

TRABAJO PRÁCTICO 1: ANÁLISIS DE DATOS

CURSO 2021-2022

“ANÁLISIS DEL DATASET G02_DATOS_DEM_G1”

Autores:

Enrique Campos Alonso

Patricia Renart Carnicero

Sergio Rodríguez Vidal

Álvaro Pereira Chagoyen

Madrid, abril de 2022

Índice de Contenidos

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANÁLISIS PRELIMINAR.....	4
2.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA:	4
2.2. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL:	4
2.3. MEDIDAS DE DISPERSIÓN:	4
2.4. ASIMETRÍA Y DISPERSIÓN DE LAS DISTRIBUCIONES:	5
2.4.1. Dispersión por meses:	5
2.4.2. Dispersión por años:	6
2.5. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA DEMANDA Y TEMPERATURAS:	6
2.6. CORRELACIÓN ENTRE LA DEMANDA Y TEMPERATURAS:	7
3. DEMANDA DESDE 2020 HASTA 2022. IMPACTO DEL COVID-19.	9
3.1. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA DEMANDA DE 2020 A 2022:	9
3.2. COMPARACIÓN DE LA DEMANDA CON OTROS AÑOS:	10
3.3. CONCLUSIÓN	13
4. DEMANDAS POR ESTACIONES. ¿QUÉ VARÍA EN CADA ESTACIÓN?	15
4.1. ¿VARÍA LA DEPENDENCIA DE LA DEMANDA EN CADA ESTACIÓN? ¿POR QUÉ?	16
5. DEMANDA EN DÍAS NO LABORALES, FESTIVOS Y PUENTES.....	17
5.1. DÍAS FESTIVOS	17
5.1.1. ¿A qué se debe que en días festivos la demanda sea menor? ¿Es casualidad?.....	18
5.1.2. Conclusión breve:	19
5.2. EFECTO PUENTE.....	20
6. CONCLUSIONES.....	22
7. ANEXO A: DISPERSIÓN POR MESES	23
8. ANEXO B: DISPERSIÓN POR AÑOS	25
9. ANEXO C: DEMANDAS ANUALES POR CADA ESTACIÓN	27
10. ANEXO D: EVOLUCIÓN DEL PIB Y POSIBLE RELACIÓN CON LA DEMANDA DEL GAS	29
11. BIBLIOGRAFÍA	30

1. INTRODUCCIÓN

Este documento expone el trabajo de Enrique Campos Alonso, Patricia Renart Carnicero, Sergio Rodríguez Vidal y Álvaro Pereira Chagoyen, alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI) de la Universidad Pontificia Comillas. Dicho trabajo lleva como título “ANÁLISIS DEL DATASET G02_DATOS_DEM_G1” y se ha realizado dentro de la asignatura “Probabilidad y Estadística” de 1º de iMAT.

En el trabajo se busca dar respuesta a: ¿de qué depende la demanda?, mediante un enfoque cuantitativo-cualitativo.

El documento está estructurado en 6 apartados fundamentales. En el apartado primero se realiza un análisis preliminar de la muestra, donde brevemente se estudia qué datos se han observado y cómo estos varían a lo largo del tiempo. En el segundo apartado se explora en detalle los años 2020, 2021 y 2022, en busca de conclusiones a por qué estos años son tan atípicos y qué impacto tuvo el COVID sobre la demanda observada. En el tercero, se busca cómo varían y/o afectan las demandas en cada estación. En el apartado cuarto, se estudia qué es de la demanda en días no laborales y en qué afecta que un día se laboral o no. En el penúltimo apartado se recopilan las conclusiones a las que se ha llegado en este informe. Por último, el apartado Bibliografía recoge las referencias bibliográficas que se citan a lo largo del documento.

2. ANÁLISIS PRELIMINAR

En este apartado se interpretarán superficialmente los resultados obtenidos en la muestra “G02_DATOS_DEM_G1” realizada en España.

2.1. Tamaño de la muestra:

En la muestra “G02_DATOS_DEM_G1” se obtienen datos acerca de la **demanda, temperatura máxima y temperatura mínima** de 2955 días **no repetidos** desde el 1 de enero de 2014 hasta el 2 de febrero de 2022.

Este tamaño coincide con el número de días desde el 1 de enero de 2014 hasta el 2 de febrero de 2022. Por tanto los resultados obtenidos en la muestra son de **días consecutivos**.

2.2. Medidas de tendencia central:

En este subapartado no se tendrá en cuenta la moda de la muestra debido a que no es una medida significativa en este análisis.

La **demanda media** desde el 1 de enero de 2014 hasta el 2 de febrero de 2022 es aproximadamente **746.7654 GWh**. Un 50% de las demandas obtenidas se encuentran por debajo de los **701.0800 GWh**.¹

Tanto la distribución de **temperaturas máximas** como la de **temperaturas mínimas** son distribuciones relativamente simétricas. Por lo consecuente, media y mediana **son valores parecidos** (a diferencia de la demanda).

La **temperatura máxima media** es aproximadamente de **21.3397 °C** y la **temperatura mínima media** son **13.6146 °C**.

2.3. Medidas de dispersión:

La desviación típica de **demandas de la muestra** equivale aproximadamente a **172.9093 GWh**. La **demanda máxima alcanzada** es **1298.0080 GWh** y la mínima **419.1200 GWh**.

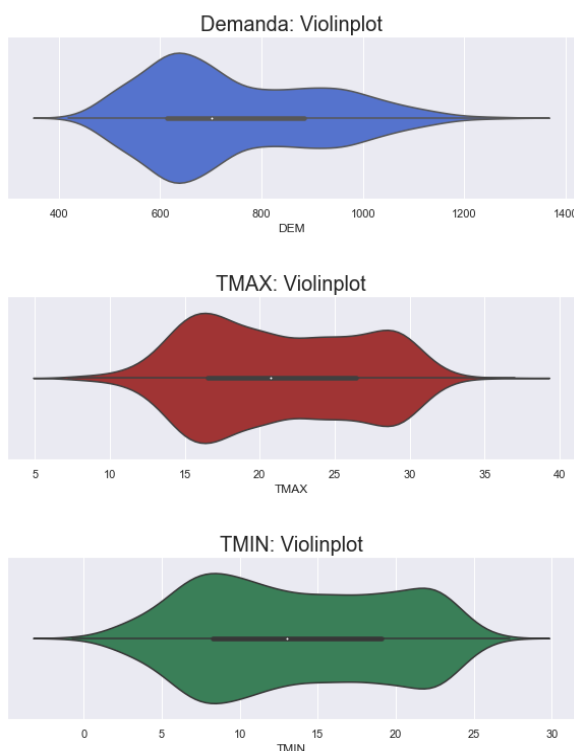
¹ En la muestra **no se mencionan las unidades en las que se mide la demanda**. Se asume que se trata de **GWh** debido a la magnitud de los valores. De igual forma se asume que las temperaturas están medidas en **grados centígrados**.

El CV (coeficiente de variación) de la demanda es **aproximadamente** un **0.2315**, lo que indica que las demandas obtenidas **no son muy variables**.

Las **temperaturas máximas** en cambio tienen una **desviación típica** prácticamente de **5.7000 °C**, con máximas de **37.0000 °C** y mínimas de **7.2000 °C**. El CV de temperaturas máximas equivale a **0.2671**, que indica que las temperaturas máximas **no son muy variables**.

Las **temperaturas mínimas** en cambio tienen una **desviación típica** prácticamente de **6.2545 °C**, con máximas de **27.3000 °C** y mínimas de **-0.7000 °C**. El CV de temperaturas mínimas equivale a **0.4587**, lo que indica que las **temperaturas mínimas** son mucho **más variables que las máximas**.

Violinplots - Demanda, TMAX, TMIN



2.4. Asimetría y dispersión de las distribuciones:

Tanto las temperaturas máximas como las mínimas **son relativamente simétricas** (como se puede ver en la <Figura 1>). Su coeficiente de asimetría equivale respectivamente a un **0.1277** y un **0.0969** aproximadamente.

Las **demandas** en cambio tienen un coeficiente de asimetría del **0.5587**, lo que justifica que la demanda media sea mayor a la mediana.

Contrastando con la **dispersión de las demandas** anteriormente hallada, podemos llegar a la conclusión que existen **demandas muy altas** que hacen que la demanda media aumente.

Figura 1: Violinplots de las variables

2.4.1. Dispersión por meses:

Todas las figuras que emplearemos en este apartado se encuentran en el <Anexo A: Dispersión por meses>. Se recomienda ver Anexo antes de leer este subapartado.

El **rango intercuartílico de las demandas** [Figura 21] por cada mes es **mayor en los meses más fríos**: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril (invierno y primavera). Por lo contrario, el rango intercuartílico es menor en **meses más cálidos** (verano y otoño). Esto significa que no solo **la demanda es mayor en meses más fríos**, sino que también es **más variable**.

Las **temperaturas**, tanto máximas como mínimas, tienen una dispersión similar independiente del mes [Figura 22, Figura 23]. Como era de esperar, las **temperaturas mayores** se encuentran **en los meses más cálidos** (verano y otoño), y las **menores en los menos cálidos** (invierno y primavera).

2.4.2. Dispersión por años:

Todas las figuras que emplearemos en este apartado se encuentran en el <Anexo B: Dispersión por años>. Se recomienda ver Anexo antes de leer este subapartado.

El año que más llama la atención es **2022** que tiene un **rango intercuartílico** significativamente menor al resto (**menor dispersión**) [Figura 24, Figura 25, Figura 26]. Esto se debe a que la muestra de este año es incompleta (solo se tienen datos hasta el **miércoles, 2 de febrero de 2022**). Es por esto también que las **temperaturas son tan bajas** (enero y febrero son meses de invierno).

La **dispersión de las demandas aumenta de 2017 a 2021**, en cambio las formas que estas distribuciones toman se mantienen similares [Figura 24].

No hay cambios significativos en las **temperaturas** [Figura 25, Figura 26].²

En general, hay pocos **outliers** en la muestra. La mayoría de estos pertenecen al año 2022, que cómo se mencionó anteriormente es un año atípico (falta de datos). Tanto en la demanda de 2015 como en 2021, hay unos pocos datos que **sobrepasan notoriamente a la mayoría**.

2.5. Evolución temporal de la demanda y temperaturas:

La **demanda** a lo largo de los años **aumenta progresivamente** llegando a un pico en inicios de 2021. Destacan en la <Figura 2> el **pico de demanda alcanzado en 2021** y la **caída a inicios de 2022**.³

En general la demanda sigue una **distribución más o menos similar** a lo largo de toda la gráfica con **caídas a principios de año** y **subidas a mitad de este** (alrededor de septiembre).

La **temperatura** en cambio **crece y decrece contrario a la demanda**. Esto significa que la temperatura **escala a principios de año** y **cae a mitades de este** (alrededor de septiembre). Esta se distribuye **más uniformemente** incluso que la demanda (recordar que es más simétrica) y alcanza un **máximo en verano de 2018**.

² En 2014, muchas de las temperaturas mínimas obtenidas mediante la muestra son iguales, lo cual hace sospechar de la calidad de la muestra [Figura 20].

³ Más adelante habrá un apartado que dedicará toda su extensión a tratar los años 2020 a 2022. Resumidamente, el pico a inicios de 2021 fue alcanzado durante la nevada de “Filomena” donde la demanda del gas estalló, y la caída en enero de 2022 puede tratarse de una de las causas de la subida de precios del gas y carburantes.

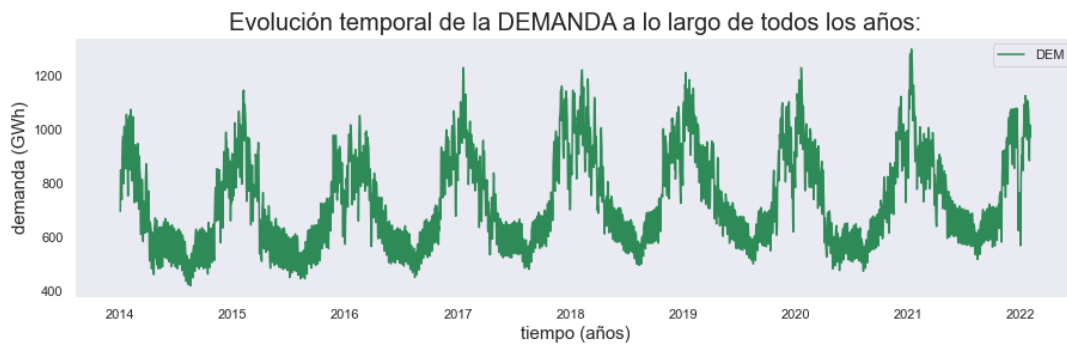


Figura 2: Evolución temporal de la demanda

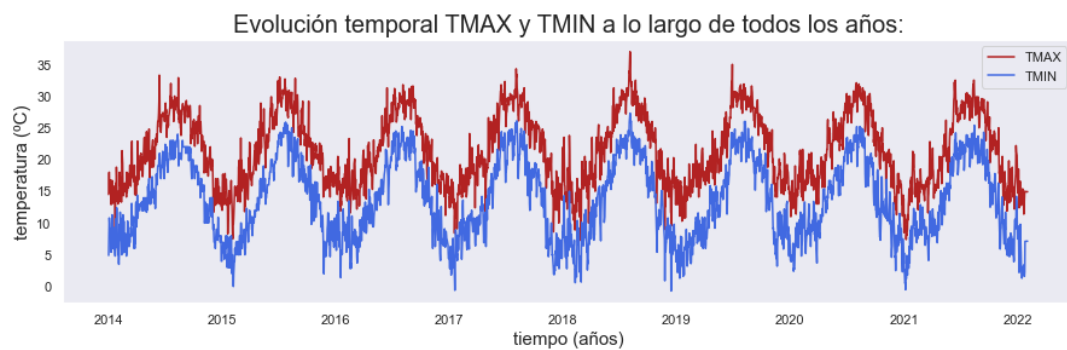
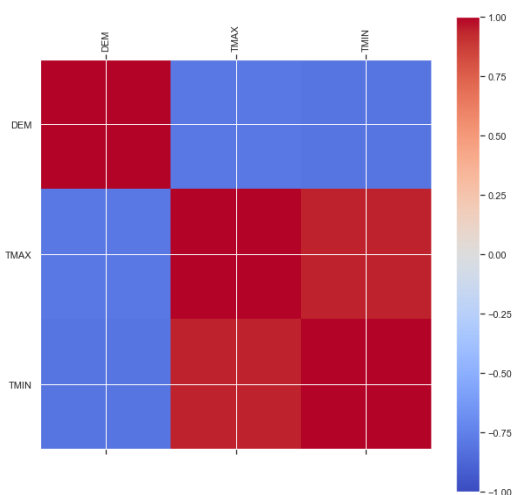


Figura 3: Evolución temporal de las temperaturas máximas (rojo) y mínimas (azul)

Que ambas variables crezcan y decrezcan **inversamente** la una con la otra, da a pensar que existe algún tipo de **correlación fuerte entre demandas y temperaturas**.



2.6. Correlación entre la demanda y temperaturas:

Como se menciona en el anterior apartado, es claramente visible que cuando la temperatura comienza a aumentar, la demanda empieza a disminuir y viceversa. Esto hace más que probable que exista una **correlación negativa entre ambas variables**.

Figura 4: Correlación entre la demanda y temperaturas

Como se puede apreciar en la <Figura 4> la temperatura máxima y la temperatura mínima guardan una **correlación negativa fuerte** (colores muy azules). Numéricamente, temperatura máxima y demanda tienen una correlación de

aproximadamente **-0.7965**, mientras que la **temperatura mínima** y la **demanda** guardan una correlación muy similar, pero superior, de aproximadamente **-0.8077**.⁴

Totalmente contraria es la correlación entre **temperaturas máximas y mínimas**, siendo esta **positiva y muy fuerte**, y equivaler casi a 1 (colores muy rojos). Exactamente, la correlación entre temperaturas máximas y mínimas es aproximadamente **0.9447**.⁵

⁴ Estos resultados hacen que parezca evidente que de todas las demandas energéticas posibles, la que representa la muestra sea la **demanda convencional del gas**. Pues habitualmente **la gente utiliza el gas para calentarse cuando hace frío** (por tanto la demanda sube en días más fríos), mientras que la electricidad en hogares es mayormente empleada para refrescarse del calor.

⁵ Este resultado tiene sentido al saber que en días fríos, tanto la temperatura máxima como la mínima, son bajas. En cambio en días cálidos sucedería todo lo contrario, ambas serían más altas.

3. DEMANDA DESDE 2020 HASTA 2022. IMPACTO DEL COVID-19.

En 2020 comienza en China el primer brote de **COVID-19** producido por un nuevo tipo de virus de la familia Coronaviridae, denominado como SARS-CoV-2. Esta enfermedad se expandió rápidamente alrededor del globo aterrizando en España el **31 de enero de 2020** con el primer paciente registrado.⁶

En enero de 2021 hubo otro acontecimiento importante. Este fue **los desastres ocasionados por la borrasca Filomena**. Esta borrasca afectó mayormente a España entre el **6 y el 11 de enero**.

Finalmente, **el 21 de diciembre de 2021** el precio del gas alcanza un pico superior a los **180 €/MWh** lo que obligó a muchas familias a apagar las calefacciones y reducir su consumo de gas. (MIBGAS, 2022)

La pregunta entonces que se formula en este apartado es la siguiente: **¿qué impacto tuvieron estos acontecimientos en la demanda del gas?**

3.1. Evolución temporal de la demanda de 2020 a 2022:

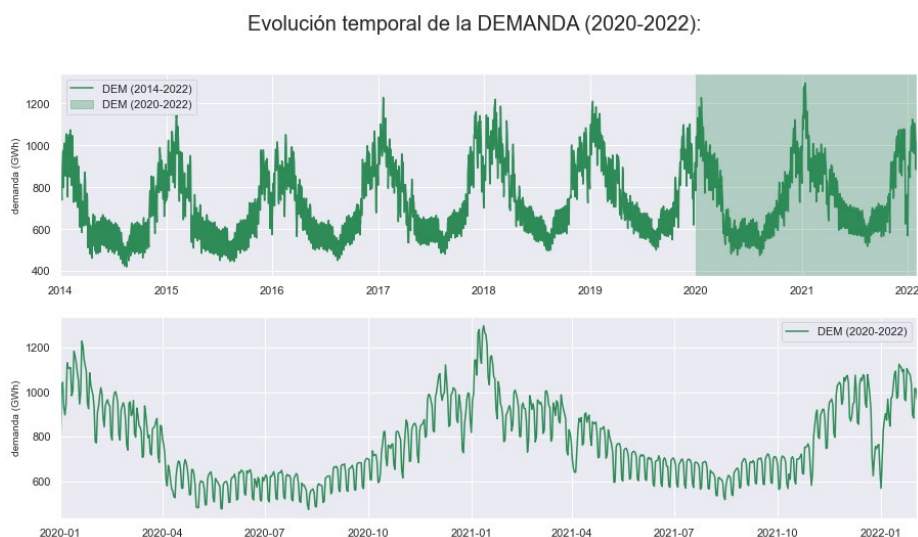


Figura 5: Evolución temporal de la demanda de 2020 a 2022

⁶ Hasta el día **29.03.2022** se han detectado en España un total de **11.508.309 casos** de los cuales **102.218 han fallecido**. Esto nos deja con una letalidad global de la pandemia del **0.9%**. (ESPAÑA. MINISTERIO DE SANIDAD, 29.03.2022)

A primera vista, el periodo de tiempo seleccionado parece un periodo como cualquier otro, con **bajadas a inicios de año** y **subidas de demanda a mediados** (a partir de agosto) [Figura 5].

3.2. Comparación de la demanda con otros años:

Para obtener un mejor vistazo a la “particularidad” de estos años, es conveniente compararlo con otro periodo de tiempo arbitrario y de igual dimensión (por ejemplo, los tres años anteriores: 2017, 2018 y 2019).

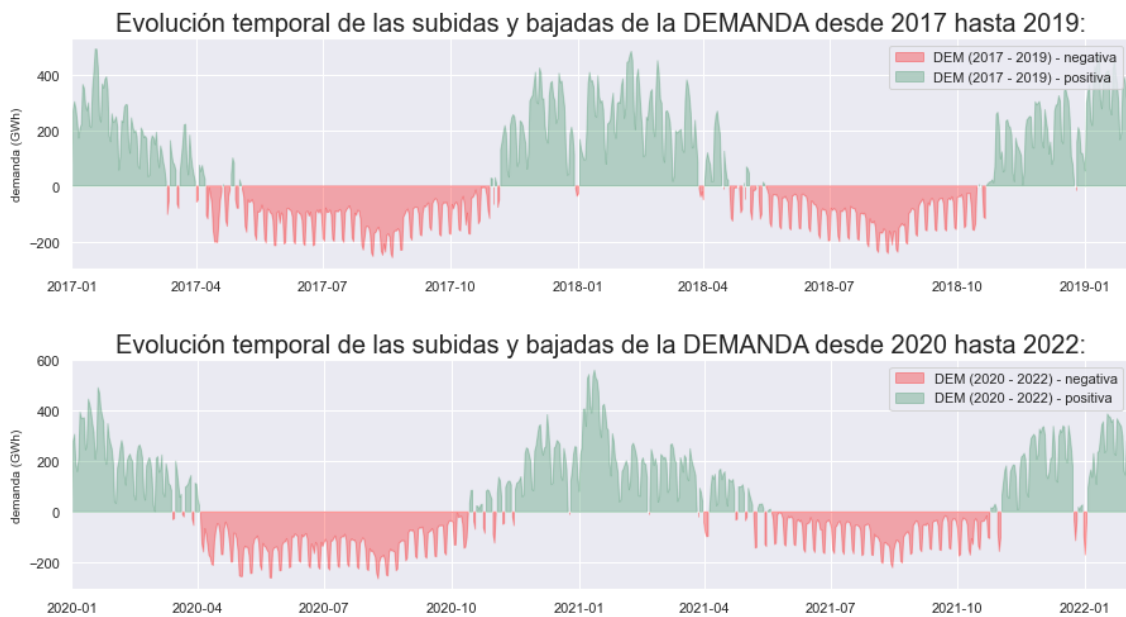


Figura 6: Evolución temporal de las subidas y bajadas de la demanda de ene-2017 hasta feb-2019 y de ene-2020 hasta feb-2022 (tomando como valor 0 la media de las demandas desde 2014 hasta 2019).

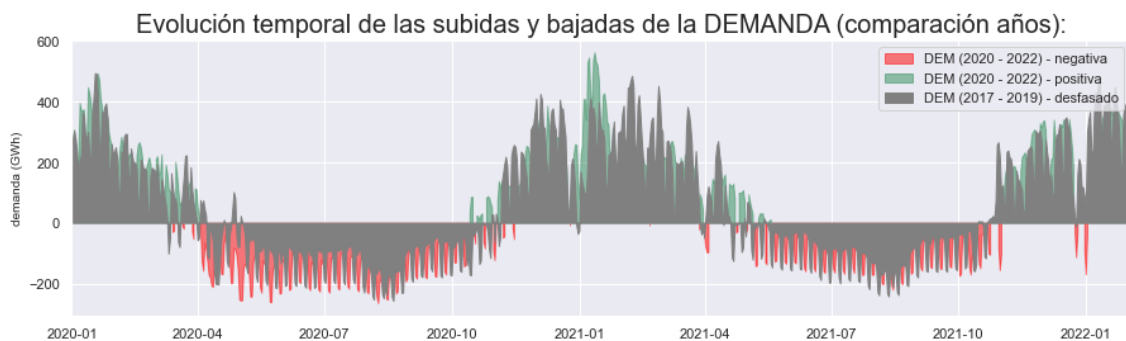


Figura 7: Comparativa de la evolución temporal de las subidas y bajadas de la demanda de ene-2017 hasta feb-2019 y de ene-2020 hasta feb-2022 (tomando como valor 0 la media de las demandas desde 2014 hasta 2019).

Al **principio de la pandemia** ocasionada por el SARS-CoV-2 (enero 2020 – abril 2020), la demanda es **superior a la demanda tomada como referente**⁷, de igual forma que lo fue desde enero 2017 – abril 2017, **superando en ambos casos alrededor de febrero en 400 GWh a la demanda media de 2014-2019**. Ambas demandas se **distribuyen similarmente en este periodo**.

En **algunos días de abril en 2020**, las demandas fueron menores con respecto a los mismos días medidos en 2017. Existe un **fuerte crecimiento de la demanda a finales de abril 2017**⁸ que no se repite de igual manera en 2020. Este crecimiento llega a **superar en aproximadamente 100 GWh a la demanda media histórica**, y en alrededor de 200 GWh al máximo obtenido en esta misma instancia en 2020. **Comparando estas demandas con datos obtenidos en 2019**, la demanda se sitúa en un **73% respecto a los mismos días medidos el año anterior**.

Desde mayo hasta octubre, ambas distribuciones **vuelven a ser similares**.

A comienzo de **octubre de 2020** comienzan **una serie de subidas y bajadas más radicales de la demanda** que no tienen lugar de la misma forma a comienzos de octubre de 2017 (se mantienen por debajo de la demanda referente).

En **enero de 2021** notamos **otro cambio significativo** de la demanda con respecto a la demanda de 2018 [Figura 8].

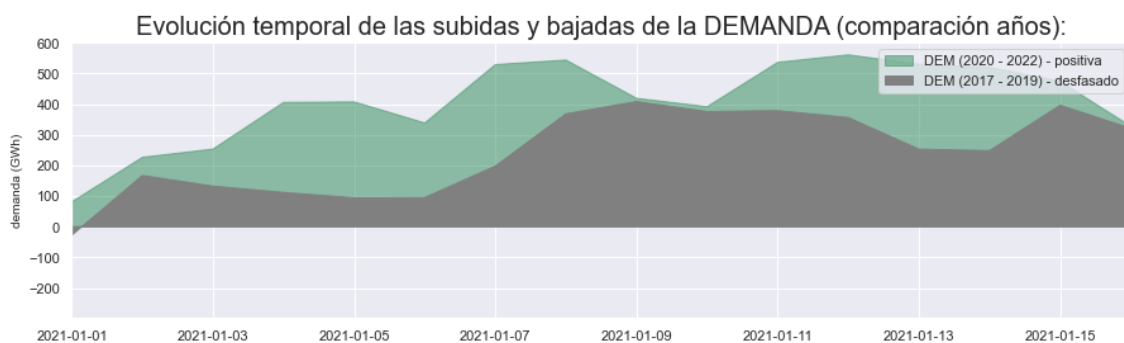


Figura 8: Comparativa de la evolución temporal de las subidas y bajadas de la demanda de 01-ene-2018 hasta 16-ene-2018 y de 01-ene-2021 hasta 16-ene-2021 (tomando como valor 0 la media de las demandas desde 2014 hasta 2019).

Durante este periodo de tiempo (de 01-ene-2021 hasta 16-ene-2022) la demanda alcanza un valor máximo de **1298.0080 GWh**⁹. Entonces se alcanzan las **demandas más altas**

⁷ La **demanda tomada como referente o demanda media histórica** será en todas sus menciones la **demanda media obtenida desde 2014 hasta 2019 (incluyendo este último año)**. No se tiene en cuenta los años 2020, 2021 y 2022 ya que se parte la hipótesis que estos años tienen algún tipo de “particularidad”.

⁸ No se han encontrado motivos o razones por la que tuvo lugar dicho crecimiento. Este crecimiento prudente de la demanda ocurre de manera similar en 2014, pero **no se trata de un crecimiento regular** (que se repita todos los años con igual intensidad).

⁹ **1298.0080 GWh** también es el valor de la máxima demanda en toda la muestra.

observadas en la muestra [Figura 2]. Este periodo coincide con los **desastres ocasionados por la borrasca Filomena**.

Este crecimiento viene acompañado de una brusca caída de la demanda [Figura 9].

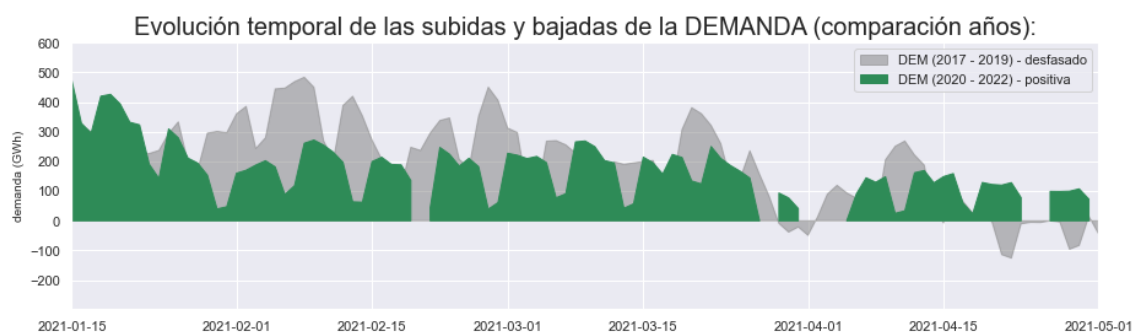


Figura 9: Comparativa de la evolución temporal de las subidas y bajadas de la demanda de 16-ene-2018 hasta 01-abr-2018 y de 16-ene-2021 hasta 01-abr-2021 (tomando como valor 0 la media de las demandas desde 2014 hasta 2019).

Esta caída es, comparada con 2018, **demasiado brusca**, existiendo **diferencias superiores a los 300 GWh**. Es de mencionar que **2018 tiene un comienzo de año atípico** comparándolo al resto de años [Figura 10].

Dicho esto, la temporada “**post-Filomena**”, pese a tener una forma de la distribución de demanda distinta a su correspondiente en el año 2018, **esta caída es igual de brusca en otros años**.¹⁰



Figura 10: Evolución temporal de la demanda (destacando los comienzos de año. En azul el comienzo de año de 2018 y en verde el comienzo de 2021).¹¹

¹⁰ Es evidente que la caída **no es exactamente igual a la de otros años**, principalmente debido a la escalación de la demanda tratada en <Evolución temporal de la demanda y temperaturas>. Vulgarmente hablando, la distribución de la demanda a inicios de 2016 y 2018 recuerda a la forma de **una colina**, mientras en el resto de los años recuerda más a la forma de **un pico** (con subidas y bajadas más bruscas).

¹¹ Existen **otros años con caídas atípicas a inicios del años**. Por ejemplo, aunque con menores demandas, la **forma en la que se distribuye la demanda en la segunda mitad de enero de 2016**.

Desde abril de 2021 hasta cerca de mediados de noviembre del mismo año, ambas distribuciones (demanda de 2017-2019 y demanda de 2020-2022) **presentan caídas similares**, siendo las demandas de este periodo de 2021 algo superiores a las demandas de su contraparte en 2018.

Desde finales de 2021 hasta febrero de 2022, la demanda es generalmente creciente (similar a como lo fue a finales de 2018 e inicios de 2022), **salvo en 2 bruscas caídas de demanda** que constituirían **dos más diferencias clave** que hacen particular a estos años [Figura 11].



Figura 11: Evolución de la demanda desde mediados de diciembre 2021 y enero 2022.

Estas dos caídas de la demanda suceden en un corto periodo de tiempo desde el **20 de diciembre de 2021 hasta el 1 de enero de 2022**. Este periodo corresponde a **la subida de los precios del gas a máximos históricos** hasta su de nuevo bajada a inicios de 2022.¹²

3.3. Conclusión

Pese a existir una serie de cambios que hacen a los años 2020, 2021 y 2022 peculiares, **no son tantos como para justificar que el COVID-19** (siendo este el acontecimiento más relevante y extendido, de los tres mencionados al inicio de este mismo apartado) **ha impactado seriamente la demanda del gas**. De hecho, **la nevada de Filomena y la subida de los precios del gas** han sido los periodos donde se han producido verdaderos cambios. ¿Por qué ha sido aparentemente el COVID-19 tan poco influyente? ¿y por qué lo han sido en cambio la subida de los precios de gas y la borrasca Filomena?

El **COVID-19** fue indudablemente, uno de los **mayores impactos sociales y económicos del siglo**, ¿pero tuvo realmente una influencia en la demanda energética?

La **demanda eléctrica en 2020** (inicio del COVID-19) se vio gravemente afectada, teniendo grandes caídas con **un descenso del 5.5% respecto al año anterior**, alcanzando un total de 249.991 GWh demandados. Este descenso se debió en gran medida por las medidas empleadas para frenar el crecimiento de la pandemia, por ejemplo **el frene de industrias y servicios a causa del estado de alarma**. El IRE

¹² Estos **máximos históricos** de los precios del gas serán **superados en aproximadamente un 17.1366%** el 8 de marzo de 2022, alcanzando los **214.36 €/MWh**.

concluyó el año con **la industria descendiendo un 6.6%**, **los servicios con una caída del 10.4%** y **la agrupación otros sectores de actividad descendiendo un 4.2%** (RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, 11 de abril del 2021).

La **demanda convencional del gas**¹³ alcanza en **2020** los aproximadamente **271.114 GWh** (un 5.5% menos que en 2019 y tan solo **un 0.7% mayor que la demanda convencional media histórica**)¹⁴. Esta demanda es relativamente menor a las demandas que la rodean (demandas que cada vez van escalando más y más, <2.4.2>), posiblemente a causa del **confinamiento en algunos días de abril (situándose en un 73% con respecto a los mismos días del año anterior)**. A mediados de este mismo, de la mano de **la vacunación, vuelta de servicios y una recuperación económica en hogares e industria** la demanda crece **situándose torno al 94%** respecto a años anteriores. Desde entonces no se han encontrado más efectos claros de la pandemia sobre el consumo del gas natural.

En **2021** alcanza aproximadamente los **288.041 GWh**, siendo esta **la demanda anual más alta de la muestra**, a causa de **un crecimiento iniciado a mediados de 2020** (motivado por **una progresiva recuperación económica**) y **que alcanza un pico durante la borrasca Filomena**. Con respecto al año anterior la demanda ha crecido alrededor de un 6%, y un **7% mayor que la demanda media histórica**. 2021 finaliza con caídas que apuntan a los **500 GWh**, probablemente causa de los **elevados precios del gas natural** que alcanzan los **183 €/MWh** el 21 de diciembre (MIBGAS, 2022).

La **caída de la demanda en abril de 2020 y diciembre de 2021**, indicarían una relación entre el **poder adquisitivo de los habitantes de un país** y su **PIB** con la **demanda**. Esta relación está analizada en mayor detalle en: <Anexo D: Evolución del PIB y posible relación con la demanda del gas>

Finalmente, en el mes de **enero de 2022** se alcanzan los **32 TWh**, **más de un 20% menor** a los **40.6 TWh** alcanzados en enero del año pasado. Esta caída es motivada a finales del año pasado, donde **la gente se vio forzada a reducir su consumo de gas natural por sus elevados precios**.

¹³ La **demanda convencional** es la demanda destinada a los consumos de hogares. Esta representa un **74% - 76%** del consumo total del gas en España. Observando la muestra es más que evidente que la demanda que esta recopila **no es la demanda total de gas natural**, ya que **esta fácilmente superaría los 350 TWh anuales** (caso que no se da en ninguna de las muestras). Que se trate de la demanda convencional y no de la total explica su **tan alta correlación con la temperatura diaria**, ya que la gente demanda más gas en días más fríos (calefacción).

¹⁴ La **demanda media histórica** es la media de las demandas anuales desde 2014 hasta 2019.

4. DEMANDAS POR ESTACIONES. ¿QUÉ VARÍA EN CADA ESTACIÓN?

En el <Análisis preliminar> se calculó que temperatura más fría implicaba una mayor demanda, y que los meses más fríos (como era de esperar) eran los meses de invierno, y los más calientes, los de verano (se puede observar en más detalle en el <Anexo C: Demandas anuales por cada estación>). Entonces es sencillo llegar a la conclusión que en **estaciones más frías la demanda será mayor y viceversa**, como se puede observar en la <Figura 12>:

Boxplots - Demanda (por año) (por estaciones)

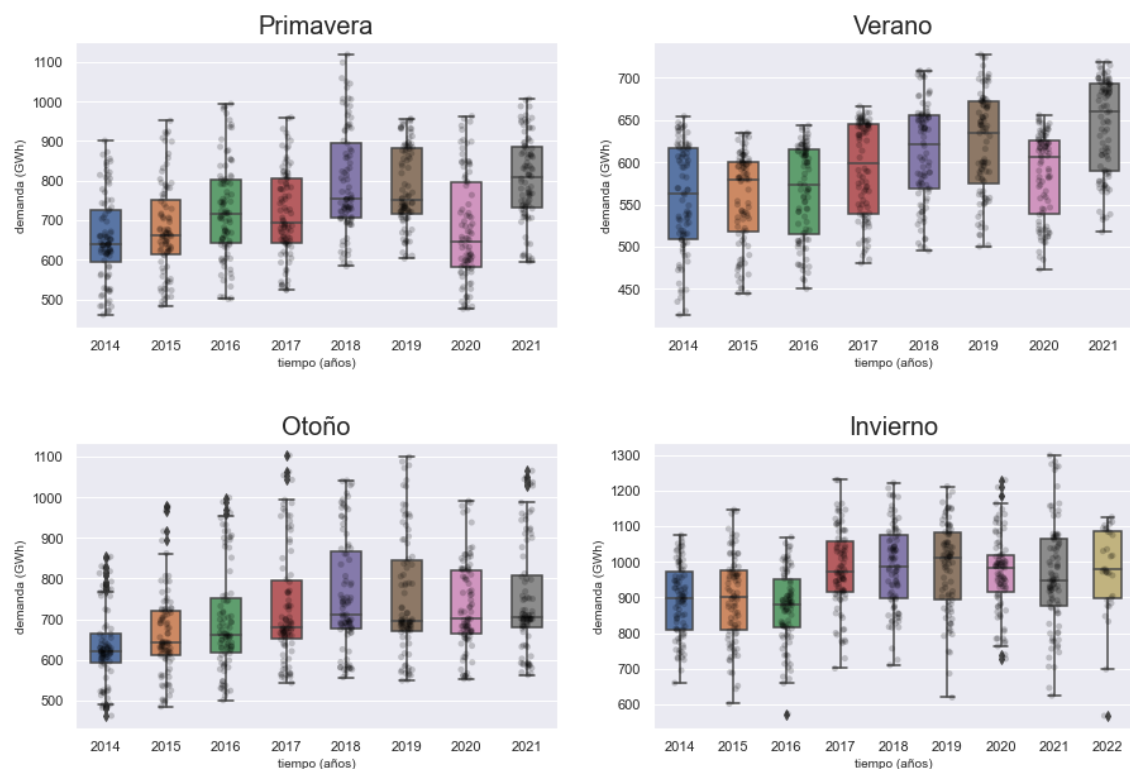


Figura 12: Demanda de cada año por cada estación

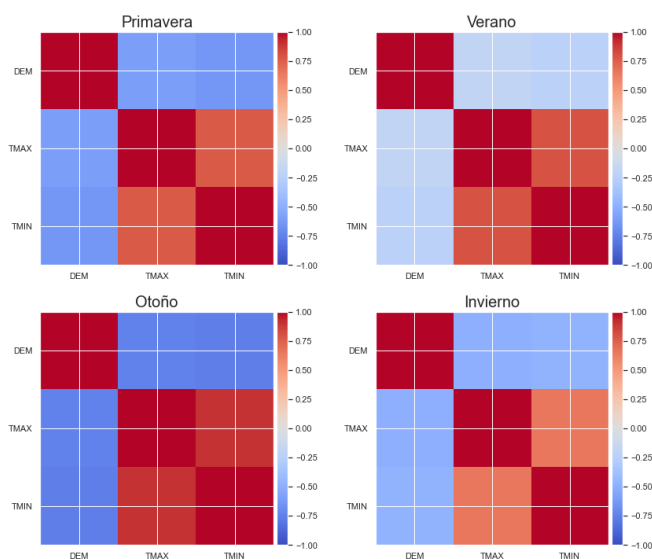
Pero, ¿qué más varía en cada estación? ¿existen variaciones en la dependencia de la demanda en cada estación?

4.1. ¿Varía la dependencia de la demanda en cada estación? ¿Por qué?

Nota: En este subapartado se tratará únicamente la dependencia de la demanda con la temperatura máxima y mínima de cada estación. Otra clase de dependencias no podrán ser analizadas con detalle debido a falta de otras posibles variables en la muestra.

En el subapartado <Correlación entre la demanda y temperaturas:>, se obtuvieron resultados que demostraban que **la demanda dependía ligeramente más de la temperatura mínima que de la máxima**. ¿Por qué? Partiendo de que **la demanda medida en la muestra es la demanda convencional del gas** y que además gran parte del consumo del gas está orientado a la **climatización (calefacción)**, una posible explicación a este resultado sería que la mayoría de la gente **sube la calefacción cuando pasa más frío**. ¿Qué quiere decir esto? Que **las personas nos vemos más afectadas por menores temperaturas mínimas** que por menores temperaturas máximas, y por ello que **la demanda sea ligeramente mayor en días que las temperaturas mínimas sea inferiores**.

Pero, ¿se mantiene esta relación igual en todas las estaciones (que la correlación demanda – temperatura sea mayor en las temperaturas mínimas)?



En **primavera** la correlación entre demanda y **temperatura máxima** es de -0.5989, y con la **mínima** de -0.6384.

En **verano** la correlación entre demanda y **temperatura máxima** es de -0.1926, y con la **mínima** de -0.2299.

En **otoño** la correlación entre demanda y **temperatura máxima** es de -0.7475, y con la **mínima** de -0.7655.

En **invierno** la correlación entre demanda y **temperatura máxima** es de -0.4946, y con la **mínima** de -0.4700.

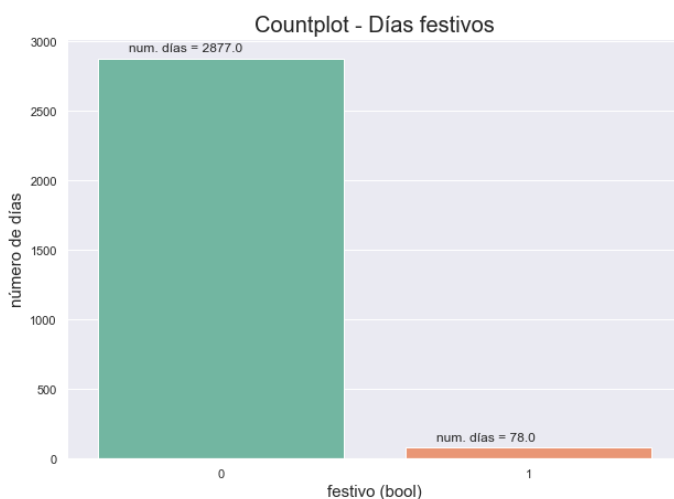
Figura 13: Correlación de las variables (por estaciones)

Con esto concluimos, que aunque **las correlaciones no sean tan fuertes** (sólo se usan datos de cada estación por separado para cada matriz) **casi todas comparten que la demanda está más correlacionada con la temperatura mínima que con la máxima, excepto en invierno. ¿Por qué?**

Probablemente la respuesta a esta pregunta no se halle de nuevo en los números, sino en **el sentido común**. Partiendo de la idea que **solo un 25% de las temperaturas máximas medidas en la muestra en meses de invierno supera los 16.7 °C**, las temperaturas máximas ya podrían considerarse **suficientemente frías como para incrementar el consumo del gas** (calefacción, duchas calientes, ...).

5. DEMANDA EN DÍAS NO LABORALES, FESTIVOS Y PUENTES

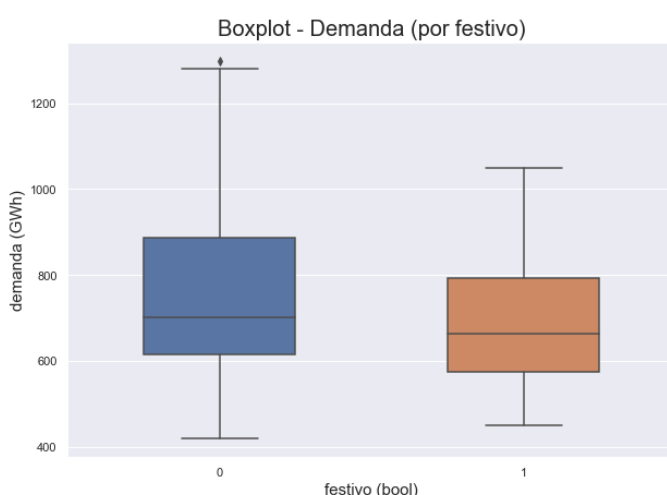
¿De qué depende la demanda del gas? En el primer apartado se analizó una correlación evidente entre **la demanda y la temperatura**, y en el segundo se llegó a la conclusión que **acontecimientos** como el confinamiento, Filomena y la subida de precios del gas **tuvieron fuertes represalias en el consumo del gas natural**. ¿Existen otras áreas de las que dependa la demanda del gas? ¿En qué afecta el mundo laboral a la demanda?



5.1. Días festivos

Desde enero de 2014 hasta febrero de 2022 hay un total de **78 días festivos**, que representa un **2.7%** de **todos los días medidos en la muestra** <Figura 14>.

Figura 14: Countplot de días festivos

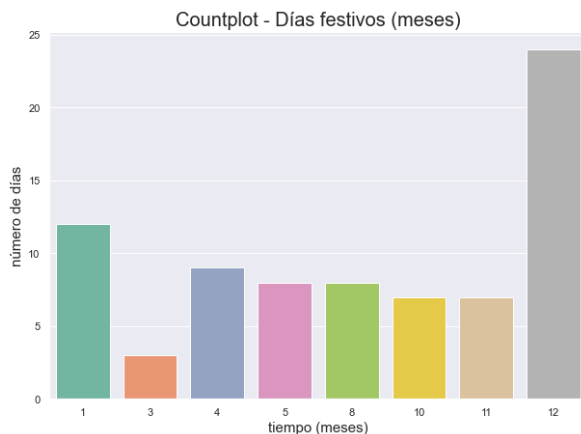


La **demanda convencional media en días festivos** es aproximadamente **684.6751 GWh**, que equivale a un **92%** de la **demanda media total**. Un **75%** de las **demandas en días festivos** se encuentra **por debajo de los 793.355 GWh**, más de 90 GWh menor al percentil 75 del resto de demandas. <Figura 15>

Figura 15: Boxplot demanda en días festivos y no festivos (0 equivale a los días no festivos, mientras que 1 a los días festivos)

5.1.1. ¿A qué se debe que en días festivos la demanda sea menor? ¿Es casualidad?

En el apartado <2.6>, se analizó que existía una fuerte correlación **negativa** entre demanda y temperatura. **¿Pueden los días festivos ser además los días más calientes?** Esto explicaría porque la demanda es menor.



Sean noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril los meses más fríos del año entonces; entonces **la mayor parte de días festivos se encuentran en meses más fríos**. Únicamente diciembre posee un 30% de todos los días festivos y en enero otro 15%. Esto **choca con la idea de qué en días festivos hay menor demanda debido a mayores temperaturas**.

Figura 16: Número de días festivos en cada mes (enumerados de enero a diciembre, 1-12)

Festivo es por definición: “2. adj. Dicho de un período de tiempo: Señalado oficialmente para el descanso por celebrarse una fiesta solemne, por oposición a laborable” (Real Academia Española, s.f.). En resumen, un día festivo es un día **no laborable**. **¿En qué afecta que la persona media trabaje o no un determinado día, a la demanda del gas natural?**

El tipo de jornada laboral más extendida en España es **la jornada de trabajo completa** (40 horas a la semana, 8 horas al día)¹⁵. Si se tiene en cuenta que **la persona media en España trabaja en días hábiles**¹⁶ (lunes a viernes), la **demanda convencional media de los días no laborales (festivos y no hábiles)** descendería a los **663.1916 GWh** (en comparación a los 784.0730 del resto de días). Esta demanda obtenida es aún menor a la calculada en el inicio de este mismo apartado, <5.1>, de únicamente días festivos.

El **número total de días no laborales** equivale a **912**, más de un 30% del total (2955 días). Esta **variación entre las demandas medias**, de días laborales y no, **es independiente de las temperaturas** que se mantienen muy parecidas en media.¹⁷

¹⁵ La media de horas semanales que trabaja una persona en España desciende cada año, llegando a **36.4 horas en 2019**. (Fernández, 2021)

¹⁶ Son inhábiles a efectos procesales los sábados y domingos, los días 24 y 31 de diciembre, los días de fiesta nacional y los festivos a efectos laborales en la respectiva comunidad autónoma o localidad. (Ley Orgánica 19/2003, 2003)

¹⁷ La temperatura media en días no laborales es de aproximadamente **13.4305 °C**, mientras que en días laborales es de **13.6968 °C**.

Estos resultados levantan la duda, **¿qué sucede en los sábados y domingos, y cómo de menor es la demanda estos días?**

Si ignoramos que los días sean festivos o no, obtenemos los siguientes resultados de la demanda por cada día de la semana <Figura 17>:

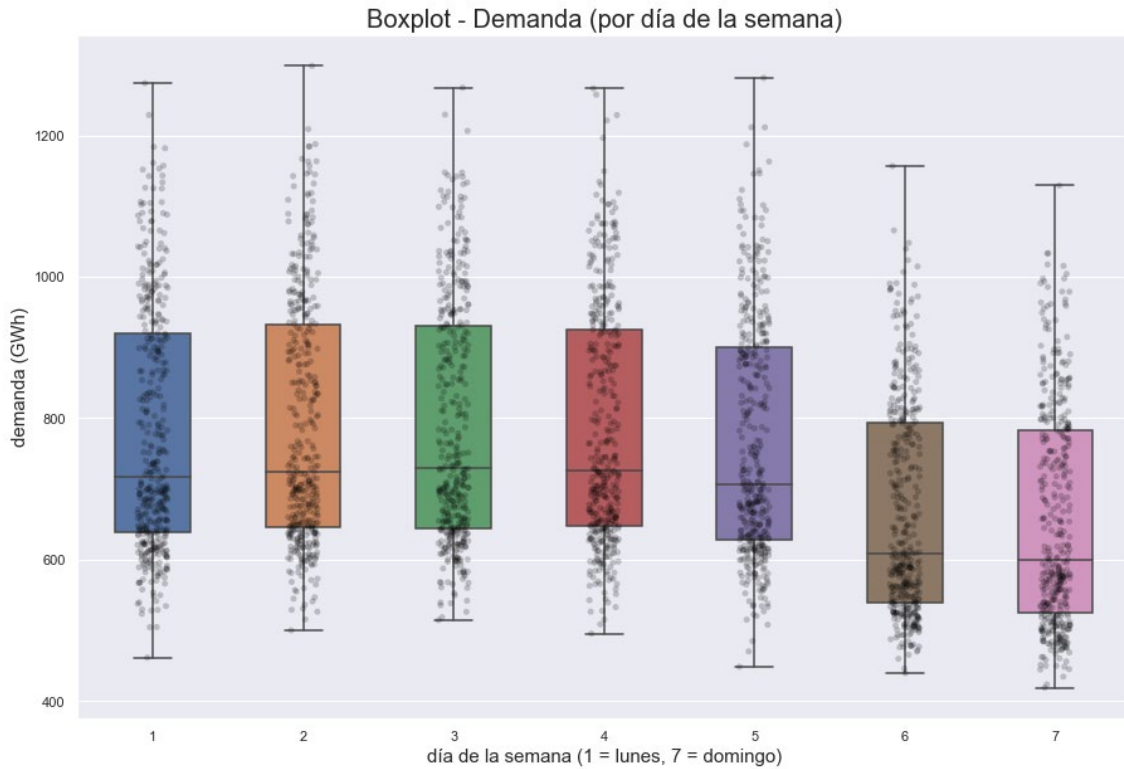


Figura 17: Demanda convencional del gas natural por día de la semana

En **sábados y domingos la demanda es notoriamente inferior al resto de días de la semana**. Opuestamente, **los días hábiles tienen una demanda superior y parecida**.

5.1.2. Conclusión breve:

Es muy probable que la **demanda del gas en hogares** sea tan baja en sábados y domingos debido a **una ausencia de funciones de empleo**. Esta ausencia de trabajo sea posiblemente empleada para **realizar actividades fuera de casa y/o hacer una escapada de fin de semana**. Agregado a esto, los fines de semana son periodos que la gente usa como **descanso** de todo tipo de trabajo (no solo del empleo, sino también otras **labores en el hogar**). Esto último implicaría un **menor consumo de gas**.¹⁸

¹⁸ Pese haber únicamente mencionado las aplicaciones del gas relacionadas a la **climatización**, existen otras muchas aplicaciones, por ejemplo **la cocina, secadores de ropa, calentamiento de agua,...** Estas últimas aplicaciones no se pueden llevar a cabo en el hogar, si no estás en él presente.

5.2. Efecto puente

En el último apartado se llegó a la conclusión que en fines de semana y festivos había una menor demanda debido a que son días donde la persona media no trabaja. **¿Qué sucedería si hubiese varios días festivos seguidos?**

Un **punto** es: “6. m. Día o serie de días que entre dos festivos o sumándose a uno festivo se aprovechan para vacaciones” (Real Academia Española, s.f.). En este apartado se considerará que un puente tiene al menos **tres días** no laborales (sábados, domingos y festivos) **seguidos**.

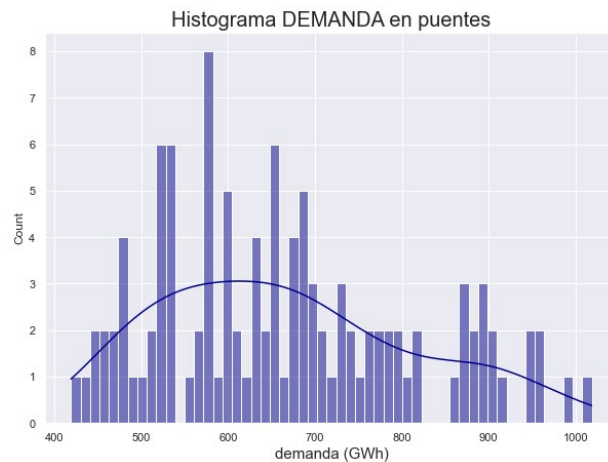
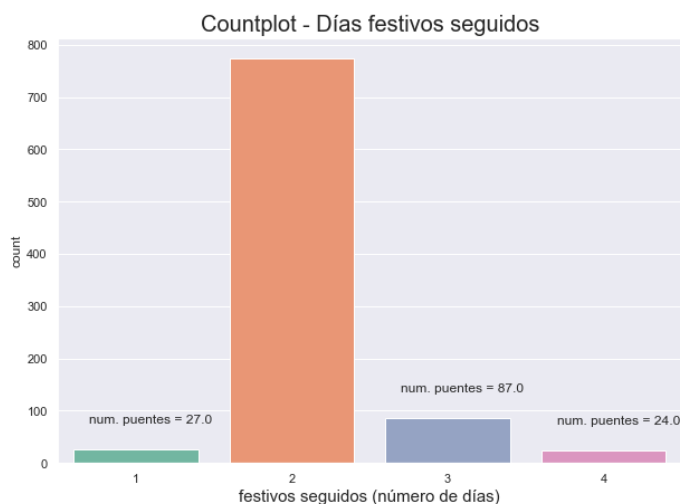


Figura 18: Histograma demanda gas en puentes

La **demanda media del gas natural en puentes** es aproximadamente 3 GWh mayor que la **demanda media total en días no laborales** (menos de un 0.5% mayor). Pese a esto, el **rango intercuartílico en puentes** es en cambio relativamente menor: disminuye de 251.5 GWh en días no laborales a aproximadamente **219.68 GWh**.



De estos **puentes**, **87 son de 3 días seguidos mientras que sólo 24 son 4 días**. En 3 días no laborales seguidos es muy difícil que varíe mucho la demanda a comparación de únicamente 2 (un fin de semana convencional). Por esta razón, **al ser la gran mayoría únicamente de 3 días, la diferencia en demanda no es tan grande**.

Figura 19: Countplot de puentes con 'x', número de días seguidos.

La pregunta que surge entonces es: **¿Decrece la demanda con más días no laborales que haya seguidos?**

Mirando la <Figura 20>, en líneas generales, **la demanda decrece a medida que hay más días no laborales seguidos**. A pesar de esto, **no existe mucha diferencia entre la demanda de 2 y 3 días no laborales seguidos**.

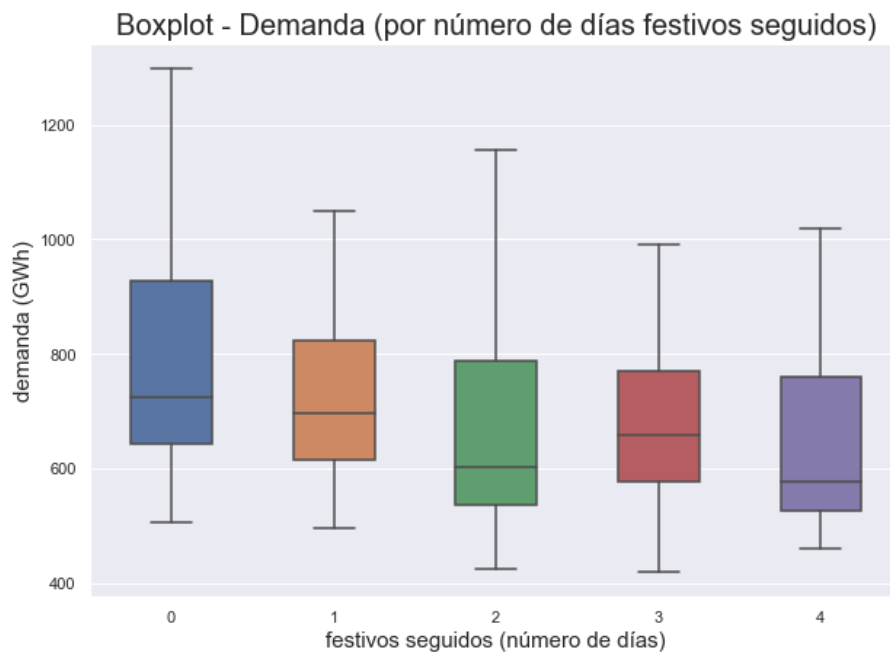


Figura 20: Boxplots demanda por número de días festivos seguidos

En conclusión, **no hay una relación tan trivial entre número de días festivos seguidos y demanda**, como existe entre demanda y temperatura o demanda en días laborales o no. Bien es cierto que **parece que la demanda decrece cuantos más días festivos haya**, probablemente porque **la gente pase más tiempo en puentes más largos y por tanto no consuma la misma cantidad de gas en el hogar**.

6. CONCLUSIONES

La **demanda convencional del gas natural en España** ronda entre los 614.09 y los 883.44 GWh con una **media de 746.7654 GWh**. La demanda tiene un **incremento diario medio de aproximadamente un 0.4546%**.

La **demanda de gas** depende principalmente de 3 variables: **la temperatura (máxima y mínima)**, **las jornadas laborales** y **de la situación económica del país**.

- La **relación demanda-temperatura total** es una **relación muy fuerte y negativa**. Esto significa que a menores temperaturas, mayores las demandas y viceversa, por tanto **en invierno** (meses más fríos) **la demanda es mucho mayor que en verano**. En invierno la demanda es un **60% mayor respecto a verano**. En otoño y primavera las demandas de gas son similares.

La **correlación total** es mayor en todas las estaciones entre la **demanda y la temperatura mínima salvo en invierno**; que a causa de las temperaturas máximas siendo muy inferiores a las mínimas en verano (y comparables a las mínimas en otoño y primavera), **la correlación es ligeramente superior con temperaturas máximas**.

Un **caso atípico** donde se ve directamente correlacionada **temperatura y demanda** es durante la **borrasca de Filomena** (donde se alcanzan temperaturas mínimas) que la **demanda aumenta llegando a un máximo** (también propiciado por la recuperación económica).

- La **demanda es a su vez menor en sábados, domingos y festivos**, muy probablemente porque estos sean días de descanso de tareas del empleo y del hogar, y días donde **la gente emplea más tiempo activo¹⁹ fuera del hogar**.

Parece también que a **cada más días no laborales acumulados, más desciende la demanda**, posiblemente porque la gente se toma descansos aún mayores.

- En **épocas de depresión económica** la demanda convencional se ve **gravemente afectada**. En **abril de 2020**, el **PIB descendió un 10.8%** propiciando una caída brusca de la demanda, que **rápidamente se recuperó**, incrementando exponencialmente a inicios de 2021. Otro ejemplo de inestabilidad económica fueron los **altos precios del gas**, alcanzando los 183 €/MWh que acosta de esto, **la demanda bajo bruscamente**.

¹⁹ Con **tiempo activo** nos referimos a el tiempo que dedica la gente a realizar actividades que propicien algún tipo de consumo energético. Por ejemplo: El tiempo de la siesta no sería considerado como tiempo activo, mientras el que pasa una persona comiendo en un restaurante sí.

7. ANEXO A: DISPERSIÓN POR MESES

En estas gráficas, los **puntos** simbolizan los **valores** de los distintas fechas obtenidos mediante la muestra. Están representados para ayudar a visualizar la **concentración** y, de lo contrario, **dispersión** de los datos. Los **rombos** simbolizan los **outliers** de la muestra.

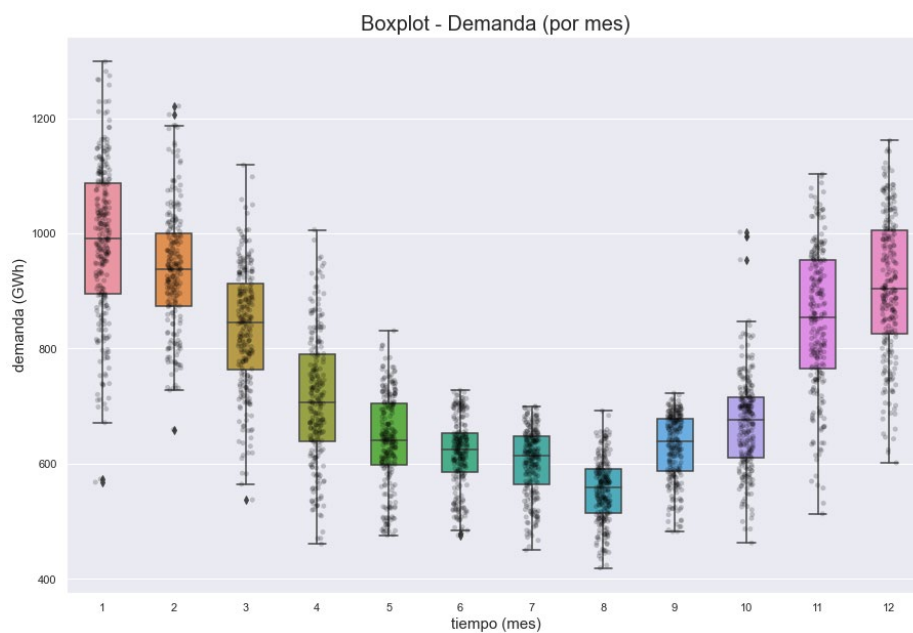


Figura 21: Demanda por mes

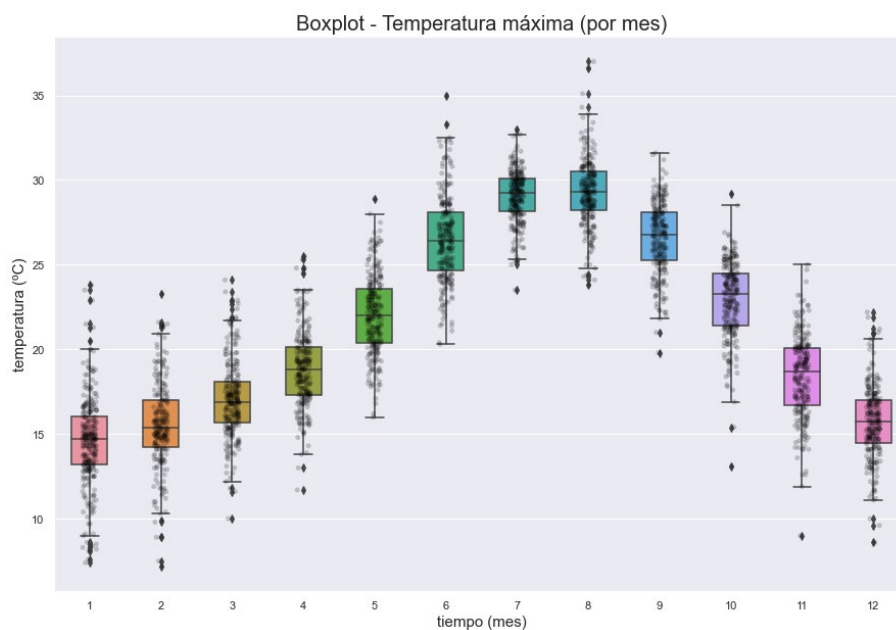


Figura 22: TMAX por mes

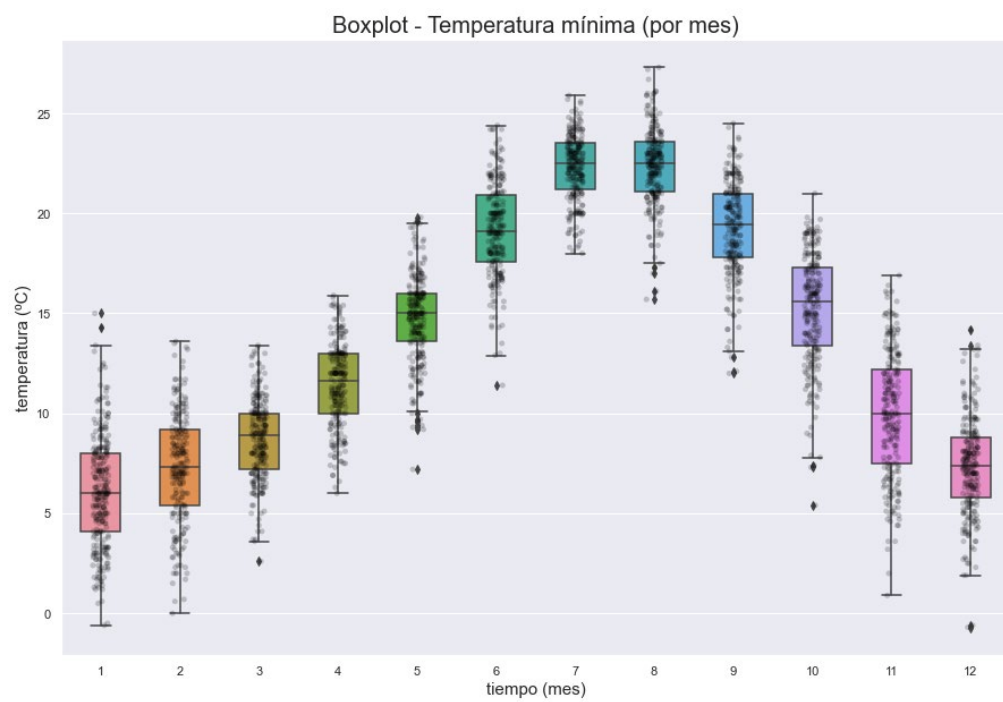


Figura 23: TMIN por mes

8. ANEXO B: DISPERSIÓN POR AÑOS

En estas gráficas, los puntos simbolizan los valores de los distintas fechas obtenidos mediante la muestra. Están representados para ayudar a visualizar la **concentración** y, de lo contrario, **dispersión** de los datos. Los **rombos** simbolizan los **outliers** de la muestra.

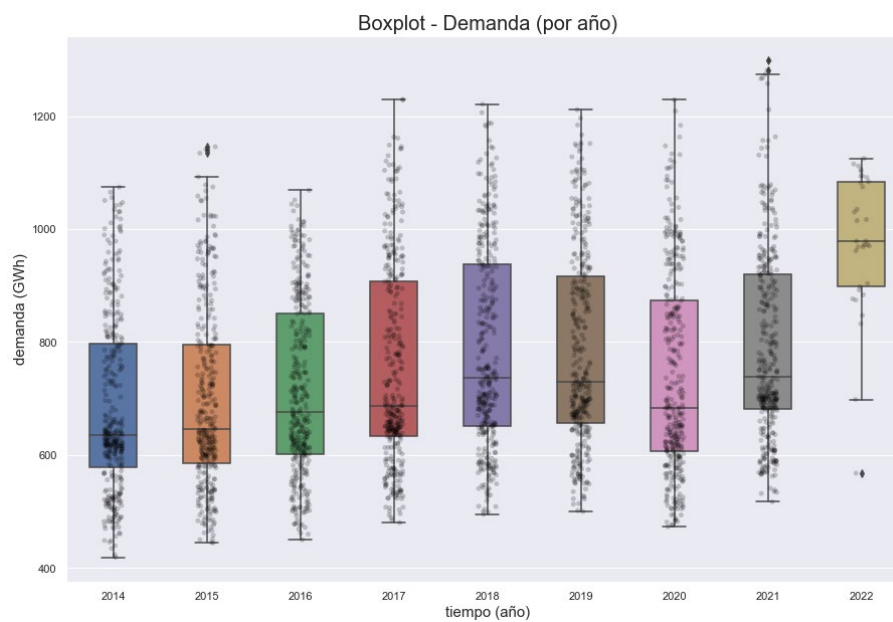


Figura 24: Demanda por año

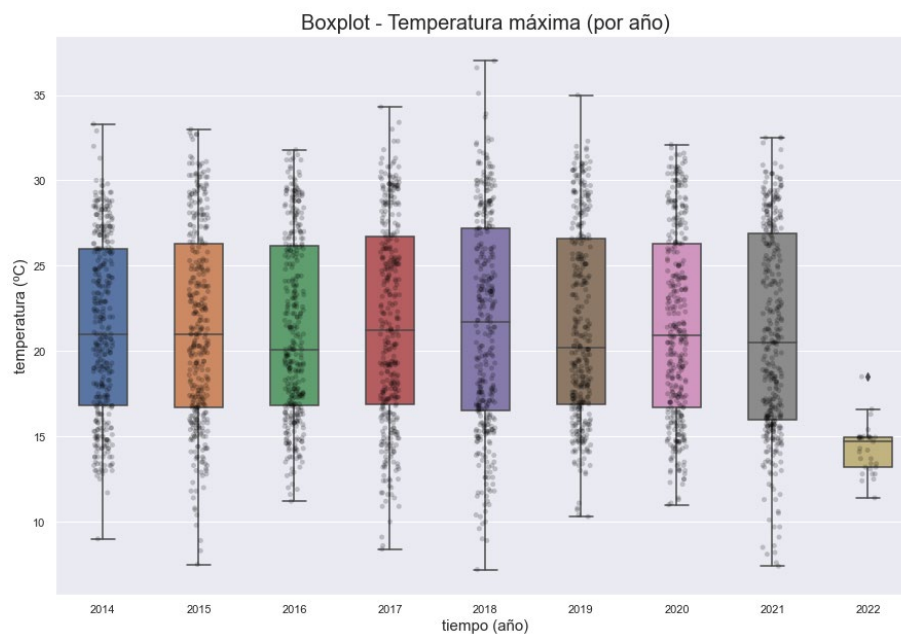


Figura 25: TMAX por año

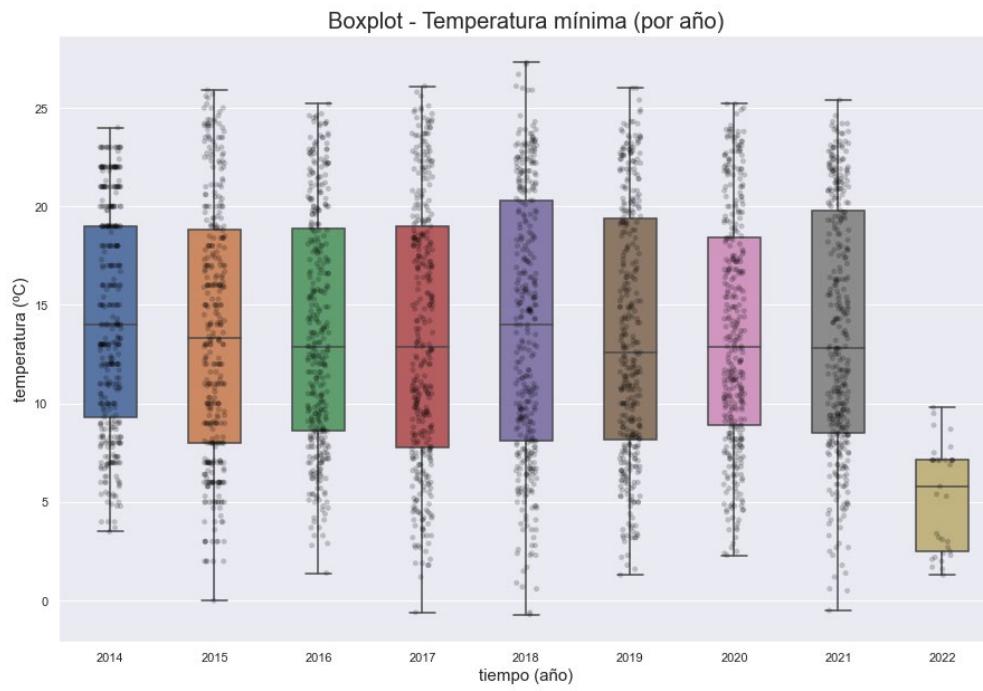


Figura 26: TMIN por año

9. ANEXO C: DEMANDAS ANUALES POR CADA ESTACIÓN

En los siguientes gráficos se analiza la temperatura máxima y mínima media de cada año por cada estación.

- Se considera por **invierno** los meses: **diciembre, enero y febrero**.
- Por **primavera** se consideran los meses: **marzo, abril y mayo**.
- Por **verano** se consideran los meses: **junio, julio y agosto**.
- Por **otoño** se consideran los meses: **septiembre, octubre y noviembre**.

Boxplots - Temperatura máxima (por año) (por estaciones)

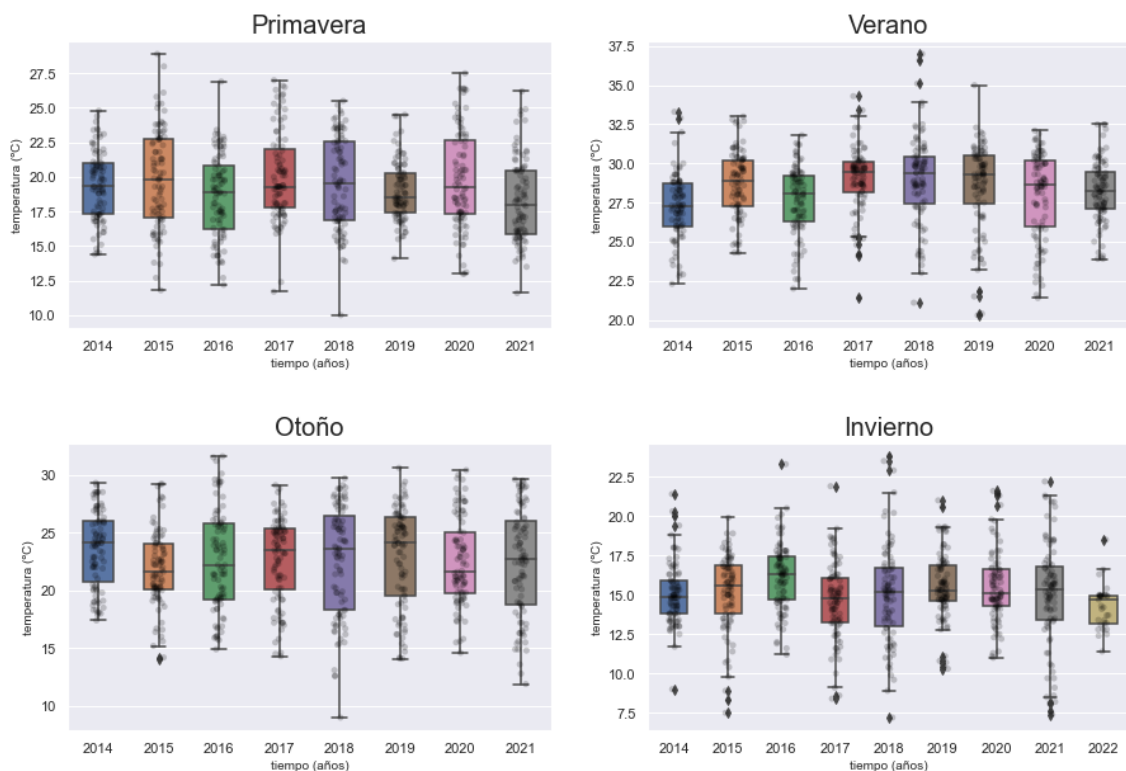


Figura 27: Temperatura máxima (por año) (por estación)

Boxplots - Temperatura mínima (por año) (por estaciones)

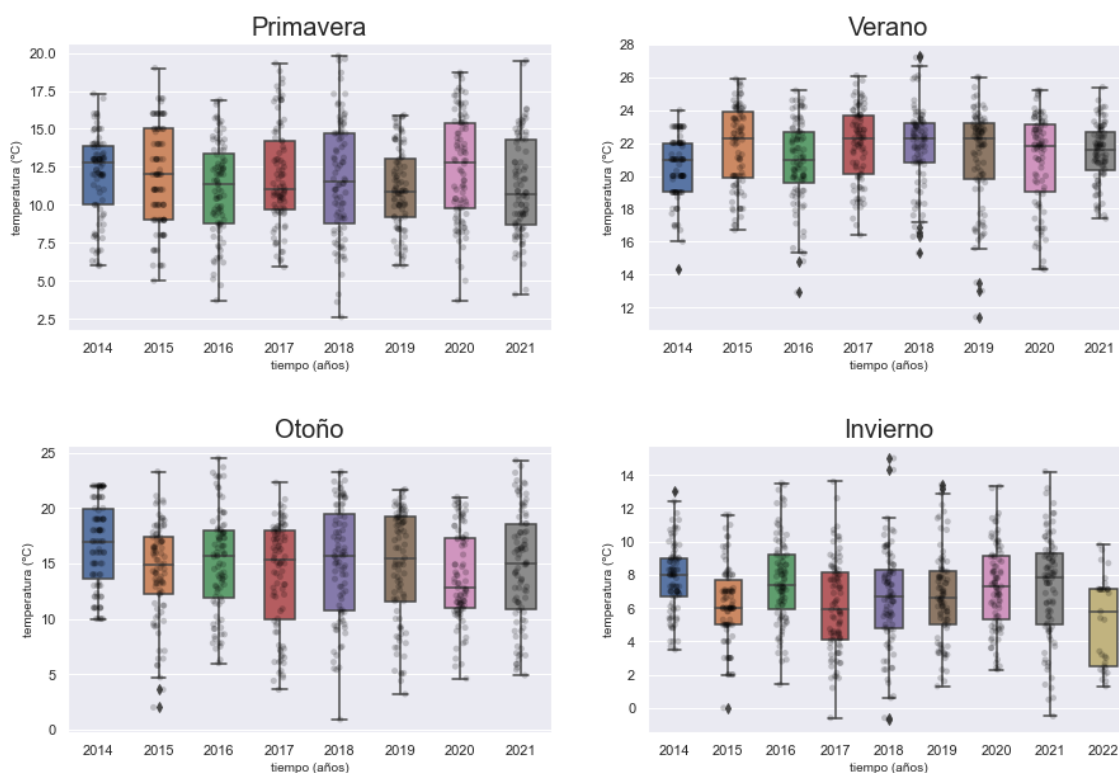


Figura 28: Temperatura mínima (por año) (por estación)

10. ANEXO D: EVOLUCIÓN DEL PIB Y POSIBLE RELACIÓN CON LA DEMANDA DEL GAS

En el apartado <3.3>, se llegó a la conclusión de que podría existir una relación entre el PIB de un país y su demanda energética diaria (de gas en este caso).

Con datos obtenidos del **Instituto Nacional de Estadística**, se puede observar una **fuerte caída** (iniciada levemente en 2019) del PIB que tocó fondo a inicios de 2020, siendo esta **la mayor caída desde la Guerra Civil**, a causa del COVID-19.

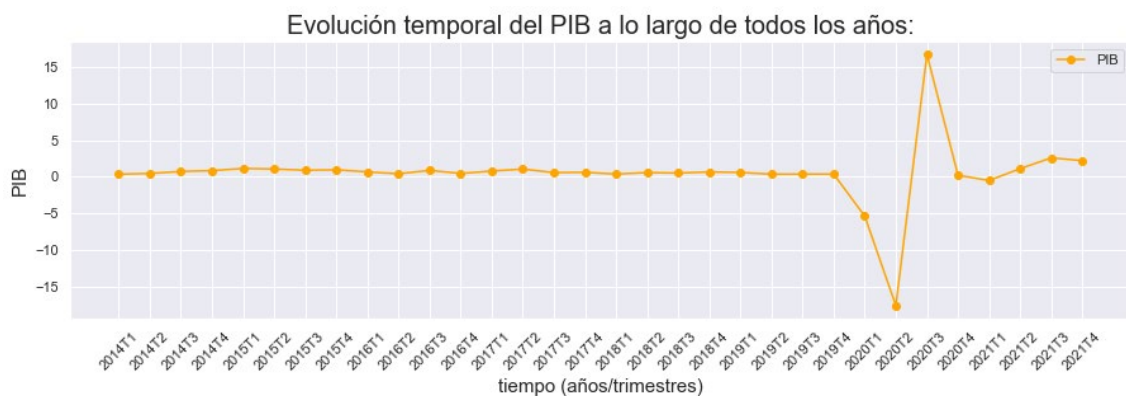
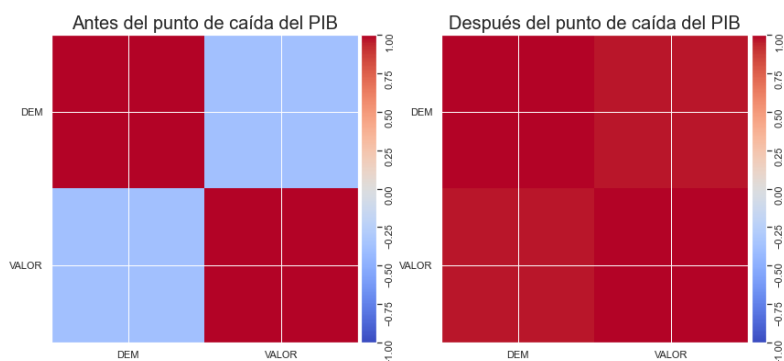


Figura 29: Evolución temporal del PIB (tasa trimestral)

Debido a esta caída el consumo en hogares se **hundió un 12.4%**, lo que implica que **la demanda convencional eléctrica y de gas se redujo exponencialmente**. (Medinilla, 2021)

Probablemente, este hundimiento del PIB captó la atención de la **gente** que comenzó a **consumir más o menos a medida de la situación económica en la que se encontrasen**.



Como se aprecia en la Figura 30, antes de la caída, la correlación **demand-PIB** era débil y negativa (-0.3760) y tras la caída pasó a ser prácticamente 1.

Figura 30: Correlación demanda-PIB anual antes y después del hundimiento

11. BIBLIOGRAFÍA

- ESPAÑA. MINISTERIO DE SANIDAD. (29.03.2022). *Actualización nº 586. Enfermedad por el coronavirus (COVID-19)*. Obtenido de https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actualizacion_586_COVID-19.pdf
- Fernández, R. (29 de jun de 2021). *Media de las horas semanales que se trabajan normalmente en la ocupación principal en España de 2000 a 2019*. Obtenido de es.statista.com: <https://es.statista.com/estadisticas/478144/media-de-las-horas-semanales-de-trabajo-en-la-ocupacion-principal-en-espana/>
- Ley Orgánica 19/2003. (26 de dic de 2003). Obtenido de Artículo 182.: <https://www.boe.es/boe/dias/2003/12/26/pdfs/A46025-46096.pdf>
- Medinilla, M. (26 de 03 de 2021). *El PIB se contrajo un 10,8% en 2020, la mayor caída registrada desde la Guerra Civil*. Obtenido de [eleconomista.es](https://www.eleconomista.es/economia/noticias/11126451/03/21/El-PIB-registro-un-descenso-historico-del-108-en-2020-y-mejora-en-dos-decimas-la-prevision-.html): <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/11126451/03/21/El-PIB-registro-un-descenso-historico-del-108-en-2020-y-mejora-en-dos-decimas-la-prevision-.html>
- MIBGAS. (9 de mar de 2022). *Comparación del precio del gas en España entre 2021 y 2022*. Obtenido de [www.epdata.es](https://www.epdata.es/comparacion-precio-gas-espana-2020-2021/480448b3-23d2-4f5a-bb92-e969270156eb): <https://www.epdata.es/comparacion-precio-gas-espana-2020-2021/480448b3-23d2-4f5a-bb92-e969270156eb>
- Real Academia Española. (s.f.). *definición 2*. Obtenido de [festivo](https://dle.rae.es/festivo): <https://dle.rae.es/festivo>
- Real Academia Española. (s.f.). *definición 6*. Obtenido de [puente](https://dle.rae.es/puente): <https://dle.rae.es/puente>
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA. (11 de abril del 2021). *Informe del Sistema Eléctrico Español 2020*. 28109 Alcobendas (Madrid). Obtenido de https://www.ree.es/sites/default/files/publication/2021/06/downloadable/inf_sis_elec_ree_2020_0.pdf