Comparación de variables en poblaciones pediátricas y no pediátricas[[1]](#footnote-1)

Esteban Paduro[[2]](#footnote-2)

Junio 2024

**Resumen:** En el presente documento se estudian las diferencias en los perfiles de demanda observados en los datos atenciones de urgencias respiratorias contenidas en la base de datos del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS). Se concluye que existen diferencias significativas en el comportamiento de las curvas de demanda correspondientes a poblaciones pediátricas y no pediátricas. Con respecto a la distribución geográfica, al considerar agrupación por “Macrozonas” , se concluye que en el caso de la población pediátricas no parece identificarse diferencias demasiado marcadas en términos de demanda de atenciones de urgencia respiratoria entre las diferentes zonas. La situación para poblaciones no pediátricas (15 años) es diferente, pues se observan marcadas diferencias sugiriendo que es apropiado agrupar las zonas más al norte vs el resto para los análisis, lo cual es consistente con las variaciones climáticas de norte a sur. Con respecto a la dependencia por tipo de centro de salud, se pudo identificar diferencias que los centros exclusivos de atención respiratoria (CEAR) tienen un perfil de demanda muy diferente a otros tipos de centros. Adicionalmente al comparar los perfiles de demanda de atenciones de urgencia respiratoria de establecimientos del tipo Hospital, SAPU o SAR, obtenemos que su comportamiento es bastante similar.

Los análisis específicos correspondientes a la región metropolitana revelan diferencias importantes con respecto a la forma del perfil de demanda en poblaciones pediátricas vs no pediátricas. Al separar los recintos tipo hospital vs no hospital se aprecia que, para poblaciones no pediátricas, existen variaciones importantes en la demanda de atenciones de urgencia dependiendo de la zona geográfica (representada por la variable servicio de salud). El análisis de los perfiles de demanda en la región metropolitana también revela que al nivel de agrupación de grupo etario (pediátrico vs no pediátrico) y servicio de salud, se evidencia que el peak en la demanda de atenciones de urgencia puede presentar variaciones una o más semanas, dependiendo de la ubicación geográfica y variaciones de más de un mes al considerar datos de diferentes años.

# Introducción

El problema de la estimación de la demanda hospitalaria, particularmente la asociada a problemas respiratorios corresponde a un importante desafía que deben enfrentar los diferentes centros de salud pues afecta la asignación de manera eficiente de recursos. Es en este contexto que la pregunta del nivel de agrupación apropiado para el análisis de datos toma relevancia. Por un lado, el tener más datos permite realizar mejores análisis estadísticos pues amortigua los efectos asociados a la incerteza, sin embargo, el agrupar datos que posean comportamientos significativamente diferentes puede dificultar la extracción de buenas conclusiones a partir de las observaciones.

La confección de este informe se enmarca en el proceso de generar una plataforma de predicciones de la fecha y la magnitud de la demanda máxima (peak) de las curvas de demanda de hospitalizaciones respiratorias. En la primera etapa dicho proyecto se enfoca en estudiar poblaciones pediátricas, ya que análisis preliminares sugieren que su comportamiento es cualitativamente diferente al de poblaciones no pediátricas. Dichas observaciones se respaldan por estudios que indican que algunos parámetros como la tasa de reinfección de ciertas enfermedades respiratorias varían de manera significativa entre grupos etarios[[3]](#footnote-3). En el presente informe exploraremos esta pregunta poniendo énfasis a las particularidades de la realidad chilena en base a la información de atenciones de urgencia en establecimientos de salud pública disponible de la base de datos DEIS6, y considerando no solo diferencias por asociadas a la distribución etaria, sino además posibles diferencias asociadas a distribución geográfica[[4]](#footnote-4) y tipo de centro de salud.

## Objetivos del reporte

El objetivo del presente documento es realizar una comparación entre las características de las curvas de demanda de atenciones de urgencia asociada a Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) correspondientes a poblaciones pediátricas y no pediátricas. Los objetivos específicos son los siguientes:

* Decidir si es apropiado analizar de manera agrupado grupos poblacionales correspondientes a diferentes grupos etarios.
* Identificar variables que expliquen las diferencias observadas en el comportamiento del peak de atenciones de urgencias respiratorias.

## Hipótesis para el análisis

Para guiar nuestro análisis estableceremos las siguientes hipótesis de investigación.

Hipótesis 1: Existen diferencias significativas entre las poblaciones pediátricas y no pediátricas en términos de demanda de atenciones hospitalarias de urgencia.

Algunas observaciones preliminares que motivas este análisis son las siguientes:

* El peak de demanda hospitalaria en las poblaciones menores de un año y mayores a 65 años parecen ser menos pronunciados que en los otros grupos.
* La composición del tipo de atenciones de urgencia asociada varía según grupo etarios lo cual puede afectar la forma de los perfiles de demanda.

## Descripción de los datos

Nuestra fuente de información corresponde las principales causas de atenciones de urgencia, de manera agrupada, realizadas dentro de los establecimientos públicos, pertenecientes al Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS)[[5]](#footnote-5), las cuales se reportaron al sistema DEIS [[6]](#footnote-6). Las causas de atenciones de urgencia respiratorias consideradas corresponden a 6 categorías descritas en los datos del ministerio de salud detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1 Lista de causas de urgencia respiratorias según definición MINSAL 5

|  |  |
| --- | --- |
| **IdCausa** | **Glosa Causa** |
| 3 | Bronquitis/bronquiolitis aguda (J20-J21) |
| 4 | Influenza (J09-J11) |
| 5 | Neumonía (J12-J18) |
| 6 | Otra causa respiratoria (J22, J30-J39, J47, J6... |
| 10 | IRA Alta (J00-J06) |
| 11 | Crisis obstructiva bronquial (J40-J46) |

Los datos se encuentran desagregados a nivel diario con datos desde el 2017 hasta el 2024, sin embargo, en este estudio solo utilizaremos los datos hasta 2023. Adicionalmente para la mayoría de nuestros análisis ignoraremos los datos correspondientes al periodo 2020-2021 por encontrarse fuertemente afectado por la pandemia COVID-19. En términos de grupos etarios, los datos están desagregados en 5 categorías

* Menores de 1 año
* Entre 1 y 4 años
* Entre 5 y 14 años
* Entre 15 y 64 años
* Mayores de 65 años

En términos geográficos, se disponen datos de centros de salud de las 16 regiones del país, además de contar información desagregada a nivel de servicio de salud (Ver apéndice 5.2) los cuales nos permiten considerar desagregaciones a nivel de zonas geográficas, de manera más específica consideraremos la separación en macrozonas (5 macrozonas + región metropolitana) utilizada por el ministerio de ciencia[[7]](#footnote-7).

Como parte de este estudio también estudiaremos la dependencia de los perfiles de demanda según el tipo de centro de salud (Hospitales, SAPU, etc.) y posibles comportamientos especiales que se puedan observar para datos correspondientes a los servicios de salud que asociados a la región metropolitana. Adicionalmente y solo para la región metropolitana analizaremos los datos de hospitalizaciones correspondientes a causas respiratorias, las cualesse encuentran registradas en la Glosa Causa “CAUSAS SISTEMA RESPIRATORIO”5.

# Metodología de separación de grupos

El objetivo de esta sección es explicar brevemente las principales técnicas que se usarán para el análisis.

## Análisis de componentes principales (PCA)

Para evaluar nuestra hipótesis de similitud o diferencias de comportamientos de diferentes grupos poblacionales utilizaremos una técnica de reducción de dimensionalidad conocida como análisis de componentes principales (PCA)[[8]](#footnote-8). Para realizar este análisis utilizamos la siguiente estrategia:

1. Dada una lista de observaciones , …, , el primer paso es realizar un proceso de estandarización, en el cual para cada entrada de los vectores de observaciones los datos son centrados y escalados de manera que su media sea cero y su varianza igual a 1. En nuestro caso, las observaciones corresponden a las atenciones diarias de urgencia asociados a un cierto grupo de población, luego se miran las atenciones correspondientes a un día determinado (digamos día 10) y luego escalamos esa entrada en cada una de las observaciones de tal manera que su media sea cero y su varianza igual a 1.
2. Una vez que los datos han sido estandarizados se calcula su correspondiente matriz de covarianza. Las componentes principales corresponden a vectores propios asociados a los N valores propios más grandes de la matriz de covarianza. Para decidir cuantas componentes usar usaremos el concepto de la proporción de la varianza explicada por cada una de las componentes principales. Esta se obtiene como el cociente entre el valor propio correspondiente y la varianza total del conjunto de datos (veremos un ejemplo concreto en Sección 3.2).
3. Por último, calculamos las coordenadas correspondientes a cada una de las observaciones estandarizadas en términos de los N vectores de componentes principales. Nos referiremos a tales coordenadas como las componentes principales asociadas a dicha observación.

La ventaja del PCA es que es muy efectivo identificar características que permitan diferenciar las observaciones en nuestro conjunto de datos. La desventaja es que las componentes principales carecen de interpretación. Nosotros las usaremos para determinar si es apropiado agrupar o tratar de manera separada ciertos conjuntos de datos, por lo cual no nos enfocaremos en la interpretación del número.

## Clasificación binaria usando Support Vector Machines (SVM)

Los resultados que se obtienen al hacer un PCA corresponden representaciones de las observaciones en espacios de dimensión más pequeña (en nuestras aplicaciones será un espacio de tres dimensiones), como estamos interesados en decidir si es apropiado realizar ciertas agrupaciones de datos, utilizaremos una técnica de Machine Learning diseñada para clasificación binaria conocida como Support Vector Machine (SVM). La idea es que si es encontrar un clasificador que separa los grupos de interés con un alto nivel de precisión, esto es una indicación de que su comportamiento es cuantitativamente diferente y por tanto tales datos deben ser analizados de forma segregada.

De manera más específica el tipo de SVM que consideraremos utiliza un clasificador lineal regularizado, que se resuelve utilizando la técnica de aprendizaje no supervisado de Stochastic Gradient Descent[[9]](#footnote-9). Con esta técnica buscaremos un hiperplano en el subespacio descrito por las componentes principales (en nuestra aplicación será efectivamente un plano pues el usaremos 3 componentes principales) que permita separa los elementos de una clase vs los elementos fuera de ella.

Una vez que se obtiene el clasificador, es importante utilizar una medida adecuada para la precisión del clasificador la cual debe tener en cuenta el tamaño de las poblaciones a separar. Para ver esto consideremos la siguiente situación: supongamos que se quieren separar dos poblaciones, donde la población A representa el P% de los datos y la población B el (100-P)% de los datos, entonces un clasificador que diga que todos los datos corresponden a población A se equivocará el (1-P)% de las veces, por lo cual un buen clasificador necesariamente debe predecir correctamente más que este número. Si una de las poblaciones es muy pequeña respecto a la otra, digamos un 10% de los datos, entonces un buen clasificador debe tener una precisión bastante mayor al 90% para ser considerado como bueno.

Para incorporar este problema en nuestro análisis cada vez que nos refiramos a la medida de precisión para el clasificador, utilizaremos el que se conoce como “balanced accuracy score”[[10]](#footnote-10) la cual se define como el promedio de tasa de clasificación correcta en el primer grupo y la tasa de clasificación correcta en el segundo grupo. Aplicado al ejemplo descrito anteriormente dicho clasificador acertará siempre en uno de los grupos y fallará siempre en el otro por lo cual so balanced accuracy score será de 0,5.

# Análisis de Niveles de Agrupación

El objetivo de esta sección es estudiar el nivel de agrupación apropiado para estudiar la demanda de atenciones de urgencias respiratorias. La sección se organiza de la siguiente manera. Primero, en la Sección 3.1, se considerarán algunos análisis preliminares que nos permitirán identificar diferencias importantes que guiarán nuestro análisis posterior. Segundo, en la Sección 3.2, se estudiará la agrupación por grupo etario, y se explicará cómo utilizando los métodos descritos en la Sección 2 es posible cuantificar que grupos pediátricos tienen comportamientos significativamente diferentes de los no pediátricos. Luego, en la Sección 2.3 se considerará la dependencia geográfica de los datos, para este propósito consideraremos la división del país en seis zonas (5 macrozonas + RM ) y analizaremos si algunas de ellas tienen comportamiento similar. Este análisis se hará de forma separada para grupos pediátricos y no pediátricos. Finalmente, en la Sección 2.4 se estudiará la dependencia del tipo de centro de salud en los perfiles de demanda de atenciones de urgencia respiratorias.

## Análisis preliminar

En esta sección recopilaremos algunas observaciones que guiarán nuestro estudio. Nuestro primer análisis será el considerar el total de demanda diaria de atenciones obtenido al agrupar todas las atenciones de urgencias respiratorias a nivel nacional.

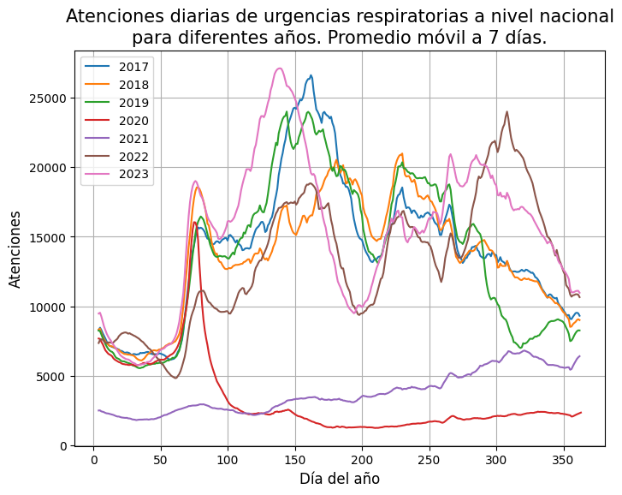


Ilustración 1: Promedio móvil a 7 días de las atenciones diarias de urgencias respiratorias  
correspondientes al periodo 2017 -2023.

En la Ilustración 1, se muestra el total de atenciones diarias de urgencia en que se han considerado datos de establecimientos públicos de todo el país separado a nivel de día y donde cada curva representa los datos de un año. Notamos que el comportamiento de los años 2020 y 2021 se ve influenciado fuertemente por los efectos de la pandemia COVID-19 y su comportamiento es muy diferente al resto de los años, razón por la cual éstos serán excluidos de análisis posteriores. Adicionalmente es posible identificar que hay un alza en la demanda de atenciones alrededor del día 150, el cual varía a lo largo de los años, y además es posible identificar un alza de la demanda, con menor magnitud durante la segunda mitad del año. Notamos que incluso a este nivel de agrupación es posible observar diferencias importantes en cuanto a la fecha del peak de atenciones de urgencia.

La demanda de atenciones correspondiente a diferentes años exhibe un comportamiento estacional, más precisamente las atenciones de urgencias respiratorias presentan un máximo durante los meses más fríos de año. Se observa que la fecha precisa correspondiente al máximo puede presentar variaciones significativas de un año a otro.

La Ilustración 1 también sugiere que es insuficiente el estimar la fecha del peak solo con información de años anteriores, pues puede presentar variaciones significativas de un año a otro, entre sectores geográficos4 o diferentes grupos etarios. Debido a los motivos antes mencionados resulta relevante estudiar con cuidado la pregunta de la agrupación apropiada de los datos de la demanda de atenciones.

Para los siguientes análisis, con el objetivo de comparar poblaciones de diferentes tamaños, llamaremos “perfil de demanda” correspondiente a un cierto grupo de población a una lista de las atenciones diarias a lo largo de un año, divididas por el total de atenciones. De esta manera el número correspondiente a cada día representa el porcentaje de atenciones anuales que se realizaron dicha fecha.

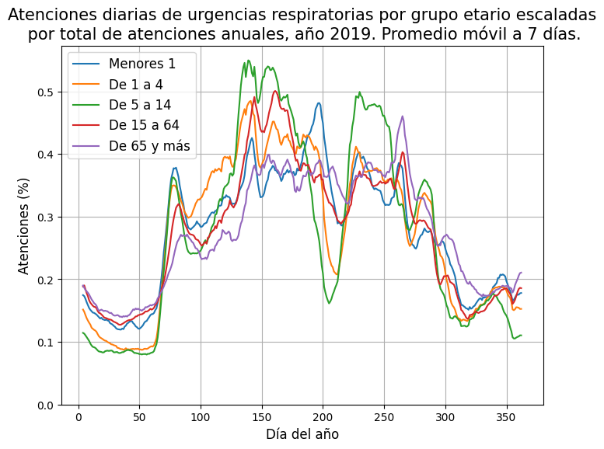


Ilustración 2: Perfil de demanda de atenciones de urgencia respiratorias correspondientes al año 2019. Promedio móvil a 7 días y desagregado para diferentes grupos etarios.

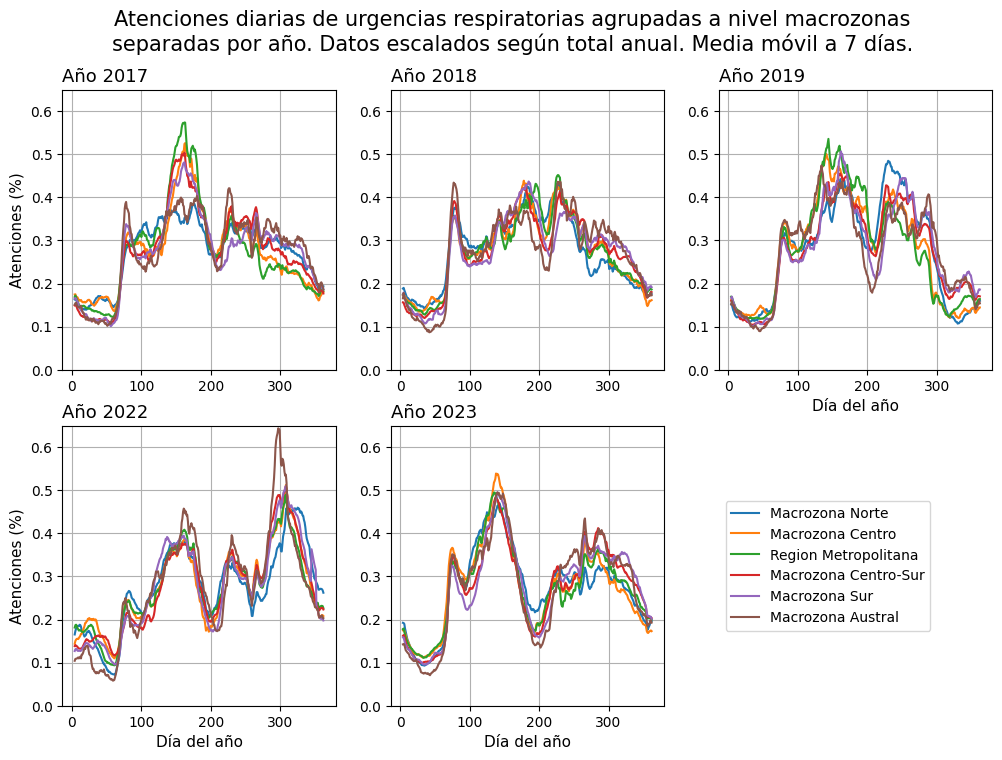


Ilustración 3: Promedio móvil a 7 días de las atenciones diarias de urgencia respiratorias como porcentaje de las atenciones anuales, agrupadas por zona geográfica para cada día del año. Años 2017,2018,2019,2022,2023.

En la Ilustración 2 muestra la comparación de los perfiles de demanda de atenciones asociadas a diferentes grupos etarios. Aquí se considera las atenciones correspondientes a todos los establecimientos de salud pública del país. Como ya identificamos que existen variaciones importantes entre años, decidimos observar solo los datos correspondientes al 2019. A partir de esta Ilustración es posible identificar que los datos para menores de un año y para mayores de 65 presentan un comportamiento con peaks menos marcados, pero para realizar observaciones más precisar necesitaremos herramientas más elaboradas que desarrollaremos en la siguiente sección.

El siguiente factor que queremos analizar es la dependencia geográfica de los perfiles de demanda. Para esto separaremos nuestros datos en 6 zonas geográficas identificadas por los correspondientes servicios de salud asociados (Ver apéndice 5.2). La ilustración 3 muestra el comportamiento del perfil de demanda de las atenciones de urgencia. Aquí fijamos el año y consideramos el comportamiento de las distintas zonas geográficas. A este nivel de agrupación no es existen diferencias claras entre las diferentes zonas geográficas.

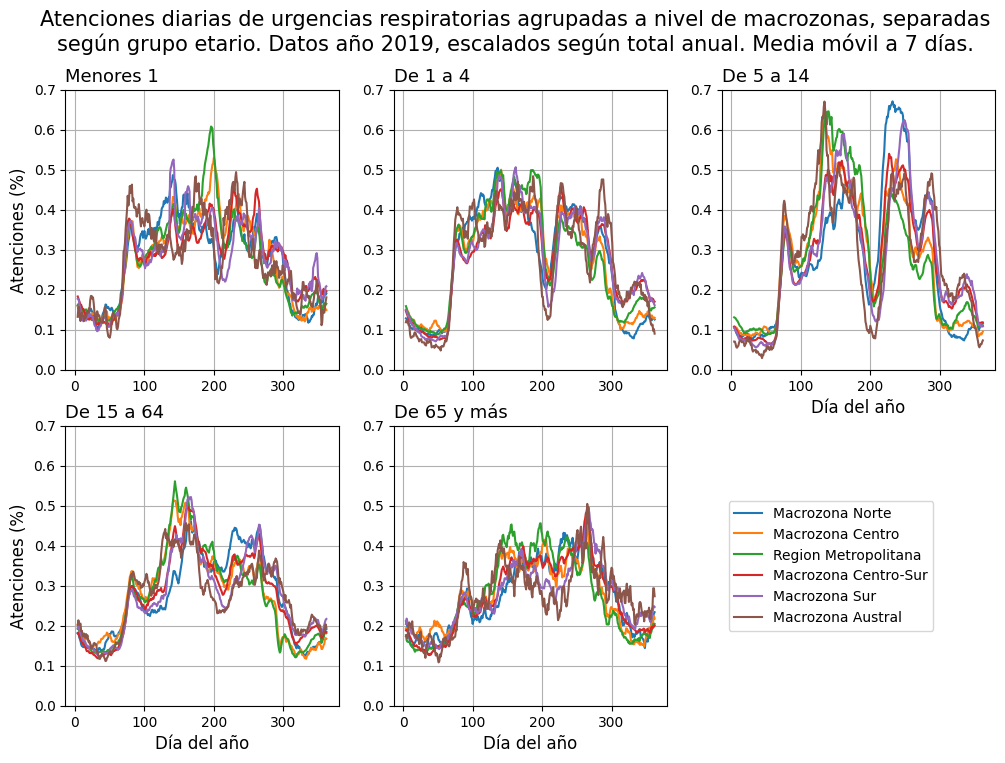


Ilustración 4: Promedio móvil a 7 días de las atenciones diarias de urgencias respiratorias como porcentaje de las atenciones anuales, correspondientes al año 2019, separado por grupos etarios y zonas geográficas

Para analizar cómo se relacionan las variables de grupo etario y zona geográfica para un año fijo en la Ilustración 4 se muestra los perfiles de demanda correspondientes al año 2019. A partir de la figura es posible notar importantes diferencias entre zonas geográficas en los perfiles de demanda correspondiente al grupo etario De\_5\_a\_14 y un desfase temporal entre de las curvas correspondientes al grupo etario De\_15\_a\_64. Esto sugiere que es importante hacer desagregaciones adecuadas por grupo etario si queremos obtener conclusiones relevantes con respecto a la dependencia geográfica.

## Diferencias por Grupo Etario

Una de las preguntas claves del análisis es el poder decidir cuál es el nivel de agrupación apropiado de los datos pues como sugieren los análisis preliminares, distintos niveles de agrupaciones permiten estudiar diferentes aspectos de los datos. Con el objetivo de evaluar nuestra hipótesis de que grupos pediátricos y no pediátricos deben ser estudiados de manera diferenciada, utilizaremos la metodología introducida en la Sección 2 para identificar diferencias significativas entre sus perfiles de demanda. Nuestras “observaciones” corresponden a series de datos que indican las atenciones de urgencia respiratorias diarias asociados a un cierto año específico y otras características asociadas a los grupos que deseamos comparar (distribuciones geográficas, etarias, tipo de establecimiento, etc.).

Para el primer análisis consideraremos las atenciones de urgencias respiratorias agrupadas por año, servicio de salud y grupo etario. De esta forma, por ejemplo, asociadas al triple año 2022, Servicio de Salud Valparaíso-San Antonio y grupo etario “De\_5\_a\_14” le corresponderá una lista de atenciones diarias que se indizará por el número de día del año (365 variables). Basados en la Ilustración 1 es razonable asumir que las significativas entre años describen factores externos no considerados, por lo cual parece apropiado estudiar datos correspondientes a diferentes años de manera separada.

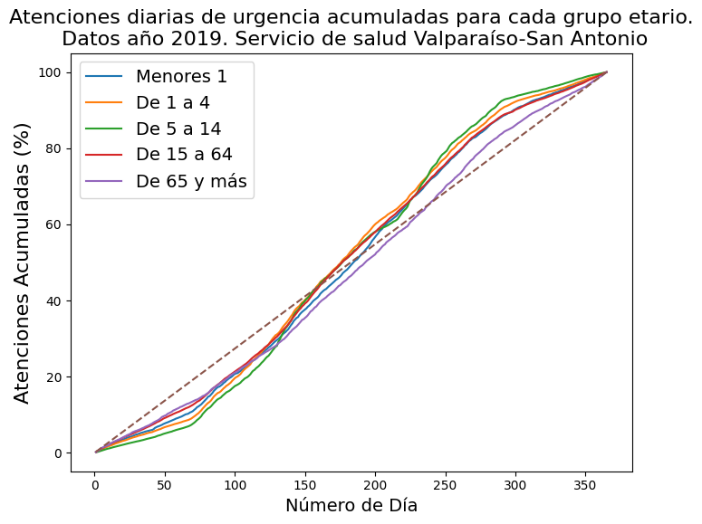


Ilustración 5: Atenciones de urgencia respiratorias acumuladas como porcentaje de las atenciones anuales correspondientes al año 2019 y para el Servicio de Salud Valparaíso-San Antonio, agrupadas por grupo etario.

Una vez que se tienen las atenciones diarias correspondientes a cada uno de estos triples (año, servicio de salud, grupo etario). A este nivel de agrupación los datos tienen un comportamiento bastante ruidoso debido variaciones diarias. Para disminuir este efecto consideraremos la cantidad de atenciones acumuladas hasta cierto día del año. Adicionalmente, para poder comparar grupos de población de diferente tamaño, escalaremos la curva de tal manera que se represente el porcentaje de las atenciones anuales que han ocurrido hasta cierta fecha.

La Ilustración 5 permite observar diferencias cualitativas entre los perfiles de demanda de atenciones correspondientes a diferentes grupos etarios una vez que se ha fijado el año y el servicio de salud. Un perfil más cercano a la diagonal, como lo es del grupo etario De\_65\_y\_mas representa que las atenciones se distribuyen de manera más uniformes a lo largo del año. Esta forma de analizar los datos preserva la habilidad de estudiar la época del año en que ocurre la mayor demanda de atenciones, lo cual se puede hacer fijando una ventana temporal (digamos una semana) y buscar el rango de 7 días consecutivos en que se produjo la mayor demanda de atenciones.

Una vez que se ha realizado este preprocesamiento a los datos podemos utilizar PCA como se describió en la Sección 2.1. Las atenciones correspondientes a un mismo día son estandarizadas a lo largo de todas las observaciones para tener media cero y varianza uno. Para decidir cuantas componentes usar usaremos el concepto de la proporción de la varianza explicada por cada una de las componentes principales. Esta se obtiene como el cociente entre el valor propio correspondiente y la varianza total del conjunto de datos.

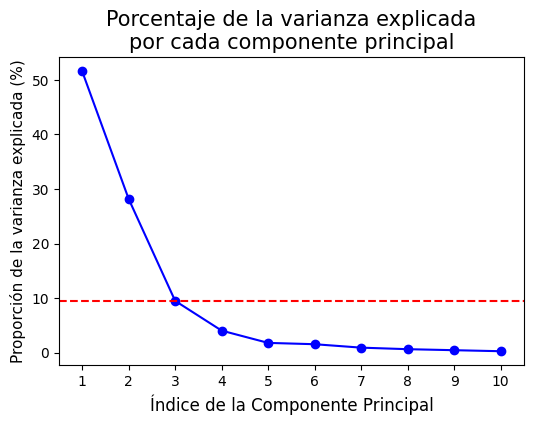


Ilustración 6: Porcentaje de la varianza explicada por cada componente en el análisis de componentes principales de los datos correspondientes atenciones diarias acumuladas en que cada observación corresponde a un año, servicio de salud y grupo etario específico.

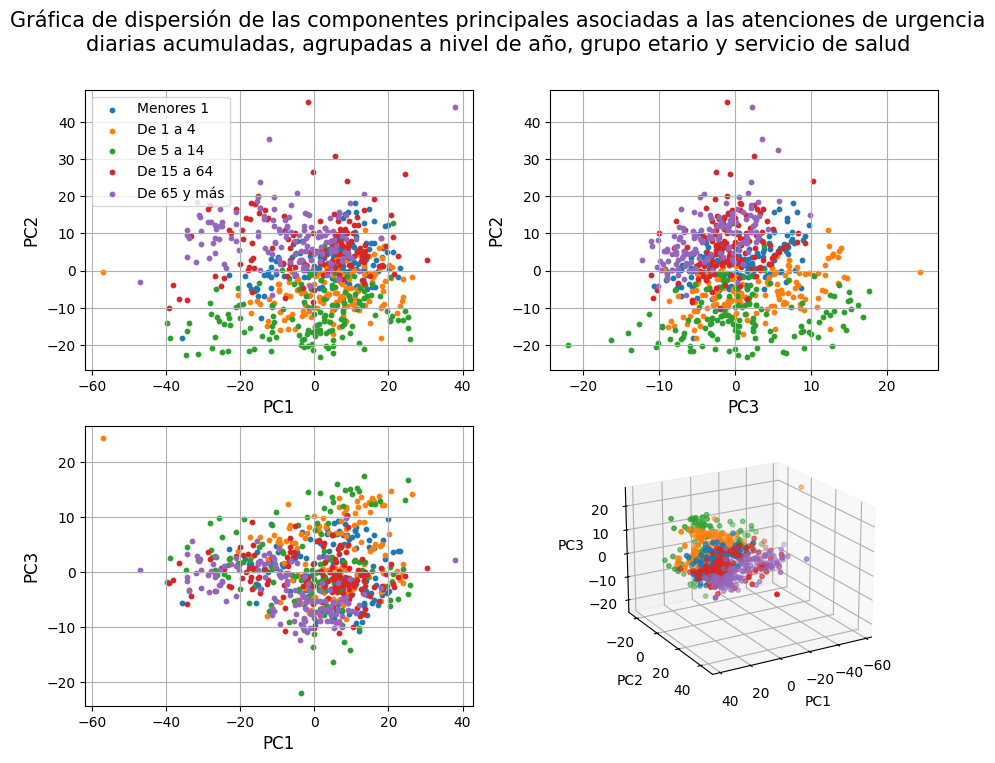


Ilustración 7: Gráfica de dispersión de las coordenadas asociadas las observaciones en el espacio generado por las componentes principales. En la figura cada punto representa los datos diarios de atenciones de urgencias respiratorias correspondientes a un determinado año, servicio de salud y grupo etario.

Como se explicó anteriormente, para nuestro primer análisis se considerarán los datos correspondientes a los años 2017, 2018, 2019, 2022, 2023, y se considerarán desagregados geográficamente a nivel de servicio de salud (29 en total) y por separado las atenciones correspondientes a cada uno de los grupos etarios definidos en la introducción. Usando la proporción de varianza explicada que se muestra en la Ilustración 6 decidimos que para nuestro análisis consideraremos solo las 3 primeras componentes principales, pues ellas explican el 89% de la varianza. Durante el resto de este trabajo siempre usaremos las 3 primeras componentes principales para describir nuestros datos.

La Ilustración 7 muestras las componentes principales asociadas al conjunto de datos descrito previamente. La figura nos permite identificar que existe un comportamiento marcadamente diferente entre la agrupación De\_1\_a\_4 y De\_5\_a\_14 vs el resto de los individuos, también a partir de las gráficas notamos que el comportamiento del grupo Menores\_1 no parece poder separarse de las demás clases.

Para formalizar estas observaciones aplicaremos la técnica de clasificación binaria SVM descrita en la Sección 2.2. Con esta técnica buscaremos un plano en el subespacio descrito por las componentes principales (PC1, PC2, PC3) que permita separa los elementos de una clase vs los elementos fuera de ella. La idea es que, si somos capaces de hallar un plano que separe las clases un alto nivel de precisión, entonces es una indicación razonable que los conjuntos de datos tienen comportamientos cuantitativamente diferentes, y por tanto hay razones para estudiarlos de forma.

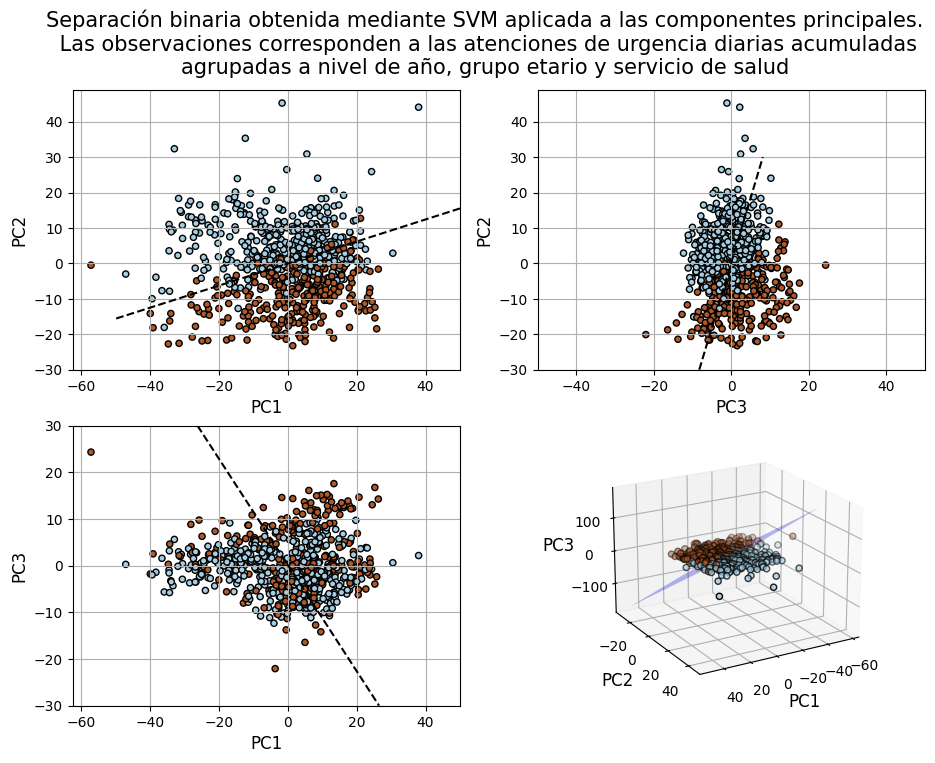


Ilustración 8: Gráfica de dispersión correspondientes a las componentes principales usadas en la Ilustración 7 y el plano correspondiente a la clasificación binaria obtenida mediante SVM. En este caso se indican en rojo el grupo formado al agrupar las clases De\_1\_a\_4 y De\_5\_a\_14, y en azul el correspondiente a la agrupación Menores\_1, De\_15\_a\_64 y De\_65\_y\_mas. Las líneas segmentadas corresponden a la intersección del plano coordenado con el plano correspondiente a la clasificación binaria.

Para el análisis anterior, consideraremos como una clase a la agrupación De\_1\_a\_4 y De\_5\_a\_14, y trataremos de separarla del resto. En este caso se obtiene una precisión del clasificador[[11]](#footnote-11) del 86% (promedio sobre 1000 repeticiones), lo cual sugiere que sugiere una separación bastante efectiva de este grupo versus el resto de los grupos etarios. El plano que separa las clases se muestra en la Ilustración 8.

Aun cuando la agrupación obtenida puede ser considerada bastante efectiva, no es claro que tal separación sea la mejor de entre todas las posibles. Por este motivo consideraremos un procedimiento más exhaustivo. Como tenemos cinco grupos etarios consideraremos todas las posibles clasificaciones en dos clases entre ellos. Debido a la simetría del problema, existen solo dos casos posibles, separar uno de los otros cuatro y separar dos de los otros tres. De esta forma la Tabla 2 indica en la fila i, columna j la precisión del clasificador cuando se intenta separar el conjunto (i,j) del resto, además los elementos en la diagonal representan que solo separamos una clase de las otras cuatro.

Los resultados de la clasificación son presentados en la Tabla 2. En ella se puede observar que dentro de nuestros existen subclases que tienen comportamientos significativamente diferentes. Los grupos identificados nos dicen que las clasificaciones correspondientes a (De\_1\_a\_4, De\_5\_a\_14) vs (Menores\_1, De\_15\_a\_64, De\_65\_y\_mas); (Menores\_1,De\_1\_a\_4, De\_5\_a\_14) vs (De\_15\_a\_64, De\_65\_y\_mas) y por último (Menores\_1, De\_1\_a\_4, De\_5\_a\_14, De\_15\_a\_64) vs (De\_65\_y\_mas) son las que presentan mayores índices de precisión en la clasificación, lo cual se asocia a comportamientos cuantitativamente diferentes entre los grupos. Es destacable a partir de este resultado se valida la idea de que los grupos de pacientes pediátricos presentan un comportamiento diferente a los pacientes no pediátricos en términos de demanda de atenciones de urgencia y por lo tanto es apropiado estudiarlos de forma separa con respecto al análisis de las curvas de demanda.

Tabla 2: Precisión de la clasificación como promedio de 1000 repeticiones. Observamos que los tres mejores resultados corresponden a separar De\_1\_a\_4 y De\_5\_a\_14 del resto, separar De\_15\_a\_64 con De\_65\_y\_mas del resto y finalmente separar De\_65\_y\_mas del resto.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Menores 1 | De 1 a 4 | De 5 a 14 | De 15 a 64 | De 65 y mas |
| Menores 1 | 0.502216 |  |  |  |  |
| De 1 a 4 | 0.564813 | 0.586241 |  |  |  |
| De 5 a 14 | 0.580463 | **0.865643** | 0.718633 |  |  |
| De 15 a 64 | 0.578206 | 0.520903 | 0.521232 | 0.561540 |  |
| De 65 y mas | 0.637309 | 0.517569 | 0.567288 | **0.811701** | **0.751584** |

## Influencia de la Agrupación Geográfica

Siguiendo en análisis de la sección anterior esta vez estudiaremos la pregunta de cuál es la mejor segregación según zona geográfica. Las observaciones consideradas corresponden a las atenciones de urgencias diarias correspondientes a un año, servicio de salud y grupo etario dado. Motivados por los resultados de la sección anterior consideraremos separar nuestro análisis entre Población pediátrica (Menores\_1, De\_1\_a\_4, De\_5\_a\_14) vs Población no pediátrica (De\_15\_a\_64, De\_65\_y\_mas). Para el análisis consideraremos dos conjuntos de años, primero solo los años 2017, 2018, 2019 para estudiar el comportamiento previo a la pandemia COVID19 y segundo, usando los años 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023.

Para estudiar cuan propicio es agrupar los datos utilizaremos la misma estrategia de PCA y SVM considerada en la sección anterior. Para estudiar diferentes zonas geográficas consideraremos la agrupación en macrozonas utilizada por el ministerio de Ciencia7. De manera más específica consideraremos Macrozona Norte (Nor), Macrozona Centro (Cen), Región Metropolitana (Met), Macrozona Centro-Sur (MCS), Macrozona Sur (Sur) y Macrozona Austral (Aus). Los detalles de la relación entre macrozonas y servicios de salud se indica en el Apéndice 5.2. Nuestro objetivo es determinar si ciertas zonas tienen comportamiento similar en términos de demanda de atenciones de urgencias respiratorias y decidir si es apropiado agruparlas en el contexto del estudio de la curva de demanda.

Al considerar solamente poblaciones pediátricas se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 3. Observamos que, en el primer caso, utilizando solo datos prepandemia, se obtiene una separación con alto nivel de precisión entre los grupos (Macrozona Norte, Macrozona Centro, Región Metropolitana) vs (Macrozona Centro-Sur, Macrozona Sur, Macrozona Austral), esta separación hace sentido desde el punto de vista de las variaciones climáticas a medida que nos movemos de norte a sur y sugiere comportamientos significativamente diferentes. En el segundo caso, se consideran un periodo de tiempo más extenso y notamos que las separaciones obtenidas tienen un nivel de precisión más bajo que los obtenidos anteriormente, esto sugiere las diferencias atribuibles a variaciones entre años dificultan el separar comportamientos, sin embargo, a este nivel de agrupación aún se aprecian diferencias entre las macrozonas más al norte versus las ubicadas más al sur. Por último, al observar los datos más recientes (2022 y 2023) observamos niveles de separación aún más bajos, lo que nos indica que las diferencias entre Macrozonas para población pediátrica se han vuelto menos marcada para los periodos más recientes.

Tabla 3: Resultados de las clasificaciones agrupando zonas geográficas considerando solo grupos poblacionales pediátricos (Menores de 1, De 1 a 4 y De 5 a 14). Para calcular la precisión del clasificador se utiliza Balanced Accuracy Score. Los resultados corresponden al promedio de 1000 realizaciones. Para cada caso solo se indican las 10 agrupaciones con los niveles de precisión del clasificador más altos. (a) Usando datos de atenciones 2017, 2018, 2019. (b) Usando Datos 2017, 2018, 2019, 2022, 2023. (c) Usando datos 2022 y 2023.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (a) | Agrupación | Precisión | (b) | Agrupación | Precisión | (c) | Agrupación | Precisión |
|  | **(Nor, Cen, Met)** | **84,5%** |  | **(Nor, Cen, Met)** | **64,0%** |  | (Nor,) | 60,8% |
|  | **(Nor, Met)** | **75,3%** |  | (Cen, Met) | 60,3% |  | (Met,) | 60,7% |
|  | (MCS, Aus) | 72,0% |  | (Aus,) | 60,1% |  | (Cen, Met) | 57,6% |
|  | (Cen, Met) | 71,2% |  | (MCS, Aus) | 60,1% |  | (Nor, Aus) | 57,6% |
|  | (MCS, Sur) | 70,6% |  | (Sur, Aus) | 60,0% |  | (Nor, Sur, Aus) | 56,7% |
|  | (Nor, Met, Sur) | 66,5% |  | (Nor, Met) | 57,8% |  | (Nor, Cen, Aus) | 56,1% |
|  | (Sur, Aus) | 64,9% |  | (Nor, Sur, Aus) | 57,4% |  | (Met, MCS) | 55,7% |
|  | (Met,) | 64,6% |  | (Nor, Cen) | 57,0% |  | (Nor, Sur) | 55,5% |
|  | (Nor, MCS, Sur) | 61,2% |  | (Met,) | 55,4% |  | (Nor, Met) | 54,9% |
|  | (Nor, Cen) | 60,8% |  | (Nor,) | 54,5% |  | (Nor, MCS, Aus) | 54,9% |

Al considerar las poblaciones no pediátricas (ver Tabla 4 ) notamos que se obtienen niveles de separación que se obtienen son significativamente mayores a los observados para poblaciones pediátricas.

Tabla 4: Resultados de las clasificaciones agrupando zonas geográficas considerando solo grupos poblacionales no pediátricos (De 14 a 64 y De 65 y más). Para calcular la precisión del clasificador se utiliza Balanced Accuracy Score. Los resultados corresponden al promedio de 1000 realizaciones. Para cada caso solo se indican las 10 agrupaciones con los niveles de precisión del clasificador más altos. (a) Usando datos de atenciones 2017, 2018, 2019. (b) Usando Datos 2017, 2018, 2019, 2022, 2023. (c) Usando datos 2022 y 2023.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (a) | Agrupación | Precisión | (b) | Agrupación | Precisión | (c) | Agrupación | Precisión |
|  | **(Cen, Met)** | **88,9%** |  | **(Nor, Cen)** | **77,0%** |  | **(Aus,)** | **100,0%** |
|  | **(Cen,)** | **87,7%** |  | (Nor, Cen, Met) | 70,1% |  | **(Nor,)** | **98,5%** |
|  | **(Nor, Cen, Met)** | **87,7%** |  | (Cen,) | 68,9% |  | **(Nor, Cen)** | **98,4%** |
|  | **(Nor, Cen)** | **86,7%** |  | (MCS, Aus) | 65,7% |  | **(Nor, Cen, Met)** | **85,3%** |
|  | (Nor, Sur, Aus) | 80,6% |  | (Nor, Cen, Sur) | 65,0% |  | **(Cen,)** | **78,6%** |
|  | (Sur, Aus) | 78,9% |  | (MCS,) | 63,3% |  | **(Sur, Aus)** | **77,7%** |
|  | (Met, MCS) | 78,1% |  | (Met, MCS) | 63,0% |  | **(MCS, Aus)** | **75,9%** |
|  | (MCS,) | 76,0% |  | (Cen, Met) | 60,0% |  | (Nor, Cen, Sur) | 71,4% |
|  | (Aus,) | 74,7% |  | (Nor, Cen, Aus) | 59,9% |  | (Nor, Aus) | 70,3% |
|  | (MCS, Aus) | 73,3% |  | (Nor, Sur, Aus) | 59,3% |  | (Cen, Met) | 70,3% |

Al observar las agrupaciones con los mejores niveles de precisión para los datos prepandemia (2017, 2018, 2019) se observa que hay dos tipos de segregaciones que parecen ser significativas, zonas centrales vs no centrales, y la separación norte vs sur. Al considerar el análisis (b) hecho con datos 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023 notamos nuevamente menores niveles de separación entre las zonas, sugiriendo nuevamente que hay variaciones importantes atribuibles a factores externos, sin embargo las agrupaciones con niveles más altos de precisión siguen sugiriendo que las agrupaciones de zonas más al norte vs zonas más al sur parece ser apropiada estudiar el comportamiento de los datos con respecto a las demandas de atenciones de urgencias respiratorias. Por último, al observar los resultados del caso (c), en que se mira el periodo más reciente 2022-2023, se sigue observando esta tendencia de separación entre zonas norte vs sur. Es importante notar que las separaciones obtenidas para Macrozona Austral vs el resto y Macrozona Norte vs el resto, a pesar de tener altos niveles de precisión del clasificador, no son particularmente significativas pues corresponden a muy pocos datos, sin embargo las que agrupan a varias zonas simultáneamente, como por ejemplo (Macrozona Norte, Macrozona Centro) vs (Región Metropolitana, Macrozona Centro-Sur, Macrozona Sur, Macrozona Austral) o (Macrozona Norte, Macrozona Centro, Región Metropolitana) vs (Macrozona Centro-Sur, Macrozona Sur, Macrozona Austral) son más significativas pues separan grupos de tamaños más comparables y aún tienen un alto nivel de precisión del clasificador.

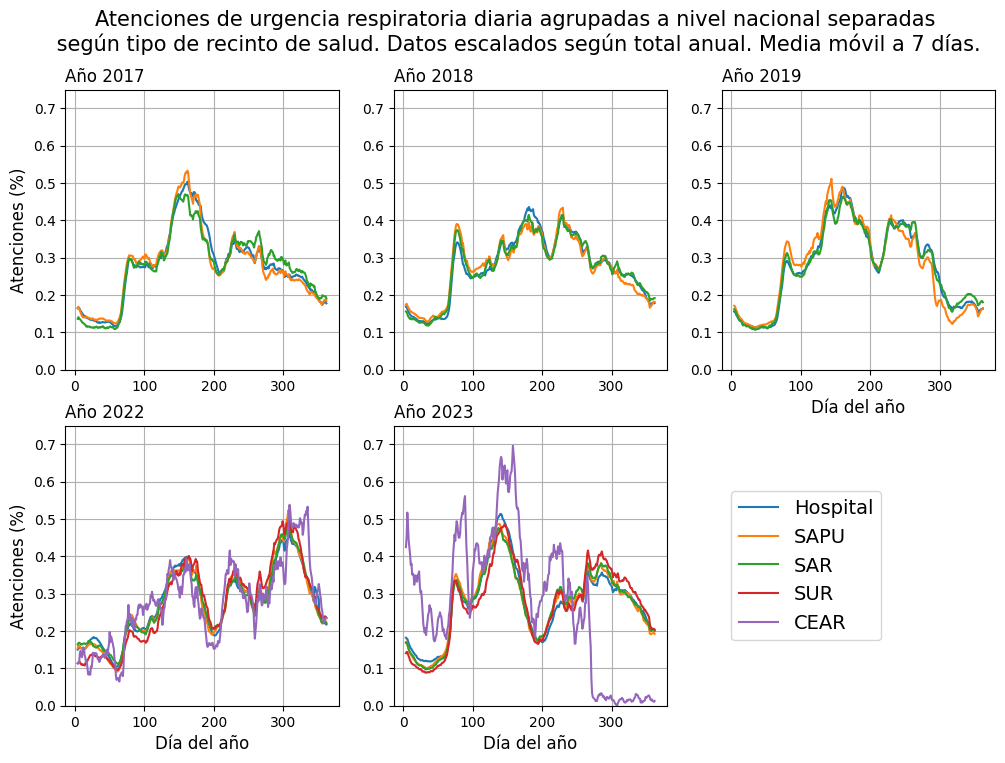


Ilustración 9: Atenciones diarias de urgencias respiratorias para diferentes tipos de centros de salud separados por años. Media móvil a 7 días, datos escalados según total anual de atenciones.

## Tipo de Centro de Salud

El objetivo de esta sección es estudiar si existen diferencias entre las curvas de demanda de atenciones de urgencias respiratorias asociadas a centro distintos tipos de centros de salud. Es de particular interés investigar si existen diferencias significativas entre hospitales vs no hospitales. Dentro de los datos considerados existen cinco tipos de centro de salud:

1. Hospital
2. SAR: Servicio de Atención Primaria de Urgencias de Alta Resolución
3. SAPU: Servicio de Atención Primaria de Urgencias
4. CEAR: Centros Exclusivos de Atención Respiratoria. Solo tiene datos desde 2020
5. SUR: Servicio de Urgencia Rural. Solo tiene datos desde 2020

Para hacernos una idea de la magnitud de las atenciones consideradas, durante el año 2023 las atenciones de urgencias respiratorias se distribuyeron como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Cantidad de atenciones de urgencia respiratoria por tipo de centro para el año 2023 nivel nacional en establecimientos de salud pública.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipo de centro | Atenciones de Urgencia | % del Total |
| Hospital | 26.687.660 | 38,7% |
| SAPU | 22.775.071 | 33,0% |
| SAR | 15.132.586 | 21,9% |
| SUR | 4.336.901 | 6,3% |
| CEAR | 57.930 | 0,1% |
| Total | 68.990.148 | 100% |

A partir de la Ilustración 9 notamos que no parece haber diferencias significativas entre los perfiles de demanda asociados a los centros de tipo Hospital, SAR y SAPU. Las curvas de demandas asociadas a centros tipo CEAR parecen tener un comportamiento más ruidoso, lo cual probablemente se explica a que corresponden a una cantidad mucho menor de atenciones totales.

Para formalizar nuestras observaciones intentaremos hacer el mismo tipo de análisis que se usó para segregar grupos etarios usando PCA y SVM. Separaremos nuestro estudio en dos partes, pues solo tiene sentido comparar los datos correspondientes a CEAR y SUR en el periodo que registran datos (de 2020 en adelante). Consideraremos datos separados a nivel de año, servicio de salud, tipo de establecimiento y grupo etario. En el primer caso consideraremos solo los datos correspondientes a los años 2022 y 2023 buscaremos agrupaciones entre los 5 tipos de centro de salud.

Tabla 6: Resultados de la agrupación usando PCA y SVM. Se consideran solo datos de 2022 y 2023 pues son los únicos en el periodo considerado que contienen información de todos los tipos de centros (como se indica en la introducción, ignoraremos de la pandemia 2020-2021). En la tabla se indica que tipos de centros se usaron en la separación, lo cual debe leerse como dichos tipos de centro vs el resto. La precisión indica la “balanced accuracy score” promedio del clasificador sobre 1000 repeticiones.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Hospital | SAPU | SAR | SUR | CEAR |
| Hospital | 50,3% |  |  |  |  |
| SAPU | 50,6% | 50,4% |  |  |  |
| SAR | 51,4% | 51,0% | 50,1% |  |  |
| SUR | 50,0% | 53,0% | 52,4% | 53,8% |  |
| CEAR | 54,0% | 51,5% | 50,8% | 53,4% | **69,4%** |

A partir de los resultados en la Tabla 6 obtenemos que es apropiado separar los centros tipo CEAR del resto pues muestra un comportamiento marcadamente diferente. El uso del indicador “balanced accuracy score” nos asegura que, aunque la población considerada en ese grupo es pequeña, aún es posible rescatar conclusiones a partir de los resultados. La precisión del clasificador en el resto de las clasificaciones es más bien baja por lo cual no lo consideraremos.

Para el segundo análisis segundo análisis removeremos los datos correspondientes a CEAR y SUR y solo nos enfocarnos en los otros tres tipos de centro, esto nos permite considerar simultáneamente los datos correspondientes a los años 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Los resultados se presentan en la Tabla 7. Los resultados confirman nuestras observaciones basadas en la Ilustración 9 de que al intentar encontrar buenas separaciones de los datos a disposición utilizando las técnicas de PCA y SVM no somo capaces de construir un clasificador apropiado que nos permiten identificar diferencias significativas para los perfiles de demanda para atenciones de urgencia para los centros de salud tipo Hospital, SAR y SAPU. Concluimos que, si nuestro objetivo es estudiar el comportamiento de las curvas de demanda de atenciones de urgencia respiratorias, entonces no tenemos razonas suficientes para justificar un análisis diferenciado de estos tipos de centro.

Tabla 7: Resultados del análisis PCA-SVM para discriminar el comportamiento de los perfiles de demanda correspondiente a diferentes tipos de centros de salud con los datos correspondientes a los años 2017, 2018. 2019, 2022 y 2023. (a) Clasificación obtenida al considerar todos los grupos etarios. (b) Considerando solo población pediátrica (Menores 1, De 1 a 4, De 5 a 14). (c) Solo población no pediátrica (De 15 a 64 y De 65 y más).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (a) | Agrupación | Precisión | (b) | Agrupación | Precisión | (c) | Agrupación | Precisión |
|  | (Hospital,) | 0.539175 |  | (Hospital,) | 0.564697 |  | (Hospital,) | 0.588565 |
|  | (SAR,) | 0.516795 |  | (SAR,) | 0.519905 |  | (SAR,) | 0.535668 |
|  | (SAPU,) | 0.500860 |  | (SAPU,) | 0.51345 |  | (SAPU,) | 0.509571 |

# Análisis específico para la Región Metropolitana

En esta sección nos enfocaremos en características más específicas asociadas a la población de la región metropolitana. En términos administrativos, la región metropolitana se organiza en 6 servicios de salud los cuales se asocian a determinadas zonas geográficas: Metropolitano Norte, Metropolitano Occidente, Metropolitano Central, Metropolitano Oriente, Metropolitano Sur, Metropolitano Suroriente. Un aspecto que vale la pena considerar a este nivel de agregación son las posibles diferencias en la fecha del peak de atenciones de urgencia que se producen en las diferentes zonas de la región.

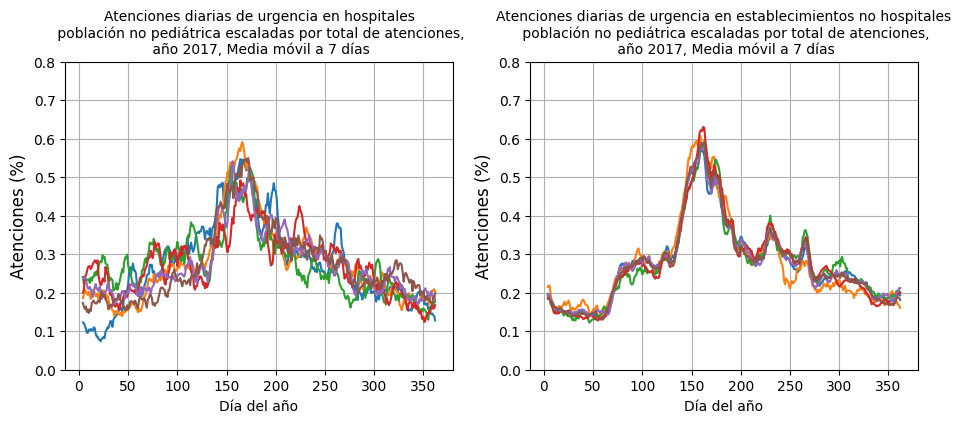
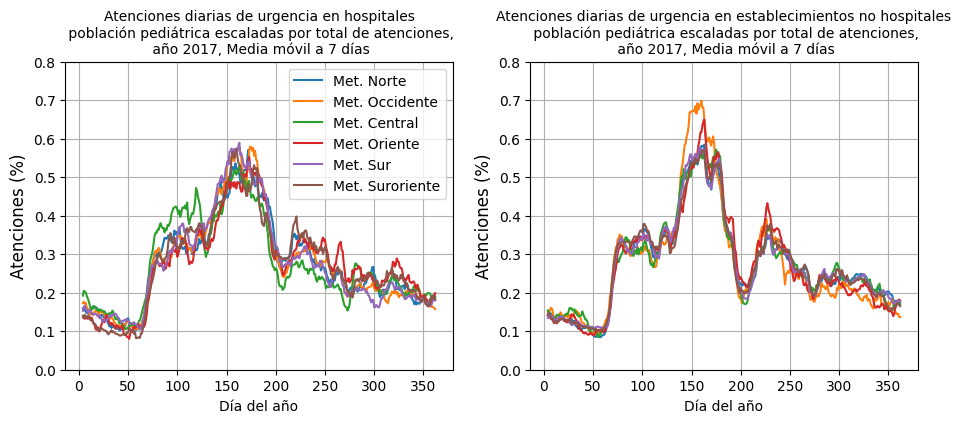


Ilustración 10: Promedio móvil a 7 días de las curvas de demanda de atenciones de urgencia separadas según grupo etario y tipo de recinto de Salud. Cada curva representa los datos correspondientes a uno de los servicios de salud de la región metropolitana para el año 2017.

## Comparación de atenciones de urgencias respiratorias

Basados en los resultados de la sección anterior en que se identificó que los perfiles de demanda de atenciones de urgencia para poblaciones pediátricas y no pediátricas son significativamente diferentes, trataremos de describir de manera más específica tales diferencias usando la información de las atenciones de urgencia asociadas a los diferentes servicios de salud de la región metropolitana. Las diferencias geográficas que se identificaron fueron a un nivel de macrozonas, por lo que no es claro que estas diferencias puedan observarse a nivel de la región metropolitana. Por último, verificaremos que la observación de que no existen diferencias significativas entre las atenciones de urgencias respiratorias para los centros de salud hospitalario vs no hospitalarios (las diferencias observadas para recintos tipo CEAR representan un porcentaje muy menor de las atenciones).

En las Ilustraciones 10, 11, 12, 13 y 14 consideraremos el efecto de las variables grupo etario, tipo de recinto y servicio de salud para los datos correspondientes a un año fijo (2017, 2018, 2019, 2022 y 2023 respectivamente). Al comparar las gráficas de la izquierda con las de la derecha vemos que la influencia del tipo de recinto para poblaciones pediátricas es más bien menor, sin embargo, para las poblaciones no pediátricas en recintos hospitalarios, la demanda de atenciones presenta variaciones importantes al comparar diferentes servicios de salud. Notamos también que en promedio la demanda de atenciones parece seguir la misma tendencia entre recintos hospitalarios que no hospitalarios, lo cual explica que sea difícil apreciar estas diferencias cuando se agrupan grandes conjuntos de datos de atenciones.

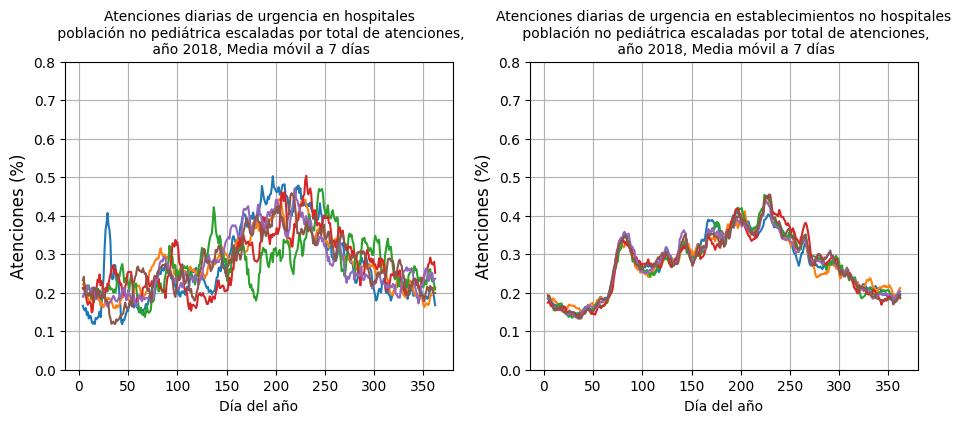
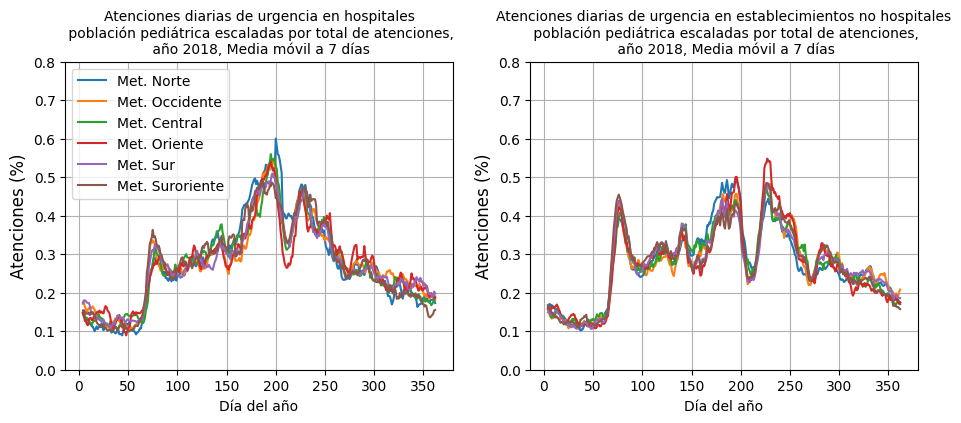


Ilustración 11: Promedio móvil a 7 días de las curvas de demanda de atenciones de urgencia separadas según grupo etario y tipo de recinto de Salud. Datos correspondientes a la región metropolitana, año 2018

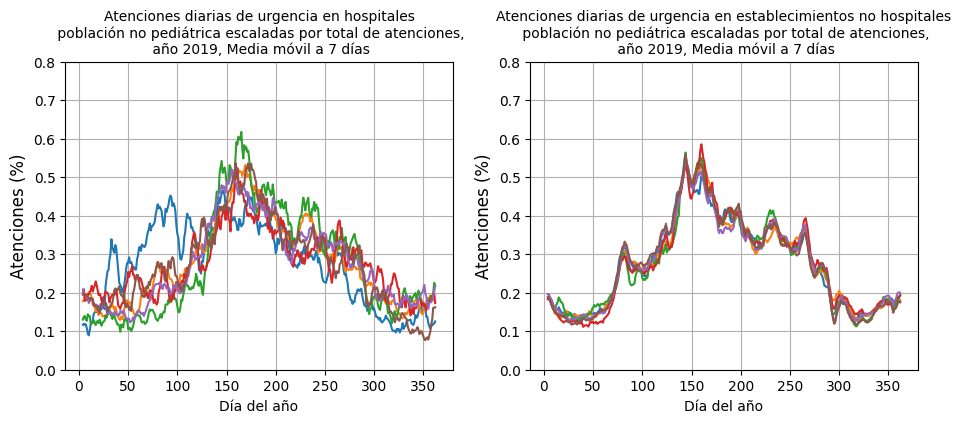
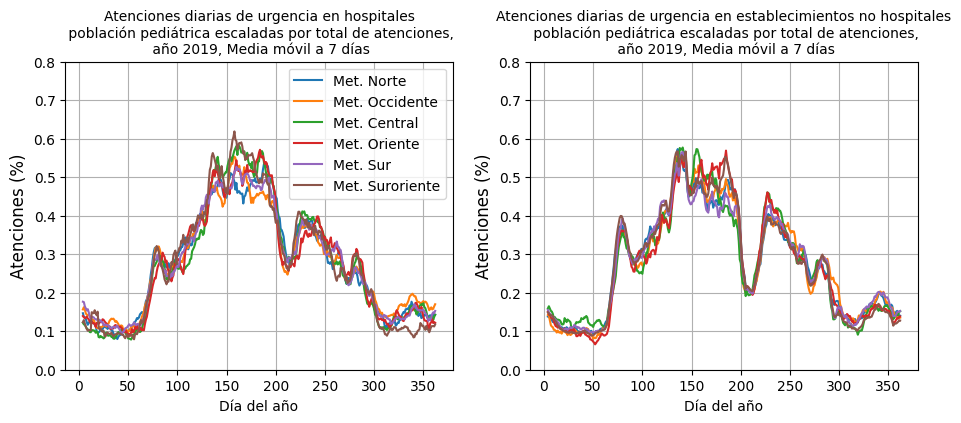


Ilustración 12: Promedio móvil a 7 días de las curvas de demanda de atenciones de urgencia separadas según grupo etario y tipo de recinto de Salud. Datos correspondientes a la región metropolitana, año 2019

Con respecto a la fecha del peak de demanda a las atenciones de urgencias respiratorias en recintos que no son hospitales notamos comportamiento muy similar para diferentes servicios de salud y grupos etarios. Por otro lado, en recintos hospitalarios se pueden observar diferencias cercanas a una semana para poblaciones pediátricas, y para poblaciones no pediátricas las diferencias entre las fechas pueden ser más significativas como se observa en los años 2018, 2019 y 2023.

Al enfocarnos en el comportamiento de las poblaciones pediátricas, notamos que ellas presentan dos peak de atenciones de urgencia, el primero entre fines de mayo y principios de junio, luego una caída importante de la demanda de atenciones de urgencia en el periodo correspondiente a las vacaciones de invierno (lo cual varía año a año), y luego un segundo peak de menor magnitud entre finales de julio y principios de agosto. Aun analizando esta pequeña muestra de años notamos que variaciones importantes son posibles, así por ejemplo el año 2018 (Ilustración 11) vemos que el primer (y más grande) peak de atenciones de urgencia se ubica alrededor del día 200, es decir mediados de julio, lo cual refuerza la idea de que efectuar predicciones usando solo información correspondiente a años anteriores es insuficiente. Este comportamiento presenta una diferencia importante entre los grupos etarios pediátricos y no pediátricos, lo cual refuerza la idea de que es apropiado analizarlos de manera separada.

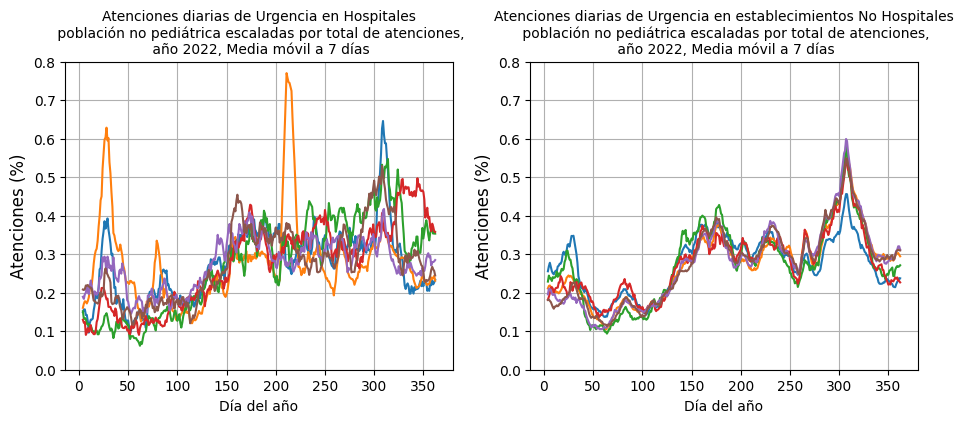
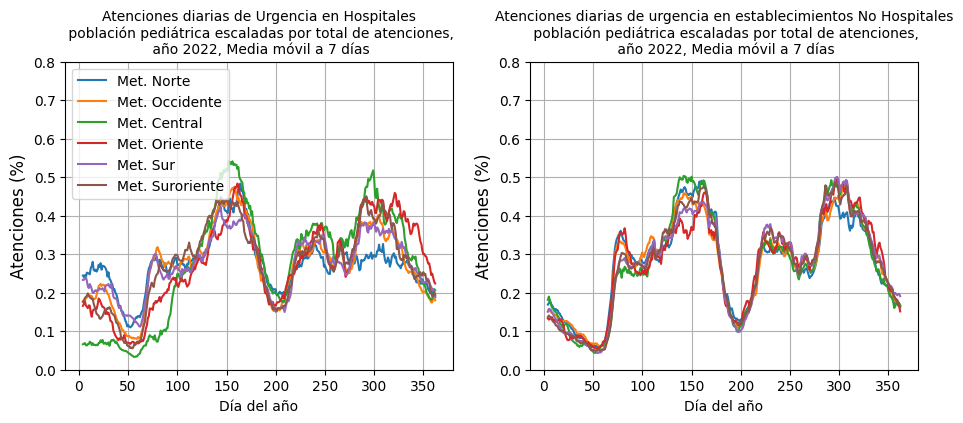


Ilustración 13: Promedio móvil a 7 días de las curvas de demanda de atenciones de urgencia separadas según grupo etario y tipo de recinto de Salud. Datos correspondientes a la región metropolitana, año 2022

Los datos correspondientes al año 2022 (Ilustración 13) presentan particularidades interesantes, vemos que durante el segundo semestre del año hay una cantidad mayor de urgencias respiratorias comparadas con lo que uno espera mirando la información histórica, lo cual se explica en parte por los esfuerzos gubernamentales para la normalización de la asistencia a clases post pandemia[[12]](#footnote-12).

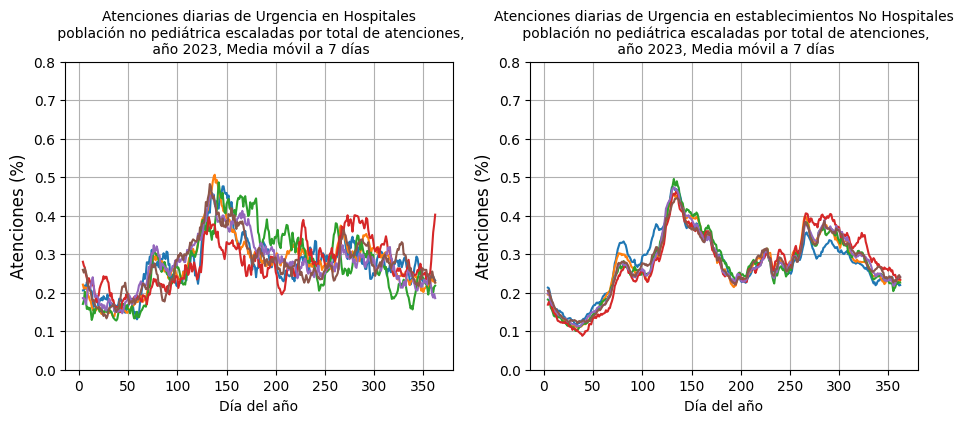
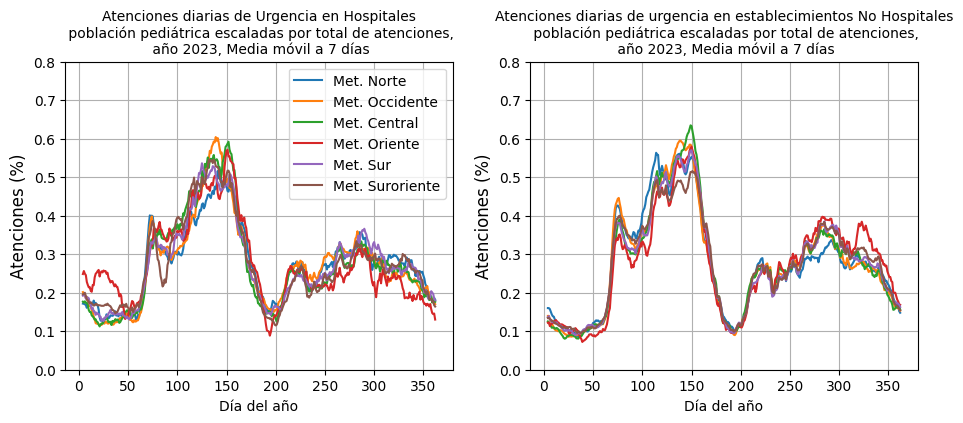


Ilustración 14: Promedio móvil a 7 días de las curvas de demanda de atenciones de Urgencia separadas según grupo etario y tipo de recinto de Salud. Datos correspondientes a la región metropolitana, año 2023

Tal como se indicó anteriormente, al enfocarnos en el comportamiento de las atenciones de urgencia en hospitales correspondientes a las poblaciones no pediátricas, notamos que ellas presentan una mayor variabilidad cuando se comparan diferentes servicios de salud. Para este grupo de pacientes es esperable observar gran variabilidad pues corresponde a un rango de edades muy grande, el cual agrupa población con comportamientos muy diferentes. Adicionalmente estas diferencias se ven amplificadas al notar que la distribución geográfica representada por los diferentes servicios de salud codifica información respecto a la distribución socioeconómica de la población.

## Análisis de Hospitalizaciones por causa respiratoria

Al considerar las hospitalizaciones por causa respiratoria, primero observamos que a partir de los datos (2017-2023) en la región metropolitana éstas se efectúan en dos tipos de centros: Hospitales (99.1%) y SAR (0.9%). Para analizar las hospitalizaciones no separaremos por tipo de recinto.

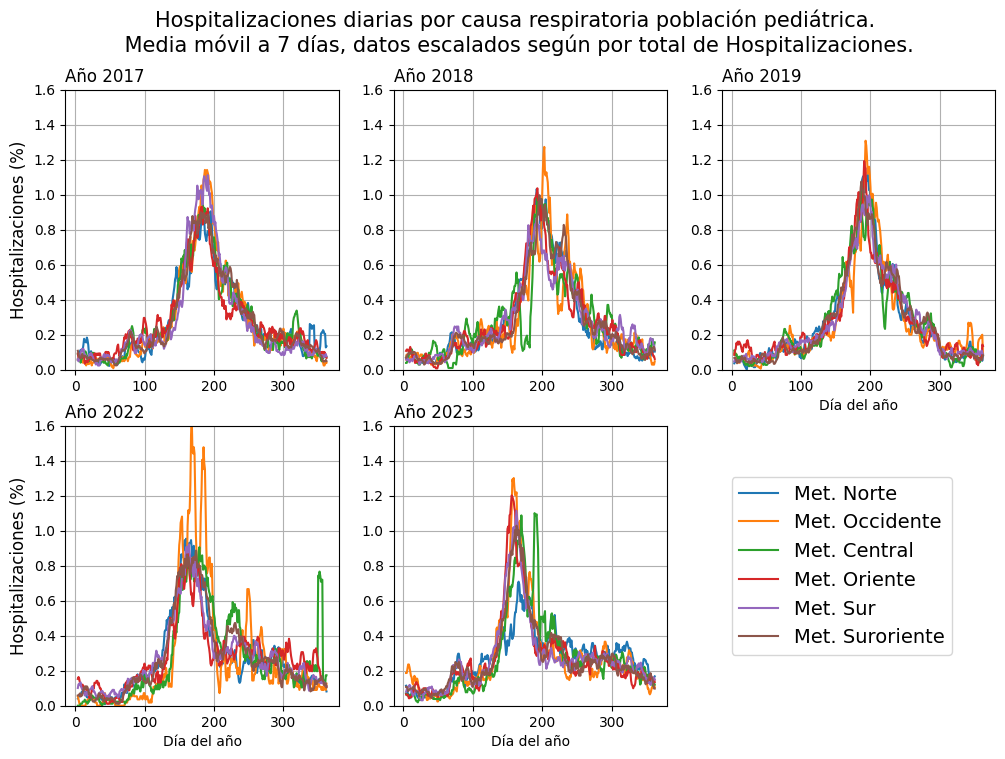


Ilustración 15: Hospitalizaciones diarias por causa respiratoria para poblaciones pediátricas para la región metropolitana. Se muestra la media móvil a 7 días. Los datos son escalados según el total de hospitalizaciones anuales.

Al observar los datos de hospitalizaciones separados entre poblaciones pediátricas (Ilustración 15) y no pediátricas (Ilustración 16), notamos importantes diferencias. Por un lado, consistentemente a lo largo de los años las poblaciones pediátricas presentaron un marcado peak en las hospitalizaciones entre los días 150-200 y la magnitud del peak es significativamente más grande que para el caso de las atenciones de urgencia. Para las hospitalizaciones este alcanza un máximo de aproximadamente un 1% de las hospitalizaciones anuales en un solo día, sin embargo, en el caso de las atenciones de urgencia (Ilustración 9 - Ilustración 13) este peak alcanza valores cercanos al 0.6% de las atenciones anuales. En el caso de la población no pediátrica, el peak de hospitalizaciones es cualitativamente muy similar a lo que se observa para atenciones de urgencia, tanto en ubicación del peak, como en su magnitud (proporcional a las atenciones anuales).

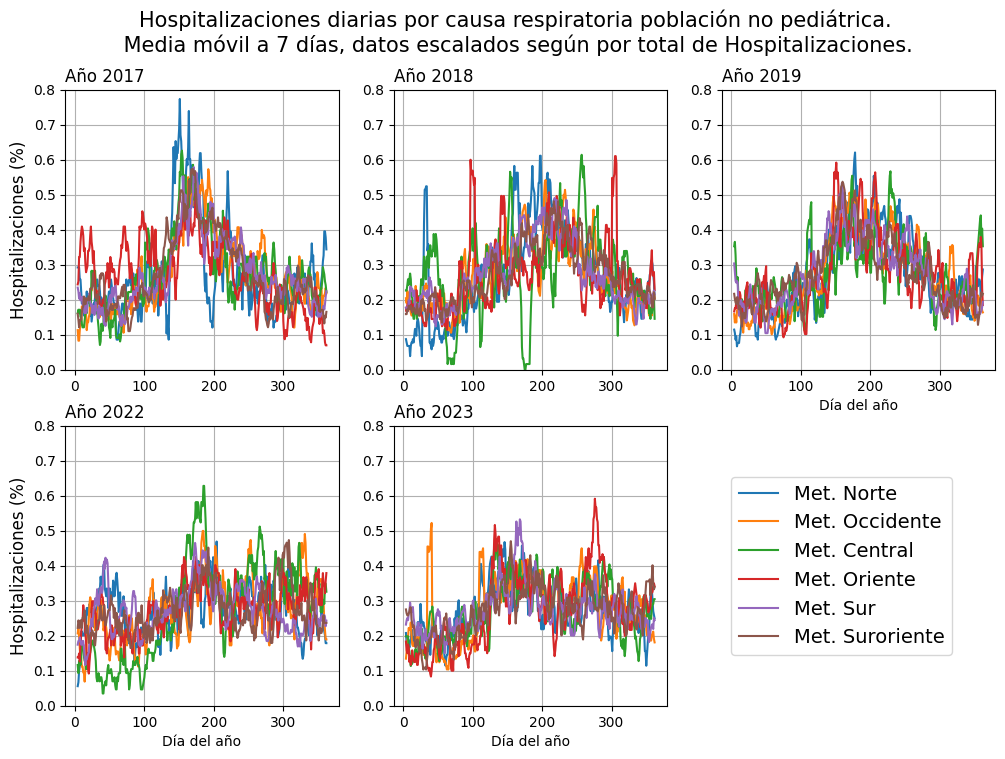


Ilustración 16 Hospitalizaciones diarias por causa respiratoria para poblaciones no pediátricas para la región metropolitana. Se muestra la media móvil a 7 días y los datos son escalados según el total de hospitalizaciones anuales.

# Apéndice

## Disponibilidad de información

Los datos utilizados fueron obtenidos a partir de los registros del DAU[[13]](#footnote-13)(Datos de Atención de Urgencia). Para el análisis los datos correspondientes a los años 2017-2023 fueron consolidados de una tabla con la siguiente estructura:

1. IdEstablecimiento
2. NEstablecimiento
3. IdCausa
4. GlosaCausa
5. Total
6. Menores\_1
7. De\_1\_a\_4
8. De\_5\_a\_14
9. De\_15\_a\_64
10. De\_65\_y\_mas
11. fecha
12. semana
13. GLOSATIPOESTABLECIMIENTO
14. GLOSATIPOATENCION
15. GlosaTipoCampana
16. CodigoRegion
17. NombreRegion
18. CodigoDependencia
19. NombreDependencia
20. CodigoComuna
21. NombreComuna

Detalles de la construcción de las diferentes ilustraciones y análisis están disponibles en un repositorio GitHub[[14]](#footnote-14).

## Lista de Servicios de Salud

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CodigoDependencia | NombreDependencia | Macrozona |
| 1 | Arica | Macrozona Norte |
| 2 | Iquique | Macrozona Norte |
| 3 | Antofagasta | Macrozona Norte |
| 4 | Atacama | Macrozona Norte |
| 5 | Coquimbo | Macrozona Centro |
| 6 | Valparaíso San Antonio | Macrozona Centro |
| 7 | Viña Del Mar Quillota | Macrozona Centro |
| 8 | Aconcagua | Macrozona Centro |
| 9 | Metropolitano Norte | Región Metropolitana |
| 10 | Metropolitano Occidente | Región Metropolitana |
| 11 | Metropolitano Central | Región Metropolitana |
| 12 | Metropolitano Oriente | Región Metropolitana |
| 13 | Metropolitano Sur | Región Metropolitana |
| 14 | Metropolitano Suroriente | Región Metropolitana |
| 15 | Libertador B. O'Higgins | Macrozona Centro Sur |
| 16 | Del Maule | Macrozona Centro Sur |
| 17 | Ñuble | Macrozona Centro Sur |
| 18 | Concepción | Macrozona Centro Sur |
| 19 | Talcahuano | Macrozona Centro Sur |
| 20 | Biobío | Macrozona Centro Sur |
| 21 | Araucanía Sur | Macrozona Sur |
| 22 | Valdivia | Macrozona Sur |
| 23 | Osorno | Macrozona Sur |
| 24 | Del Reloncaví | Macrozona Sur |
| 25 | Aisén | Macrozona Austral |
| 26 | Magallanes | Macrozona Austral |
| 28 | Arauco | Macrozona Centro Sur |
| 29 | Araucanía Norte | Macrozona Sur |
| 33 | Chiloé | Macrozona Sur |

1. CMM – Línea de Salud Digital. Financiado por el proyecto FONDEF ID23I10423 “Sistema informático en base a inteligencia artificial para predecir peak de hospitalizaciones pediátricas por causas respiratorias”. [↑](#footnote-ref-1)
2. Departamento de Ingeniería Matemática and Centro de Modelamiento Matemático (CNRS IRL2807), Universidad de Chile, Santiago, Chile [↑](#footnote-ref-2)
3. A. S. Monto and S. K. Lim, “THE TECUMSEH STUDY OF RESPIRATORY ILLNESS,” *American Journal of Epidemiology*, vol. 94, no. 3, pp. 290–301, Sep. 1971, doi: [10.1093/oxfordjournals.aje.a121322](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a121322). [↑](#footnote-ref-3)
4. T. T. Lam et al., “Comparative global epidemiology of influenza, respiratory syncytial and parainfluenza viruses, 2010–2015,” Journal of Infection, vol. 79, no. 4, pp. 373–382, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.jinf.2019.07.008. [↑](#footnote-ref-4)
5. Manual de Registro Sistema de Atención Diaria de Urgencia, Departamento de Estadística e Información de Salud (DEIS), Enero 2021 [↑](#footnote-ref-5)
6. 6 https://deis.minsal.cl/sistemas-de-informacion/ [↑](#footnote-ref-6)
7. https://www.minciencia.gob.cl/macrozonas/que-son-las-macrozonas/ [↑](#footnote-ref-7)
8. Jolliffe, I. T. (2002). Principal Component Analysis. Springer Series in Statistics. New York: Springer-Verlag. doi:10.1007/b98835. ISBN 978-0-387-95442-4 [↑](#footnote-ref-8)
9. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.linear\_model.SGDClassifier.html [↑](#footnote-ref-9)
10. https://scikit-learn.org/stable/modules/model\_evaluation.html [↑](#footnote-ref-10)
11. Se evalúa el clasificador usando Balanced Accuracy Score. Para evaluar la precisión del clasificador este se calcula usando el 80% de los datos y se evalúa con el restante 20%. [↑](#footnote-ref-11)
12. Reporte nacional de asistencia de marzo a octubre de los años 2018, 2022 y 2023, y análisis de la asistencia de octubre. Centro de Estudios MINEDUC. Enero 2024 [↑](#footnote-ref-12)
13. https://datos.gob.cl/dataset/atenciones-de-urgencia [↑](#footnote-ref-13)
14. https://github.com/estebanpaduro/CMM-SD\_comparacion\_poblaciones\_IRA [↑](#footnote-ref-14)