abril, se fue volviendo a la normalidad horaria. Además, se ofreció a los/as trabajadores/as vulnerables (como por ejemplo mujeres embarazadas, personas alérgicas o con patologías crónicas previamente identificada) la posibilidad de no trabajar presencialmente en el hospital. Finalmente, se creó la figura del operario de control de acceso, que se ubicaba de manera estable durante las 24 horas del día en los accesos de todos los centros para vigilar el cumplimiento de las restricciones que se establecían en cada momento. Asimismo, estos operarios también se ubicaban a la entrada de las Unidades de Hospitalización cuando éstas estaban confinadas para verificar que las personas que accedían a estas Unidades se encontraban debidamente registradas y con los permisos de acceso actualizados. La figura de estos operarios aún se mantiene en caso de confinamiento de una planta. Prácticamente todas las medidas organizativas se instauraron durante las semanas 11 y 12, excepto los grupos vulnerables, la

figura del operario y el alojamiento que se activaron la semana 14; y se fueron retirando progresivamente a partir de la semana 25 (fin del estado de alarma).

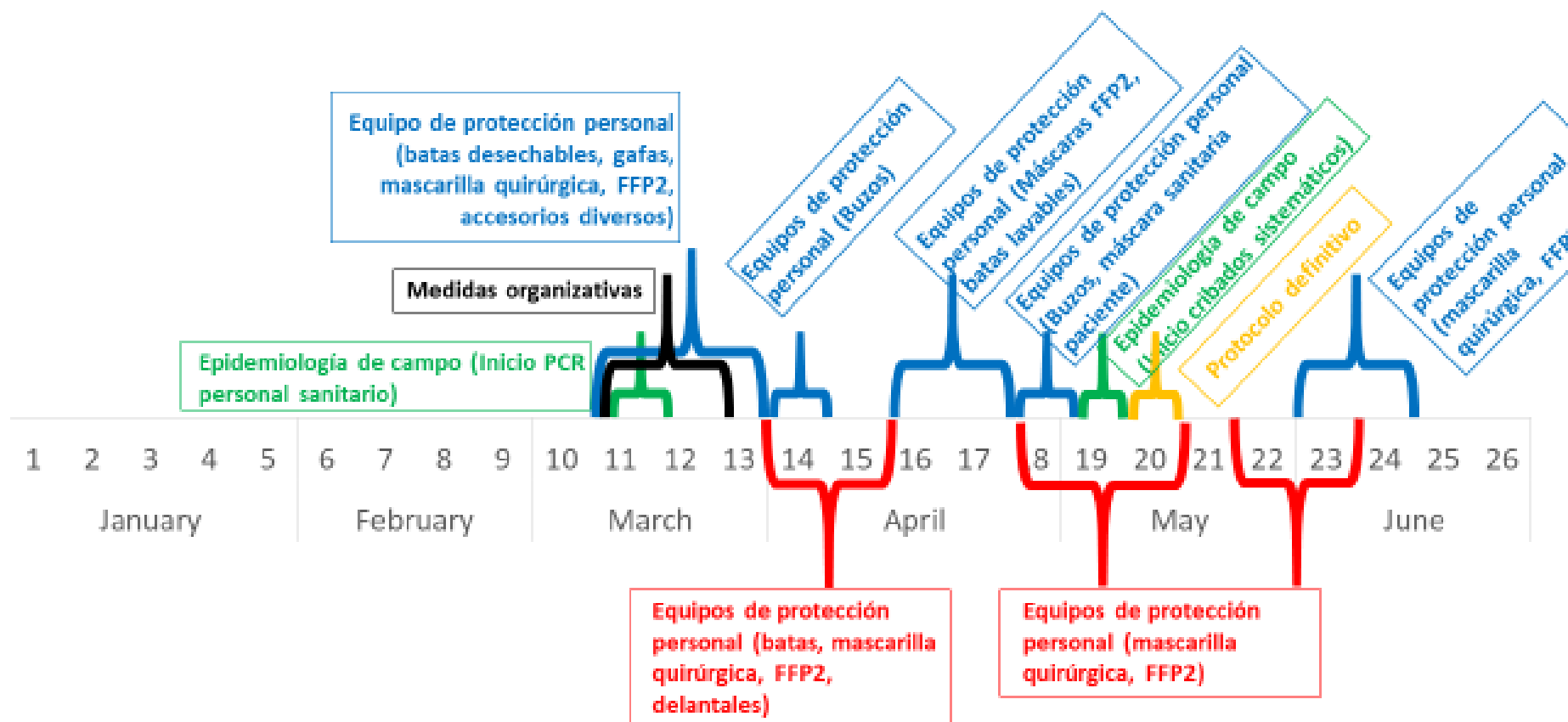
Las medidas de detección y seguimiento de casos y controles se refieren a las medidas centradas en la intervención para controlar la propagación de la enfermedad, y están centrada fundamentalmente en la vigilancia epidemiológica y la investigación y control de brotes. Entre estas medidas destaca la definición de caso (y del aislamiento asociado) y contacto (y de la cuarentena asociada); la realización de PCR al personal; y la realización de cribados sistemáticos. El aislamiento o cuarentena de casos y contactos empezó con el primer caso la semana 9 (primera semana de marzo) y, a pesar de tener poca disponibilidad de PCR, éstas se empezaron a realizar la semana 11. En abril (semana 19) empezó el primer cribado sistemático, con el objetivo de saber cuántas personas se habían infectado, y a partir de agosto se realizaban cribados en todos los brotes que se producían en el PSMar.

Finalmente, las medidas formativas e informativas sobre las medidas preventivas y de higiene básicas, así como de la colación y retirada de los equipos de protección personal, se realizaron a partir de videos y de sesiones presenciales (a demanda, para las personas de nueva incorporación, y en aquellas unidades reestructuradas). Desde la semana 10 hasta la 25 se realizaron entre 1 y 3 actividades formativas cada día de manera presencial.

Además de estas MNF, el PSMar elaboró protocolos de actuación del personal sanitario de todas las unidades, COVID o no-COVID, y para tratar a pacientes infectados, sospechosos de estarlo, o pacientes con otras patologías. Estos protocolos se diseñaron en base a los protocolos del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya, las recomendaciones del "European Centers for disease Control", los avances científicos sobre la historia natural de la enfermedad, y la disponibilidad de equipos de protección personal. El protocolo definitivo de actuación se aprobó durante la semana 20 (mayo) de 2020.

En resumen, todas estas medidas se han caracterizado de acuerdo con el momento en que se implantaron o, en el caso de los EPP, en función de cuando se hicieron compras significativas, tal y como muestra la figura 3.

Figura 3. Línea de tiempo de las medidas preventivas efectuadas en el PSMar durante la primera ola de 2020.



4.4. Efectividad de las medidas no farmacológicas

Las regresiones *joinpoint* estimadas, así como el cambio porcentual semanal, para el total de la cohorte o estratificadas según las variables sociodemográficas y ocupacionales, se presentan en las figuras 4-9, y las estimaciones de las betas (p-valor) para cada segmento en la tabla 6.

Cuando se analizó toda la muestra, observamos dos puntos de inflexión (semana 12 y 16), que dividen la tendencia de TI en tres segmentos significativamente diferentes. El primero tiene una tendencia creciente ($\beta=1,27$, $p=0,0047$), la segunda descendiente ($\beta=-0,26$, $p=0,029$) y la tercera también descendiente pero más pronunciada ($\beta=-0,36$, $p<0,001$). Cuando estratificamos la muestra por sexo, entre las mujeres se estiman 4 puntos de inflexión (semanas 12, 17, 20, 23) que general una tendencia creciente ($\beta=1,28$, $p\text{-valor}=0$), a continuación, una decreciente suave ($\beta=-0,22$, $p\text{-valor}=0$) seguida de una decreciente pronunciada ($\beta=-1,13$, $p\text{-valor}=0$), un segmento creciente ($\beta=0,56$, $p\text{-valor}<0,001$) y un último decreciente ($\beta=-0,77$, $p\text{-valor}<0,001$). En el caso de los hombres solo hay un punto de inflexión, la semana 12, que genera un segmento creciente ($\beta=0,84$, $p\text{-valor}=0,929$) y otro decreciente ($\beta=-0,26$, $p\text{-valor}=0$).

Si realizamos el análisis estratificando por edad, vemos que las personas entre 30 y 49 años y las mayores de 50 años, tienen un comportamiento muy similar, con un punto de inflexión a las 12 semanas, que genera dos segmentos, uno creciente ($\beta_1=1,15$, $p\text{-valor}=0,92$; y $\beta_2=1,05$, $p\text{-valor}<0,001$ respectivamente) y otro decreciente ($\beta_1=-0,31$, $p\text{-valor}=0$ y $\beta_2=-0,26$, $p\text{-valor}=0$, respectivamente). Entre los menores de 30 años, se detectan 3 puntos de inflexión (semana 12, 17, 20), que generan cuatro segmentos con las siguientes características. El primer segmento hasta la semana 12 es creciente ($\beta_1=1,26$, $p\text{-valor}=0,71$), el segundo decreciente suave ($\beta=-0,22$, $p\text{-valor}=0$), el tercero decreciente más pronunciado ($\beta=-0,64$) y el último creciente ($\beta=0,11$, $p\text{-valor}=0,067$).

El análisis estratificado por turno muestra como la TI de aquellas personas en turno de día tiene un punto de inflexión en la semana 12, de manera que la tendencia es creciente antes ($\beta=1,22$, $p\text{-valor}=0,003$) y decreciente después ($\beta=-0,32$, $p\text{-valor}=0$). Entre los que trabajan en turno de noche, hay tres puntos de inflexión (semanas 12, 16 y 21), de manera que hasta la semana 12 la tendencia es creciente ($\beta=1,37$, $p\text{-valor}=0,384$), hasta la semana 16 es decreciente suave ($\beta=-0,05$, $p\text{-valor}=0,033$), hasta la 21 decreciente más pronunciada ($\beta=-0,83$, $p\text{-valor}=0$) y después vuelve a ser creciente ($\beta=1,77$, $p\text{-valor}=0,954$).

Si realizamos el análisis por contrato, las personas con un contrato permanente presentan tres puntos de inflexión (semanas 12, 17 y 20), de manera que el primer segmento es creciente ($\beta=1,17$, $p\text{-valor}=0$), el segundo suavemente decreciente ($\beta=-0,25$, $p\text{-valor}=0$), el tercero fuertemente decreciente ($\beta=-1,16$, $p\text{-valor}=0,002$) y el último vuelve a ser ligeramente creciente ($\beta=0,17$, $p\text{-valor}=0,192$). Las

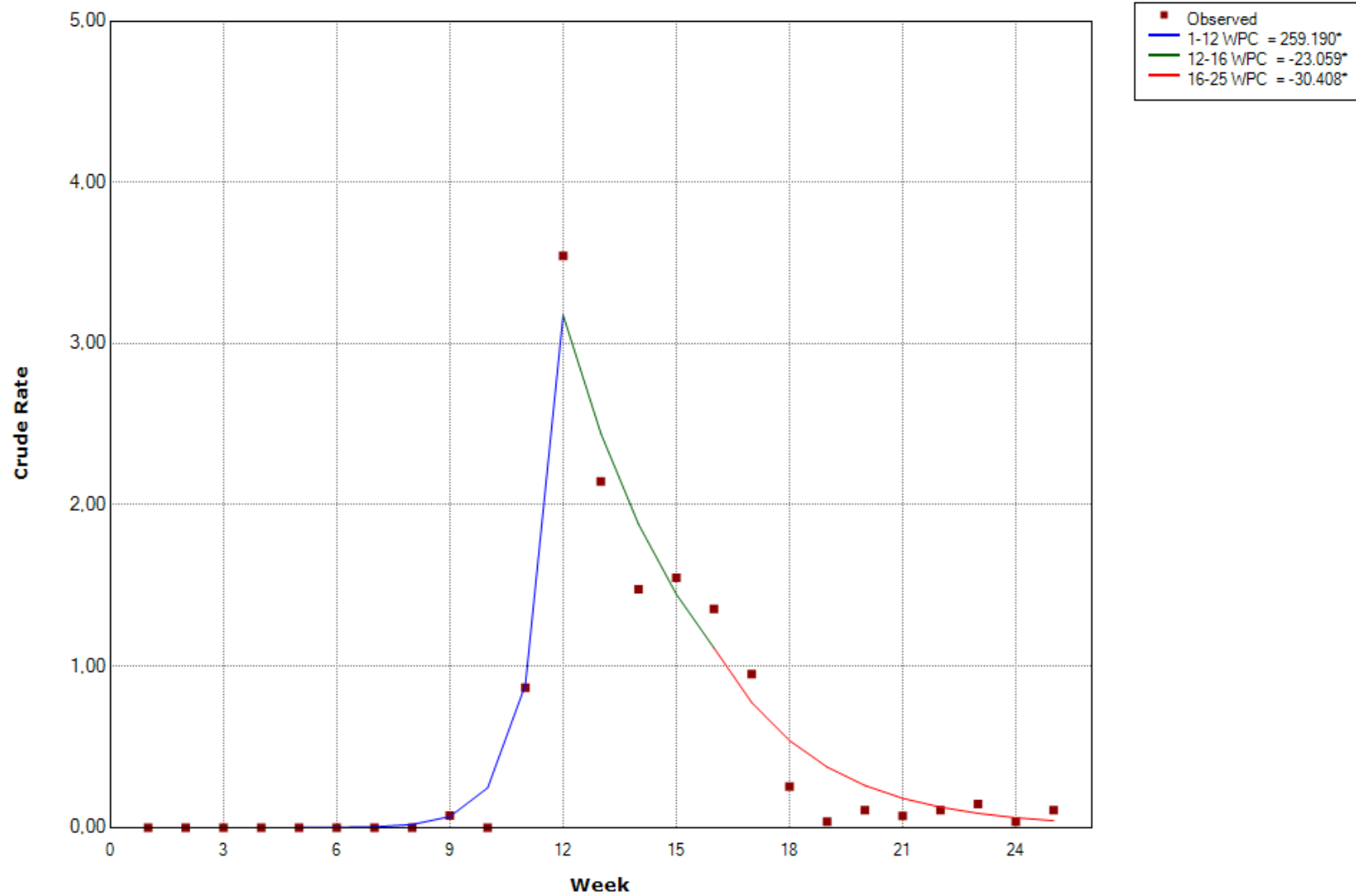
personas con un contrato de sustitución tienen dos puntos de inflexión (semanas 12 y 20), de manera que hasta el primer punto es creciente ($\beta=1,56$, $p\text{-valor}=0,694$), el segundo segmento es decreciente ($\beta=-0,31$, $p\text{-valor}=0$) y a partir de la semana 20 es creciente ($\beta=0,31$, $p\text{-valor}=0,014$).

Finalmente, a partir del análisis estratificado según ocupación, obtenemos los siguientes resultados. Tanto para el personal facultativo asistencial como para otro personal asistencial, se estima un punto de inflexión la semana 12, que genera un segmento creciente ($\beta=0,86$, $p\text{-valor}=0,005$; $\beta=1,55$, $p\text{-valor}=0,910$ respectivamente), seguido de uno decreciente ($\beta=-0,37$, $p\text{-valor}=0$; $\beta=-0,27$, $p\text{-valor}<0,0001$). Para el personal de enfermería y auxiliares, se detectan tres puntos de inflexión (semanas 12, 17 y 20), de manera que la tendencia es ascendente al inicio ($\beta=1,50$, $p\text{-valor}<0,0001$), después moderadamente descendente ($\beta=-0,19$, $p\text{-valor}<0,0001$), a partir de la semana 17 descendiente más brusca ($\beta=-0,98$, $p\text{-valor}=0,040$) y el último segmento de nuevo ascendente ($\beta=0,12$, $p\text{-valor}=0,245$). Para el personal administrativo se estiman dos puntos de inflexión de manera que antes de la semana 12 aumenta la TI ($\beta=0,73$, $p\text{-valor}=0,134$), disminuye hasta la semana 15 ($\beta=-0,50$, $p\text{-valor}=0$) y a partir de ahí aumenta muy ligeramente ($\beta=0,04$, $p\text{-valor}=0$).

Tabla 6. Análisis de *joinpoint* regression para el total y según sexo, edad, turno, contrato y ocupación. Semanas y estimación de la beta (p-valor) para cada segmento. PSAMar, primera ola, 2020.

		Segmento 1		Segmento 2		Segmento 3		Segmento 4		Segmento 5	
		Semanas	beta (p-valor)	Semanas	beta (p-valor)	Semanas	beta (p-valor)	Semanas	beta (p-valor)	Semanas	beta (p-valor)
Total		1-12	1.28 (0.005)	13-16	-0.26 (0.029)	17-25	-0.36(<0.001)				
Sexo	Mujeres	1-12	1.28 (0)	13-17	-0.22 (0)	18 -20	-1.13 (0)	21-23	0.56 (<0.001)	24-25	-0.77 (<0.001)
	Hombres	1-12	0.84 (0.929)	13-25	-0.26 (0)						
Edad	18-29	1-12	1.26 (0.713)	13-17	-0.22 (0)	18-20	-0.64 (NA)	21-25	0.11 (0.066)		
	30-49	1-12	1.15 (0.918)	13-25	-0.31 (0)						
	50-70	1-12	1.05 (<0.001)	13-25	-0.26 (0)						
Turno	Día	1-12	1.22 (0.003)	13-25	-0.32 (0)						
	Noche	1-12	1.37 (0.383)	13-16	-0.05 (0.033)	16-23	-0.83 (0)	23-25	1.77 (0.953)		
Contrato	Permanente	1-12	1.17 (0)	13-17	-0.25 (0)	18-20	-1.16 (0.002)	21-25	0.17 (0.192)		
	Sustitución	1-12	1.56 (0.694)	13-20	-0.31 (0)	21-25	0.30 (0.014)				
Ocupación	Personal facultativo asistencial	1-12	0.86 (0.005)	13-25	-0.37 (0)						
	Personal enfermería y auxiliares	1-12	1.50 (<0.001)	13-17	-0.19 (<0.001)	18-20	-0.98 (0.041)	21-25	0.12 (0.245)		
	Otro personal asistencial	1-12	1.55 (0.91)	13-25	-0.27 (<0.001)						
	Personal administración	1-12	0.73 (0.134)	13-15	-0.50 (0)	16-25	0.04 (0)				

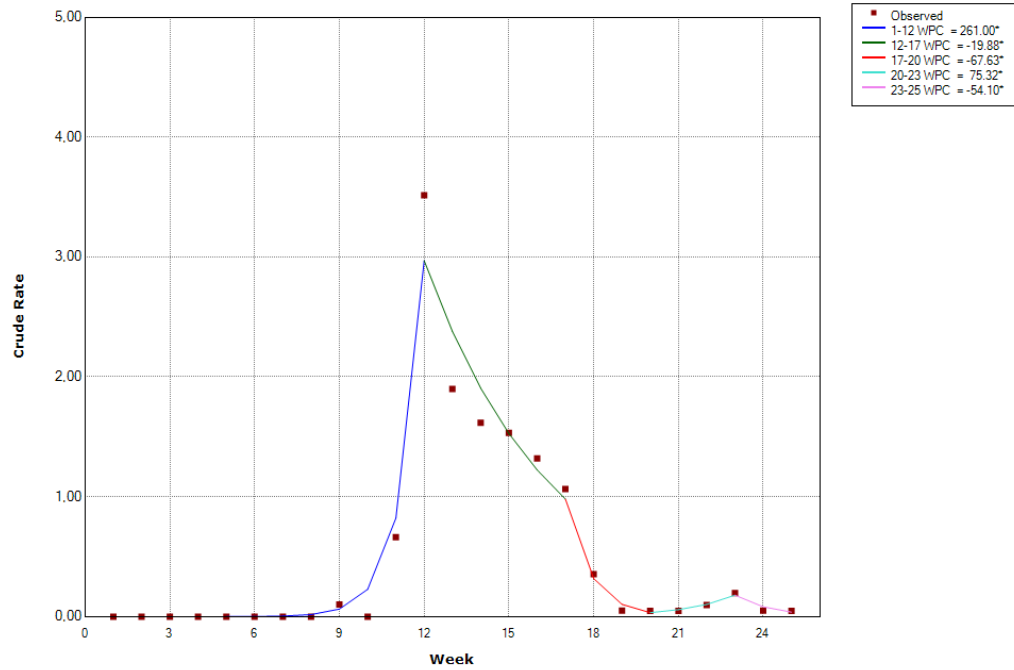
Figura 4. Joinpoint regression de la tasa de incidencia entre personal sanitario. PSMar, 1ª ola 2020.



* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 Final Selected Model: 3 Joinpoints.

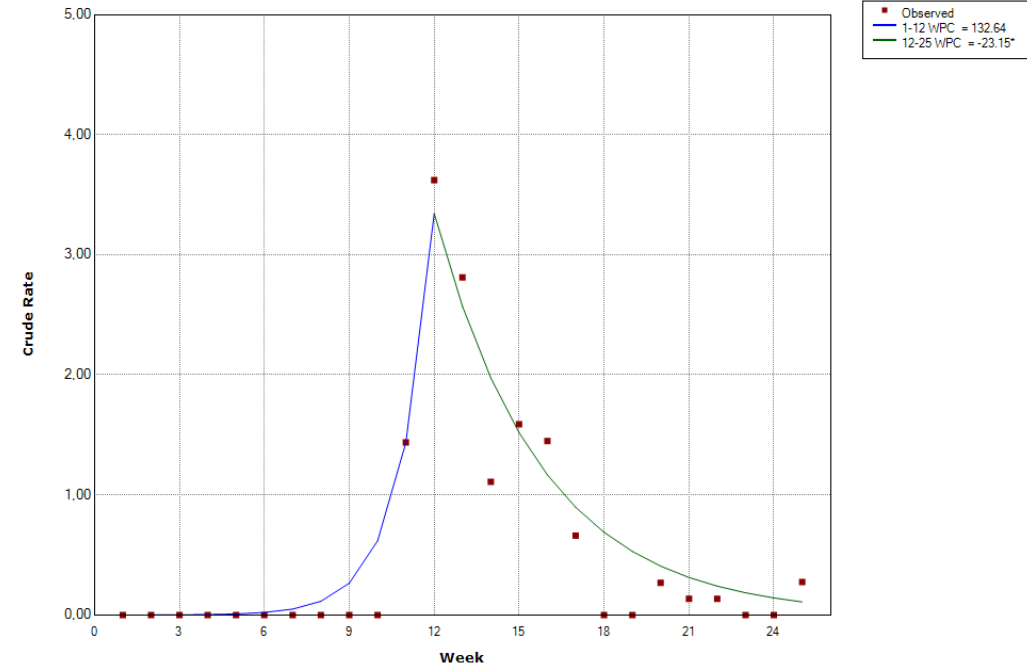
Figura 5. Joinpoint regression de la tasa de incidencia entre personal sanitario durante la primera ola, según sexo. PSMar, 1ª ola 2020.

A. Mujer



* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 Final Selected Model: 4 Joinpoints.

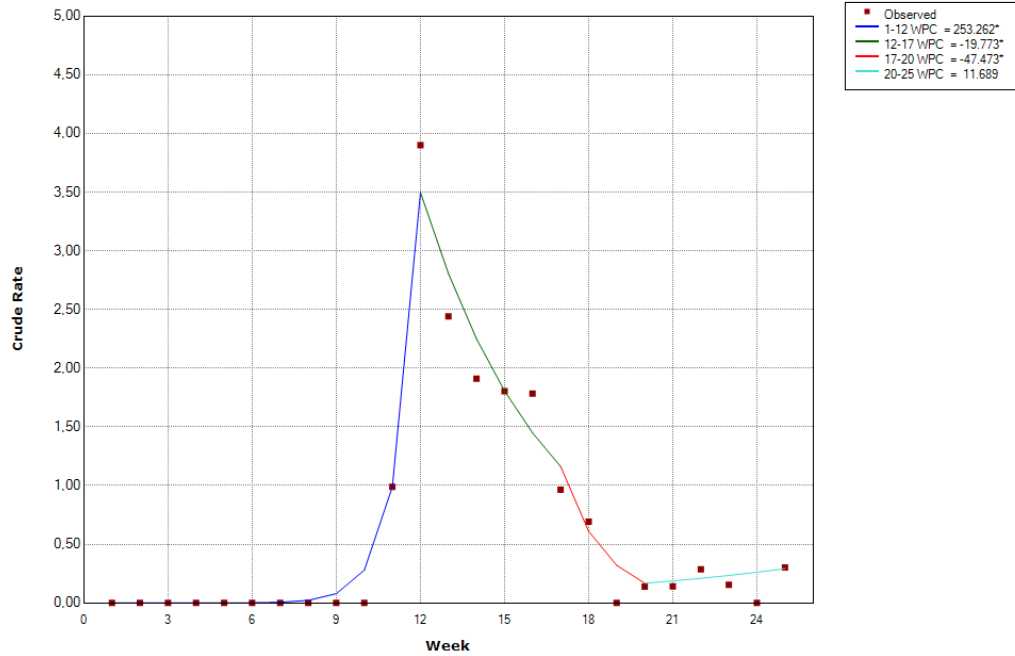
B. Hombre



* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 Final Selected Model: 1 Joinpoint.

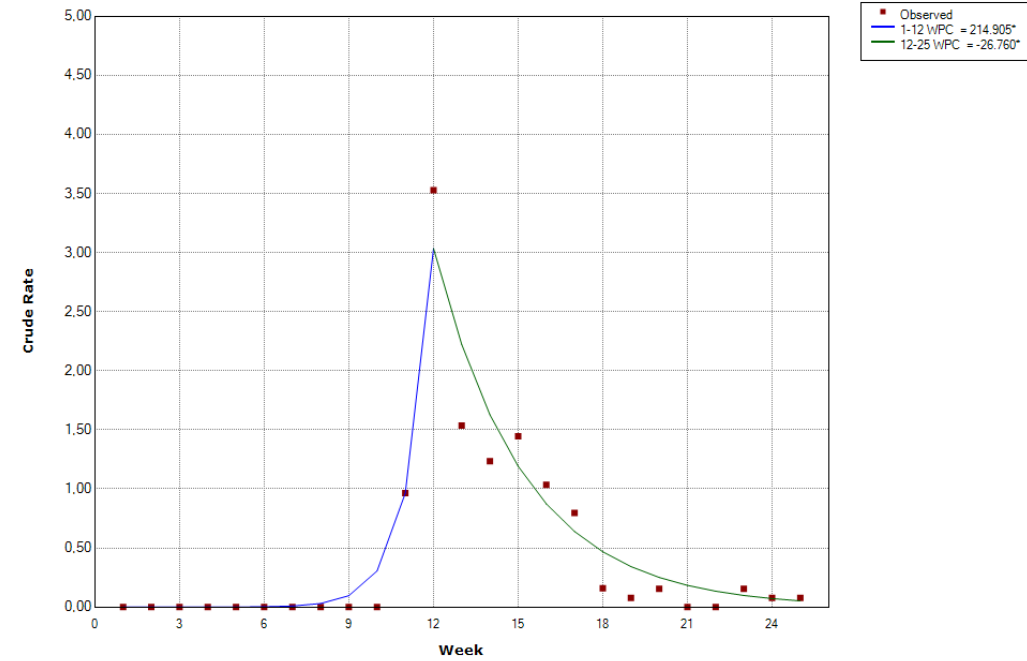
Figura 6. Joinpoint IT de la tasa de incidencia entre personal sanitario durante la primera ola, según edad. PSMar, 1ª ola 2020.

C. 18 a 29 años



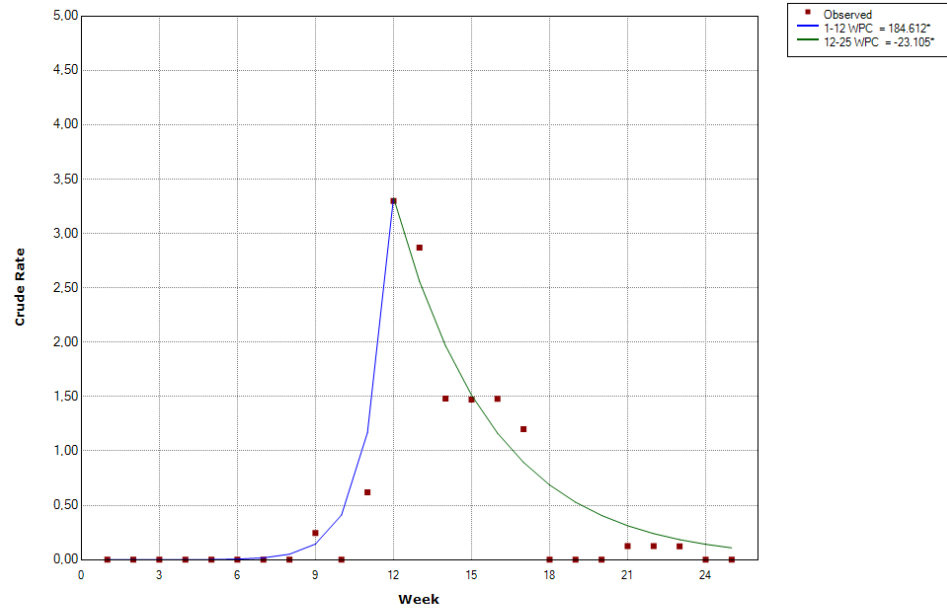
* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 -- Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
 Final Selected Model: 3 Joinpoints.

D. 30 a 49 años



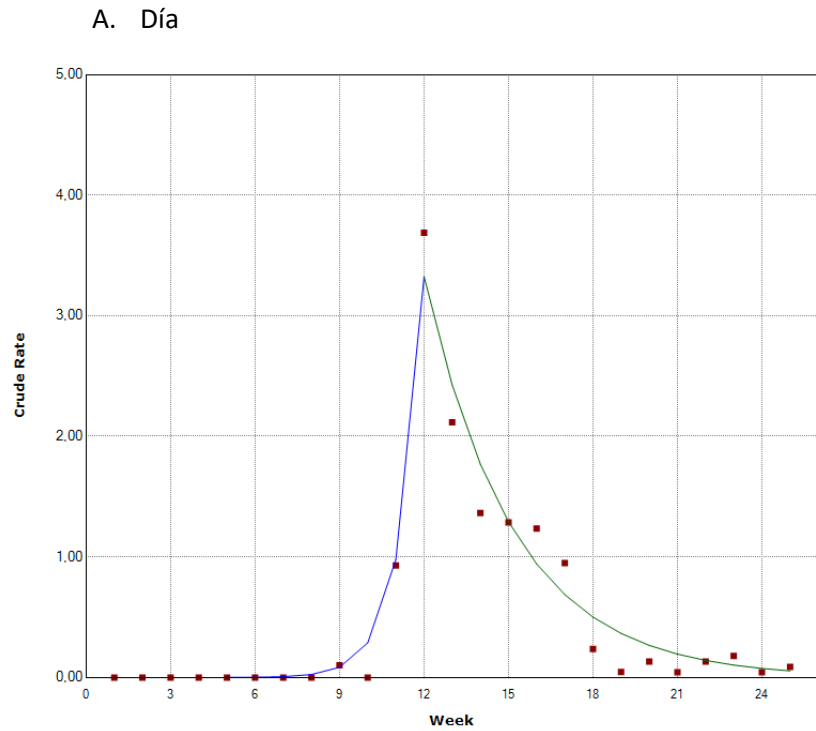
* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 -- Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
 Final Selected Model: 1 Joinpoint.

E. 50 a 70 años



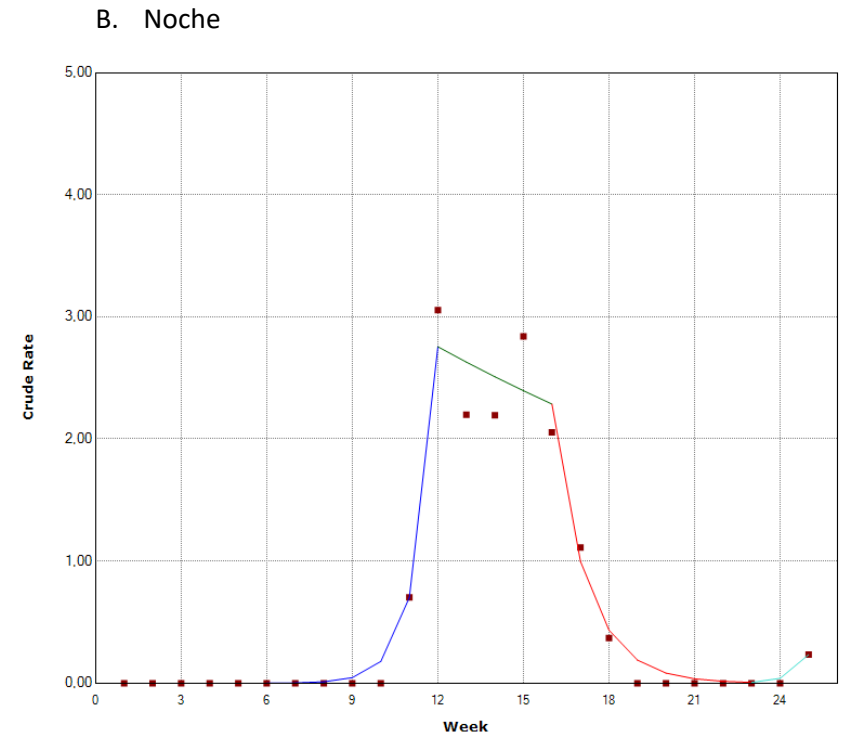
* Indicates that the week Percent Change (wPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 -- Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
 Final Selected Model: 1 Joinpoint.

Figura 7. Joinpoint IT de la tasa de incidencia entre personal sanitario durante la primera ola, según turno. PSMar, 1ª ola 2020.



■ Observed
— 1-12 WPC = 239.665*
— 12-25 WPC = -27.053*

* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 Final Selected Model: 1 Joinpoint.

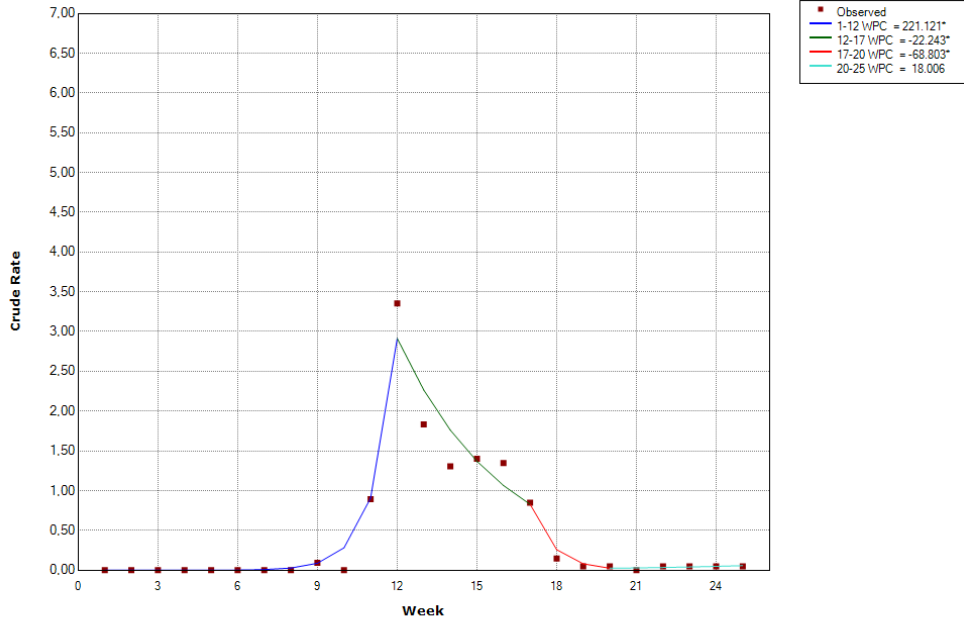


■ Observed
— 1-12 WPC = 292.821
— 12-16 WPC = -4.557*
— 16-23 WPC = -56.402*
— 23-25 WPC = 485.199

* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 Final Selected Model: 3 Joinpoints.

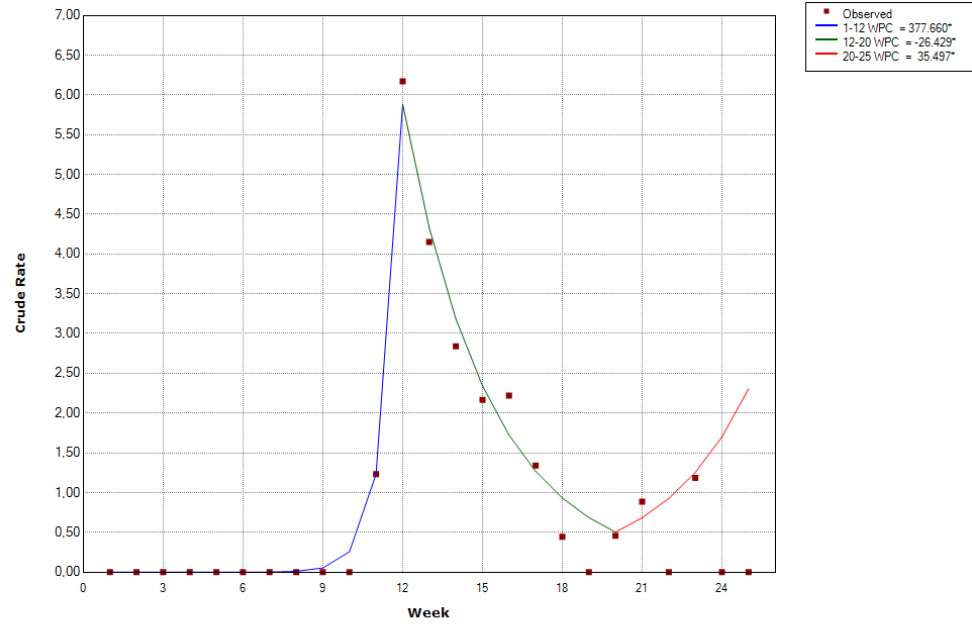
Figura 8. Joinpoint de la tasa de incidencia entre personal sanitario (primera ola), según contrato. PSMar, 1ª ola 2020.

A. Permanente



* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 - Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
 Final Selected Model: 3 Joinpoints.

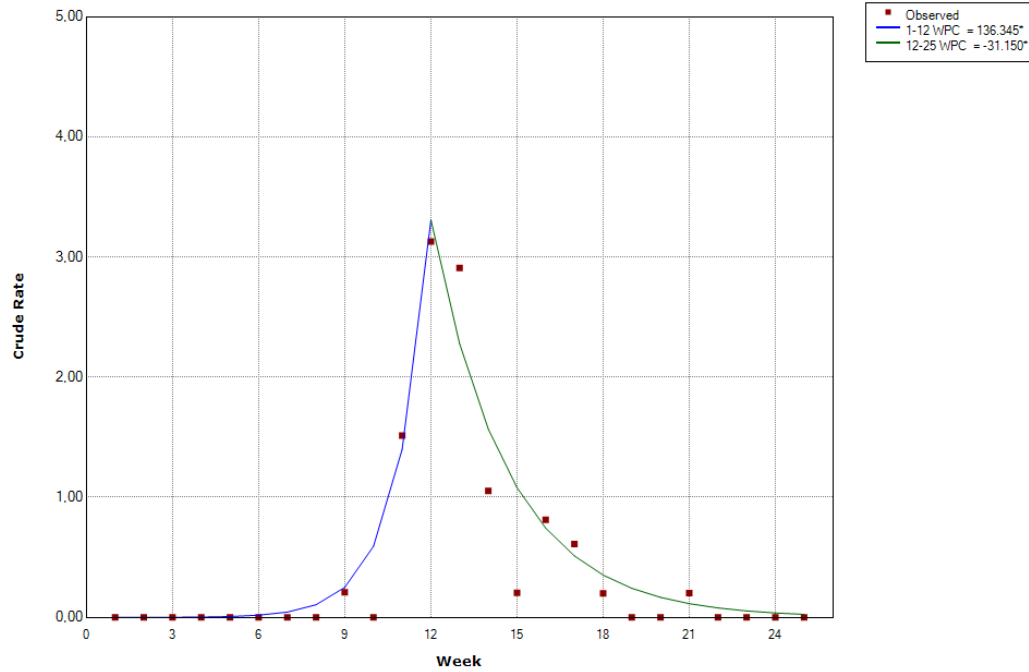
B. Sustitución



* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 - Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
 Final Selected Model: 2 Joinpoints.

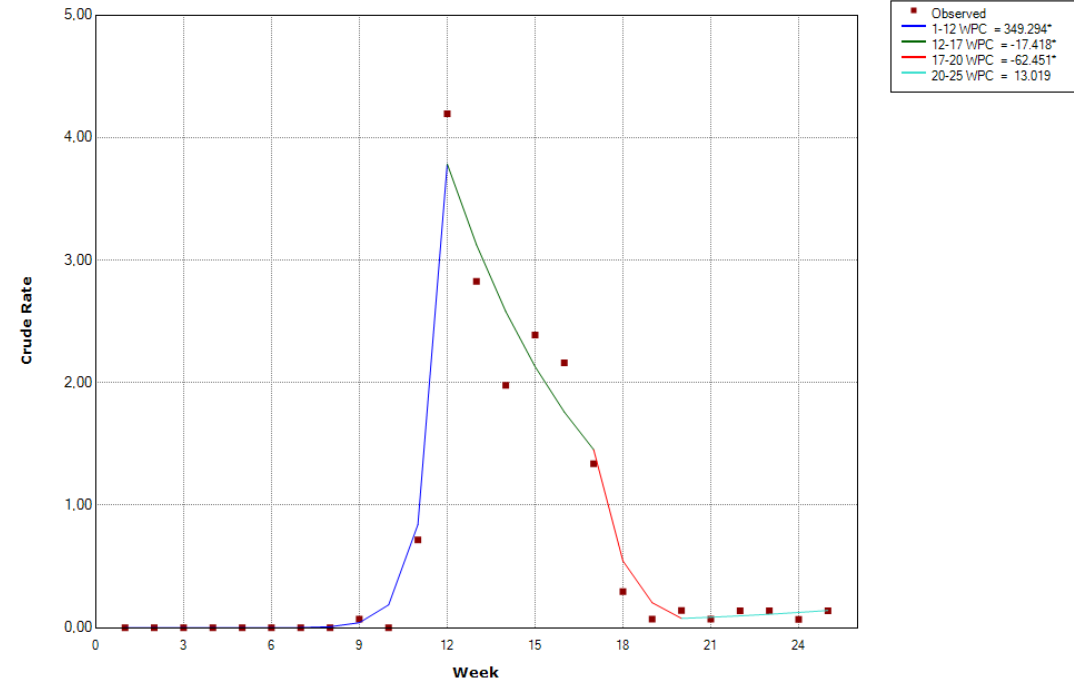
Figura 9. Joinpoint de la tasa de incidencia entre personal sanitario (primera ola), por categoría. PSMar, 1ª ola 2020.

A. Personal facultativo asistencial



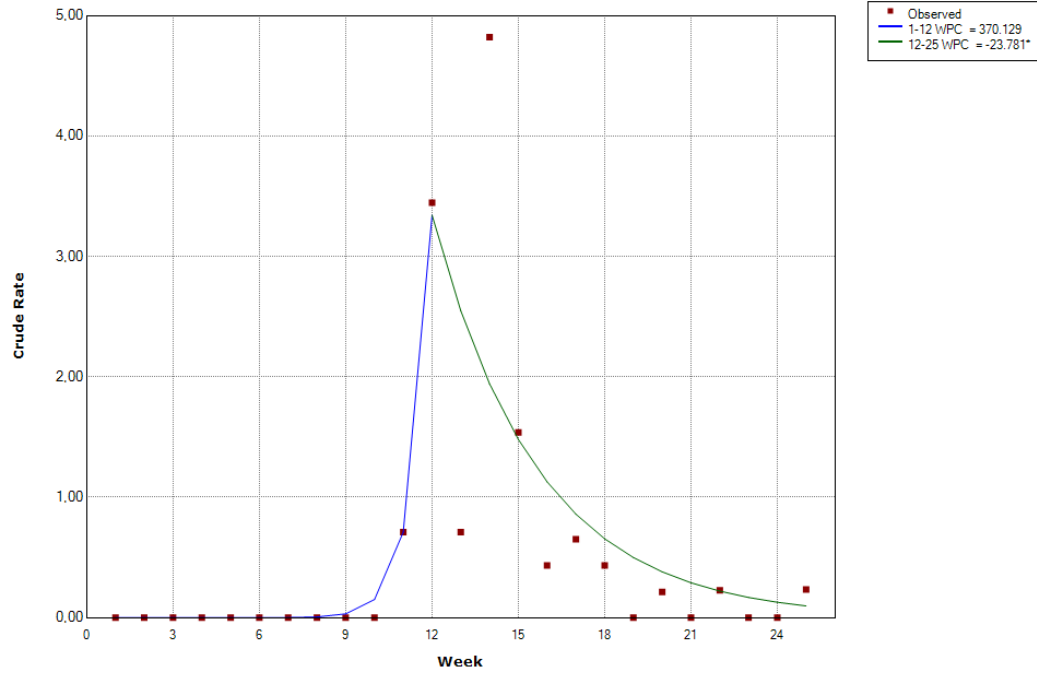
* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
-- Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
Final Selected Model: 1 Joinpoint.

B. Personal enfermería y auxiliares



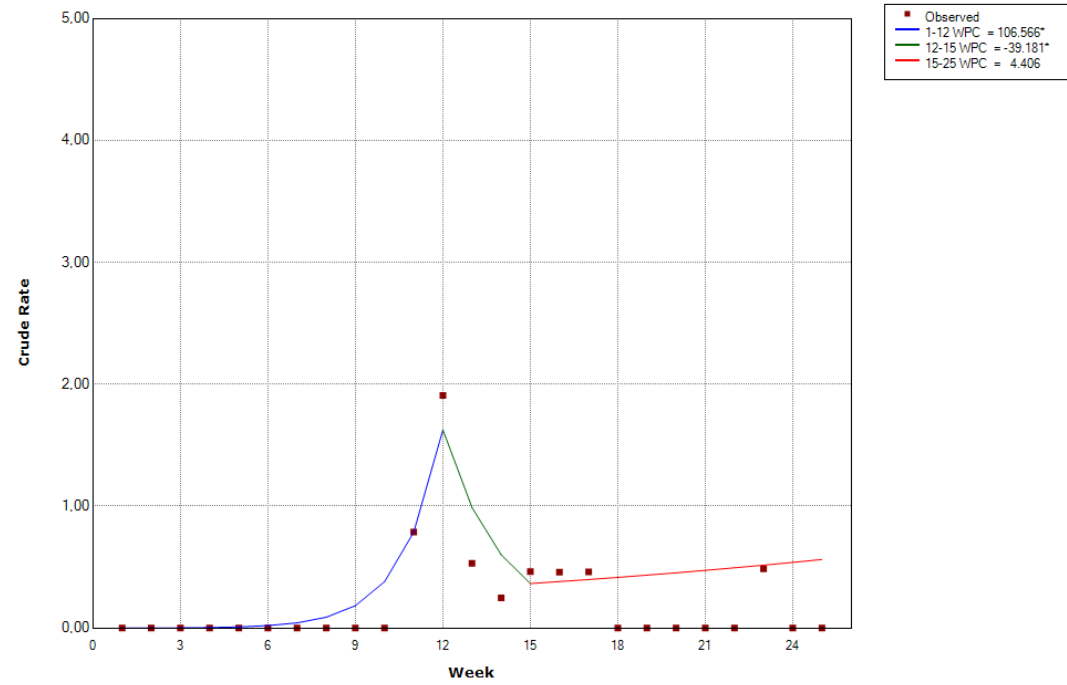
* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
-- Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
Final Selected Model: 3 Joinpoints.

C. Otro personal asistencial



* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 -- Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
 Final Selected Model: 0 Joinpoints.

D. Personal administrativo

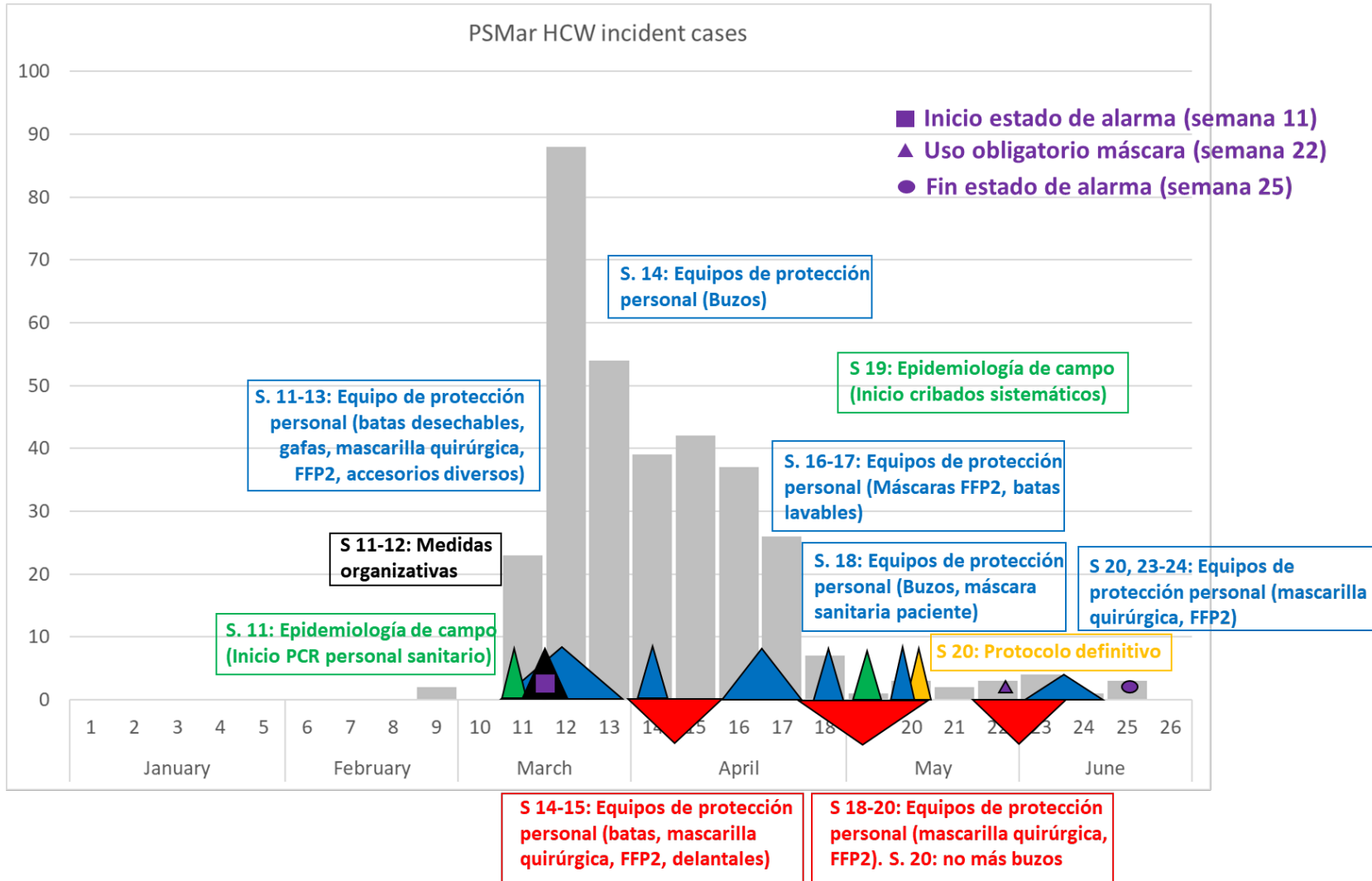


* Indicates that the week Percent Change (WPC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
 -- Test Statistic and P-Value not available for the Empirical Quantile method.
 Final Selected Model: 1 Joinpoint.

Así pues, se detectan principalmente tres puntos de inflexión en la tendencia de la TI: las semanas 12, 16 (o 17), y 20 (o 21), compuesto por un primer subperiodo creciente hasta la semana 12, otro decreciente suave (semanas 12:16), un tercero decreciente más drástico (semanas 17:20) y a partir de la 20 parece que vuelve a ser ascendente (aunque este último segmento en ningún caso es significativo). Cuando tenemos en cuenta que hay que tener en cuenta una o dos semanas para ver el impacto de una medida preventiva, el cambio que se produce a partir de la semana 12 corresponde a una semana después del inicio del estado de alarma, de la implementación de las principales medidas colectiva, de la epidemiología de campo y de la compra de EPP. El cambio que se produce en la semana 16 coincide con la compra de buzos de la semana 14, y el de la semana 17 con la compra de más EPP (figura 10).

Estos cambios de tendencia ocurren prácticamente para el conjunto de la muestra y entre prácticamente todas las categorías de variables analizadas, excepto el personal de enfermería y auxiliares y el turno de noche en el que se observó un retraso en el inicio del descenso.

Figura 10. Tasa de Incidencia en el personal sanitario del PSMar y fechas clave de medidas preventivas, PSMar primera ola 2020.



5. Discusión

La transmisión comunitaria del Sars-CoV2 en España comenzó en febrero de 2020. En el PSMar, el primer caso diagnosticado fue el 28 de febrero. A partir de ese momento el número de casos, tanto de pacientes ingresados como de personal sanitario, aumentó de manera exponencial. La transmisión comunitaria era tan elevada, que los sistemas de vigilancia epidemiológica estatales y del hospital, en parte por su debilidad previa, se colapsaron, de manera que no se podía identificar ni a todos los casos ni mucho menos sus contactos. A esta explosión de casos hay que añadirle la velocidad de transmisión, el desconocimiento de la historia natural de la enfermedad, la falta de tratamiento efectivo y de vacuna, y la escasez generalizada de EPP, en una situación que cambiaba a diario. Por todo ello, durante la primera ola, el impacto en el sistema de salud, el funcionamiento del hospital y el contagio entre personal sanitario fue dramático, también en el PSMar, de manera que la definición y aplicación de MNF a nivel hospitalario se hizo vital para el funcionamiento de la institución sanitaria.

Este trabajo muestra una reducción significativa de la tasa de incidencia de COVID-19 entre el personal sanitario del PSMar entre la primera y segunda ola, lo que implica una efectividad significativa de las MNF. Esto es, en la segunda ola se evitaron alrededor del 50% de los casos de COVID-19 con la aplicación de las MNF, con desigualdades notables según características sociodemográficas y ocupacionales.

Cuando las diferencias de la TI de COVID-19 entre los trabajadores sanitarios entre la segunda y la primera ola se ajustaron por el número de casos comunitarios de COVID-19, la efectividad aumentó a unos niveles similares a la efectividad de algunas vacunas (12). Unos resultados que sean posiblemente muy conservadores, pues las diferencias seguramente serían mayores, ya que durante la primera ola no se identificaron por falta de PCR todos los casos, y es posible que de aquellos identificados no se registraran todos debido al momento dramáticos que se vivieron esas semanas. Cuando el análisis tuvo en cuenta el número de ingresos hospitalarios como principal fuente de infección para los trabajadores, la efectividad descendió casi hasta el valor no ajustado, como consecuencia probable del gran incremento de casos ingresados respecto a la primera ola, dado la reconversión del hospital en un hospital monográfico de COVID-19, adaptando todos los servicios a este objetivo.

Ahora bien, cuando interpretamos los resultados por grupos más específicos vemos que, por ejemplo, la efectividad fue menor en los trabajadores jóvenes, en los que tenían un contrato de sustitución y en los que trabajaban en el hospital del Mar, donde estaban ingresados la mayoría de los pacientes infectados, mostrando grupos vulnerables que necesitan mayores esfuerzos para que las MNF sean más efectivas. Por ejemplo, en los trabajadores sanitarios menores de 30 años este resultado podría explicarse porque están empleados con mayor frecuencia en contratos temporales y de sustitución (datos no mostrados), lo que es coherente con evidencias previas que asocia a los trabajadores más jóvenes con unas condiciones de empleo más precarias (13). Este hallazgo también podría explicarse en términos de percepción del riesgo y adherencia a las conductas preventivas, que podrían ser menores entre los más jóvenes, como se ha

sugerido anteriormente (14). Además, la incidencia entre otros trabajadores sanitarios, incluidos los médicos y otros profesionales asistenciales, también más jóvenes y con un contrato temporal, confirma este grupo de vulnerabilidad durante la segunda ola, en comparación con sus colegas. Unas hipótesis que deben ser estudiadas con más detalle en futuros estudios

Las enfermeras y los auxiliares de enfermería mostraron tasas de incidencia más altas que el resto de profesionales, tanto en la primera como en la segunda ola. Este resultado es coherente con otros estudios similares sobre personal sanitario (15–18), y refleja las diferentes funciones y condiciones de trabajo entre las categorías profesionales. No obstante, el personal más expuesto (personal de enfermería y auxiliares, y personal facultativo asistencial) presentaron una efectividad estadísticamente significativa, mientras que los menos expuestos (personal de administración y gestión) presentaron una efectividad no significativa. Este resultado apoya la hipótesis de que las mejoras de las MNF tuvieron éxito allí donde eran necesarias.

En el PSMar, el Servicio de Salud Laboral y el Programa de control de infecciones diseñaron e implementaron una serie de nuevas MNF diseñadas *ad hoc* para contener la pandemia, que abarcaban todo lo relativo a EPP, medidas organizativas colectivas e individuales, vigilancia epidemiológica y formativas que estuvieron sujetas a una serie de limitaciones. En primer lugar, la escasez generalizada de EPP (a nivel estatal y europeo) (19), lo que implicó que durante algunas semanas en la primera ola no se pudiesen comprar. Además, como se trataba de una nueva enfermedad, la elaboración de los protocolos estaba sujetos a evidencias científicas que se publicaban a diario, por lo que no se pudo disponer de un protocolo definitivo hasta mayo. Finalmente, como había una incidencia tan elevada entre el personal sanitario, se tuvo que recurrir de manera extraordinaria a contratos de sustitución, de manera que hubo mucho personal de nueva incorporación. Estas personas, aunque recibieron una formación preventiva básica, tenían una menor experiencia relacionada con los procedimientos preventivos (uso y retirada de EPIS, lavado de manos, mantenimiento de la distancia social, ventilación de espacios, respeto de aforos, etc.).

A pesar de que la pandemia irrumpió de manera repentina, en el PSMar se aplicaron con mucha celeridad las medidas organizativas, de manera que la semana 12 ya se habían instaurado las principales medidas colectivas, para la contención y separación entre personas infectadas (o sospechosas de estarlo) y las personas sanas. Asimismo, siempre que fue posible se compraron los EPP, cuya efectividad en la reducción del contagio por el SARS-CoV-2 ha sido demostrada, aunque no al 100% (20). Además, se llevaron a cabo numerosas sesiones formativas e informativas sobre, por ejemplo, cómo colocar y retirar los EPP, y una parte de esta formación se hacía a partir de un video, de manera que podía ser visualizado por cualquier persona y en cualquier momento. Finalmente, las medidas de vigilancia epidemiológica se aplicaron desde un inicio y reforzaban el sistema de vigilancia epidemiológico del hospital, fundamentales para evitar la infección nosocomial (21). A partir de la segunda ola, estas MNF estaban integradas, el protocolo era definitivo y había disponibilidad de equipos de protección personal suficiente. A pesar de ello, y aunque en menor medida, el personal sanitario se ha continuado infectando, lo que obliga a seguir investigando.

Por último, este estudio aporta evidencias sobre cambios significativos en la tendencia temporal de la tasa de incidencia, según las principales características sociodemográficas y laborales, que permiten interpretar el impacto de la implementación de cada una de las MNF, ya durante la primera ola, especialmente a partir de la semana 12 en la mayoría de los trabajadores. Aunque hay grupos especialmente vulnerables donde la efectividad fue menor, confirmándose tanto por los resultados entre las dos primeras olas como las detectadas en los análisis de *joinpoint* durante la primera ola. Entre ellos, destaca el personal de turno de noche y el personal de enfermería y auxiliares, entre los que parece que se produjo un retraso en el inicio del descenso de la incidencia. Estos resultados concuerdan con la literatura científica publicada, que evidencia como el personal sanitario en el turno de noche (22,23) y el personal de enfermería tiene más riesgo de infección por COVID-19 (16).

Este estudio como todos tiene limitaciones. En primer lugar, hemos utilizado una definición de caso conservadora, limitando nuestra muestra a los casos con una PCR positiva, lo que implica que probablemente hemos perdido casos especialmente durante la primera ola, cuando se realizaron menos pruebas de PCR. En este caso, las diferencias entre la primera y la segunda ola habrían sido mayores, dando lugar a un mayor impacto a las MNF. Además, la dramática situación vivida durante las primeras semanas de la pandemia ha dificultado la recolección de los datos sobre qué MNF se implantaron, dónde y cuándo. A pesar de ello, gracias a la ayuda de los técnicos de prevención y otros responsables del hospital se ha podido reconstruir de manera fidedigna lo ocurrido. El estudio actual también tiene varios puntos fuertes, como son, en primer lugar, que el análisis se basa en datos administrativos y sanitarios fiables, ya recogidos, para aportar información relevante sobre un aspecto clave de la pandemia (22). En segundo lugar, y hasta donde sabemos, este es el primer estudio que analiza con exhaustividad la tasa de incidencia de Covid-19 entre el personal sanitario y el impacto de las MNF en dicha incidencia, durante dos primeras olas de la pandemia.

6. Conclusiones

En resumen, según nuestros resultados, alrededor del 50% de los casos de COVID-19 observados en el personal sanitario del PSMar se evitaron con MNF adecuadas. Las instituciones sanitarias, y en este caos el PSMar, debería tener en cuenta la mayor vulnerabilidad entre personal de enfermería, del turno de noche, con contrato temporal y de sustitución, y mitigarla tanto con medidas de organización del trabajo como con MNF. Así pues, nuestra investigación pone de manifiesto el impacto potencial de las medidas preventivas no farmacológicas, principalmente las de protección personal, como de contención y vigilancia epidemiológica, las cuales son elementos clave para una adecuada preparación del sistema sanitario ante próximas crisis sanitarias. Proteger adecuadamente al personal sanitario frente a una pandemia, o por ejemplo cualquier expresión de la crisis climática (olas de calor, inundaciones, etc.), es una medida esencial para garantizar su salud y la respuesta del sistema sanitario.



Institut Hospital del Mar
d'Investigacions Mèdiques



Agradecimientos

Agradecemos la colaboración en la resolución del primer objetivo y la elaboración del artículo científico que de ello se deriva a Pilar Diaz, Rocío Villar, Andrea Burón, Xavier Castells y Maria Sala; la participación de Cristina González y Juan Carlos López como informantes clave; y a Cristina Alvarado, Martina Lupia, Touria Makhoukhi por la introducción de los datos en go.data.

Referencias

1. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard | WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard With Vaccination Data [Internet]. [cited 2021 May 3]. Available from: <https://covid19.who.int/>
2. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Profesionales - Situación actual Coronavirus [Internet]. [cited 2021 Jul 5]. Available from: <https://www.msbs.gob.es/en/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/situacionActual.htm>
3. Sim MR. The COVID-19 pandemic: Major risks to healthcare and other workers on the front line [Internet]. Vol. 77, Occupational and Environmental Medicine. BMJ Publishing Group; 2020 [cited 2021 Apr 28]. p. 281–2. Available from: <http://oem.bmj.com/>
4. Chan-Yeung M. Severe acute respiratory syndrome (SARS) and healthcare workers [Internet]. Vol. 10, International Journal of Occupational and Environmental Health. Abel Publications Services Inc.; 2004 [cited 2021 Apr 28]. p. 421–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15702757/>
5. Ministerio de Sanidad. [Internet]. [cited 2021 Jun 1]. Available from: <https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Documents/INFORMES/Informes COVID-19/COVID-19 en España. Situación en Sanitarios a 21 de mayo de 2020.pdf>
6. The Lancet. COVID-19: protecting health-care workers [Internet]. Vol. 395, The Lancet. Lancet Publishing Group; 2020 [cited 2021 Jul 5]. p. 922. Available from: </pmc/articles/PMC7138074/>
7. Safe COVID-19 vaccines for Europeans | European Commission [Internet]. [cited 2021 Jul 12]. Available from: https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/safe-covid-19-vaccines-europeans_en
8. Verbeek JH, Rajamaki B, Ijaz S, Sauni R, Toomey E, Blackwood B, et al. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff [Internet]. Vol. 2020, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2020 [cited 2021 Jun 11]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32293717/>
9. Houghton C, Meskell P, Delaney H, Smalle M, Glenton C, Booth A, et al. Barriers and facilitators to healthcare workers' adherence with infection prevention and control (IPC) guidelines for respiratory infectious diseases: A rapid qualitative evidence synthesis [Internet]. Vol. 4, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2020 [cited 2021 Jun 11]. p. 1–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32315451/>
10. World Health Organization. Go.Data [Internet]. [cited 2021 Apr 28]. Available from: <https://www.who.int/tools/godata>
11. Joinpoint trend analysis software [Internet]. 2021. Available from: <https://surveillance.cancer.gov/joinpoint/>
12. Knoll MD, Wonodi C. Oxford–AstraZeneca COVID-19 vaccine efficacy. Lancet [Internet]. 2021 Jan 9 [cited 2021 Jul 12];397(10269):72–4. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S0140673620326234/fulltext>
13. Benavides FG, Benach J, Muntaner C, Delclos GL, Catot N, Amable M. Associations between temporary employment and occupational injury: what are the mechanisms? Occup Environ Med [Internet]. 2006 Jun [cited 2021 Jul 8];63(6):416. Available from: </pmc/articles/PMC2078100/>

14. Urbán R, Király O, Demetrovics Z. Who complies with coronavirus disease 2019 precautions and who does not? *Curr Opin Psychiatry* [Internet]. 2021 May 17 [cited 2021 Jun 21];34(4):363. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34001700>
15. Sun H, Lu M, Chen S, Cheng Z, Xiong Y, Wang X. Nosocomial SARS-CoV-2 infection among nurses in Wuhan at a single centre [Internet]. Vol. 80, *Journal of Infection*. W.B. Saunders Ltd; 2020 [cited 2021 Jun 21]. p. e41–2. Available from: </pmc/articles/PMC7151280/>
16. Gómez-Ochoa SA, Franco OH, Rojas LZ, Raguindin PF, Roa-Díaz ZM, Wyssmann BM, et al. COVID-19 in Health-Care Workers: A Living Systematic Review and Meta-Analysis of Prevalence, Risk Factors, Clinical Characteristics, and Outcomes [Internet]. Vol. 190, *American Journal of Epidemiology*. Oxford University Press; 2021 [cited 2021 Jun 21]. p. 161–75. Available from: <https://academic.oup.com/aje/article/190/1/161/5900120>
17. Costantino C, Cannizzaro E, Verso MG, Tramuto F, Maida CM, Lacca G, et al. SARS-CoV-2 Infection in Healthcare Professionals and General Population During “First Wave” of COVID-19 Pandemic: A Cross-Sectional Study Conducted in Sicily, Italy. *Front Public Heal* [Internet]. 2021 May 13 [cited 2021 Jun 21];9:644008. Available from: </pmc/articles/PMC8155294/>
18. Robles-Pérez E, González-Díaz B, Miranda-García M, Borja-Aburto VH. Infection and death by COVID-19 in a cohort of healthcare workers in Mexico. *Scand J Work Environ Health* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2021 Jul 5];47(5):349–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34057188/>
19. Burki T. Global shortage of personal protective equipment. *Lancet Infect Dis*. 2020;20(7):785–6.
20. de Araujo C, Guariza-Filho O, Gonçalves F, Basso I, Schroder A, Cavalcante-Leão B, et al. Front lines of the COVID-19 pandemic: what is the effectiveness of using personal protective equipment in health service environments?—a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2021;1–18.
21. Ibrahim N. Epidemiologic surveillance for controlling Covid-19 pandemic: challenges and implications. *J Infect public Heal*. 2020;13:1630–8.
22. Rizza S, Coppeta L, Grelli S, Ferrazza G, Chiocchi M, Vanni G. High body mass index and night shift work are associated with COVID-19 in health care workers. *J Endocrinol Invest* 4. 2021;4(1097–1101).
23. Maidstone R, Anderson S, Ray D, Rutter M, Durrington H, Blaikley J. Shift work is associated with positive COVID-19 status in hospitalised patients. *Thorax*. 2021;76(6):601–6.