



**BOLETÍN MENSUAL DE CONTROL Y SEGUIMIENTO
AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ENTORNO DE
LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN DEL PLAN ESPECIAL DE
MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN
PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU**

FEBRERO 2020





ÍNDICE

1.	Descripción de los trabajos de seguimiento y vigilancia.	3
2.	Índice de calidad del aire. Resumen de resultados.	5
3.	Seguimiento y control de partículas gruesas. PM10.....	7
4.	Seguimiento y control mensual de las inmisiones de NO ₂	9
5.	Seguimiento y control mensual de las inmisiones de O ₃	10
6.	Resumen meteorológico.	11
7.	Seguimiento acústico.....	13
8.	Conclusiones.	17



1. Descripción de los trabajos de seguimiento y vigilancia.

Dentro del programa de seguimiento y vigilancia ambiental de las obras de urbanización del PLAN ESPECIAL DE MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU, se ha implantado una red de vigilancia de la calidad atmosférica que cuenta con 4 estaciones de medición específicas, instaladas exprofeso para el control de la obra. Además, existe una quinta estación, Estación de Cuatro Caminos, perteneciente al Sistema Integral de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid (SICA), utilizada como estación de fondo que permite conocer la calidad del aire en zona no afectada por las obras y a su vez, comprobar la calibración del resto de sensores.

Las estaciones de medición de la red de seguimiento están dotadas de los analizadores y muestreadores necesarios para el correcto seguimiento de los contaminantes y variables meteorológicas que se resumen en la siguiente tabla:

Equipo	PM10	PM2.5	NO ₂	O ₃	Viento	T ^a	Humedad	Presión	Sonido
A10-IGB1	X	X	X	X		X	X	X	X
A10-IGB2	X	X	X	X		X	X	X	
P10-IGB1	X	X				X	X	X	X
P10-IGB2	X	X			X	X	X	X	X
RS 4Caminos	X	X	X						

La situación y localización de cada estación de medición se ha determinado bajo los criterios de dispersión y distribución de los contaminantes de acuerdo con la dirección predominante del viento en la zona y la proximidad y localización de la población más sensible a los impactos sobre la calidad atmosférica (edificios residenciales y centros educativos situados en los alrededores de la zona de actuación).

En la siguiente tabla se recoge la localización de las estaciones de control y seguimiento de la calidad del aire específicas para el control de las obras de mejora del medio urbano del estadio Santiago Bernabéu. para una mayor comprensión sobre su distribución, se incluye al final del presente boletín un plano donde se representa la localización de dichas estaciones:

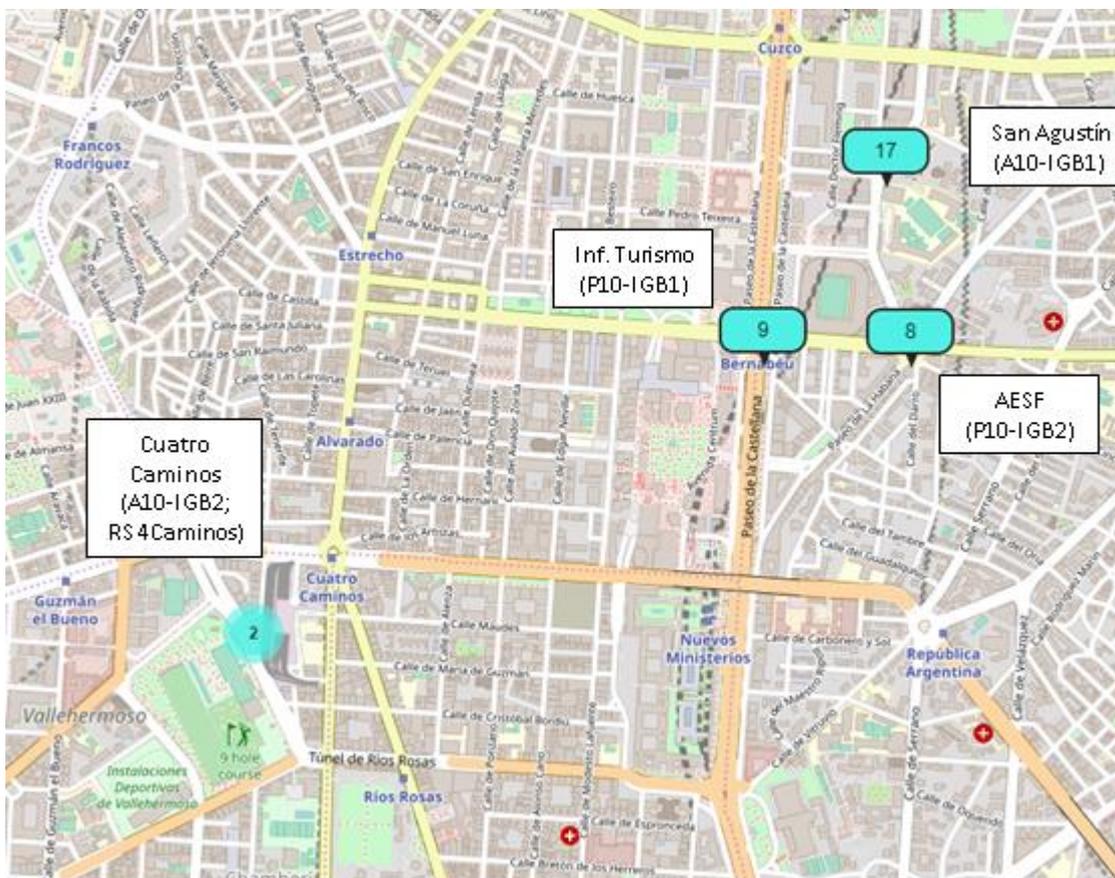
Equipo monitorización	N.º serie	Localización actual
A10-IGB1	0136190000	Colegio San Agustín
A10-IGB2	0136190001	Cuatro Caminos
P10-IGB1	0136190002	Oficina de Turismo
P10-IGB2	0136190003	Agencia Estatal Seguridad Ferroviaria (AESF)



Para valorar la incidencia meteorológica en la propagación o inmisión de las partículas en suspensión (PM10), se registra en continuo la velocidad y dirección de viento. Para ello, el equipo instalado en la Of. de Turismo cuenta con el equipamiento auxiliar, anemómetro y veleta, que permite dicho control.

Por último, se ha establecido un plan de control y seguimiento acústico que permite identificar la presión sonora en el entorno. El seguimiento acústico se realiza a partir de mediciones en continuo proporcionadas por los sonómetros instalados tanto en el Colegio San Agustín, como en la AESF y en la Oficina de Turismo.

A continuación, se incluye esquema en el que se localizan los puntos de control.



El periodo analizado en el presente boletín comprende del 1 al 25 de febrero de 2020.



2. Índice de calidad del aire. Resumen de resultados.

La información en materia de calidad del aire se resume utilizando el índice AQI.

El Índice de Calidad del Aire Europeo (AQI) fue puesto en marcha en noviembre de 2017 por la Agencia Europea de Medio Ambiente y la Comisión Europea.

En España, el Índice Nacional de Calidad del Aire se aprueba por Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo.

El Índice Nacional de Calidad del Aire se basa en los siguientes contaminantes:

- Partículas en suspensión PM10
- Partículas en suspensión PM2.5
- Ozono troposférico (O₃)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Dióxido de azufre (SO₂)

Del conjunto de contaminantes, el dióxido de azufre no se considera asociado a la actividad de construcción, los parámetros de control y niveles de referencia se fijarán, exclusivamente, para el resto de contaminantes

El índice AQI se establece, de acuerdo con las instrucciones dictadas por la Agencia Europea de Medio Ambiente, en base al contaminante de mayor concentración, dentro de la distribución establecida para cada uno de ellos, reflejada en el cuadro siguiente:

CALIDAD DEL AIRE			Índice de Calidad del Aire (µg/m ³)		
Contaminantes	Bueno	Aceptable	Moderado	Malo	Muy malo
Partículas PM2,5	0-10	11-20	21-25	26-50	51-800
Partículas PM10	0-20	21-35	36-50	51-100	101-1200
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	0-40	41-100	101-200	201-400	401-1000
Ozono (O ₃)	0-80	81-120	121-180	181-240	241-600

Conforme a lo establecido en la Orden TEC/351/2019, indicada anteriormente, el cálculo de los valores (concentraciones) diferirá en función del contaminante analizado:

- NO₂ y O₃: se utilizarán los valores de concentraciones horarias para el cálculo del índice.
- PM2,5 y PM10: el cálculo del índice se hará en base a la media móvil de las 24h anteriores.



En la tabla adjunta se resumen los resultados del Índice de Calidad a lo largo del periodo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
FEBRERO	🟢	🟢	🟡	🟡	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🔴	🟡	🔴	🔴	🟢	🟢	🟢	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🟢	🟢

Del análisis de los registros se deduce la siguiente distribución del Índice de Calidad del Aire:

- Bueno: 43,17%
- Aceptable: 36,83%
- Moderado: 12,00%
- Malo: 8,00%

Como puede apreciarse durante el 80,00% del tiempo la calidad del aire ha sido buena o aceptable, mientras que ha sido mala un 8,00%.

El número de días en los que el índice de calidad del aire (AQI) arrojó resultados malos fue cuatro. Concretamente los días 11-12 y 14-15.

Para valorar la incidencia real de la actividad de construcción, resulta imprescindible establecer cuál ha sido el contaminante característico que ha fijado el índice AQI.

Para los días en los que el índice de calidad ha sido malo, se incluye, a continuación, cuadro resumen con el contaminante que ha determinado la calificación, así como su concentración.

11/02/2020	12/02/2020	14/02/2020	15/02/2020
AQI (pobre/malo) debido a PM10			
Concentración 77,06 (µg/m3)	Concentración 75,03 (µg/m3)	Concentración 64,79 (µg/m3)	Concentración 66,20 (µg/m3)
AQI: 89	AQI: 88	AQI: 82	AQI: 83

Como puede apreciarse, en todos los casos, el contaminante que ha determinado el índice de calidad es el material particulado PM10. Se trata de materia particulado más grueso, de diámetro aerodinámico de hasta 10 µm, cuyo origen es diverso. Básicamente consiste en la alteración de la composición natural del aire por entrada en resuspensión de partículas, como polvo, polen o el propio material resultante de las fracciones de demolición.

Por tanto, se trata de uno de los efectos tradicionalmente asociados a las actividades de construcción, pero no exclusivamente de las mismas.



Los valores máximos diarios (PM_{2,5} y PM₁₀) y los valores máximos horarios (NO₂ y O₃) registrados en las estaciones de seguimiento y control se resumen a continuación:

Contaminante	Valores máximos	Estación donde se ha registrado el valor
PM _{2,5} (*)	31,21 µg/m ³	Cuatro Caminos (SIA)
PM ₁₀ (*)	77,06 µg/m ³	San Agustín
NO ₂	184 µg/m ³	Cuatro Caminos (SIA)
O ₃	69,42 µg/m ³	Cuatro Caminos

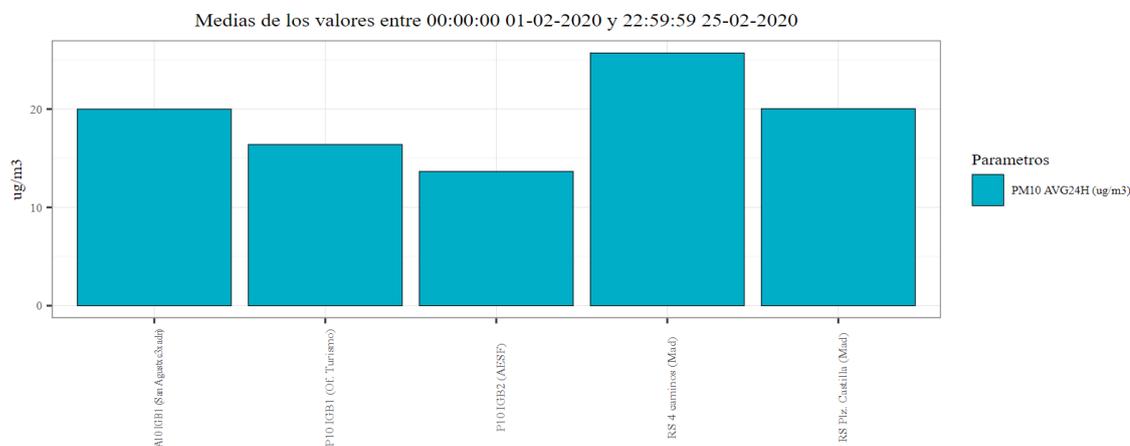
(*) Media móvil de las 24h anteriores

3. Seguimiento y control de partículas gruesas. PM₁₀

El valor límite diario y valor límite anual definido en la legislación vigente de aplicación se resumen en la siguiente tabla:

VALOR LÍMITE DIARIO para la protección de la salud humana: 50 µg/m³ (Que no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana: 40 µg/m³
--	--

Se recoge en la siguiente gráfica los valores medios diarios PM₁₀ registrados en cada estación de monitorización durante el mes de febrero (del 1 al 25).





En la siguiente tabla se recogen los valores medios obtenidos, junto con los valores máximos diarios registrados y el número de días en que se han superado los límites marcados por la legislación en cada una de las estaciones de medición.

El número de superaciones se computa de forma análoga al Índice de Calidad del Aire, considerando la media móvil de las 24 horas anteriores.

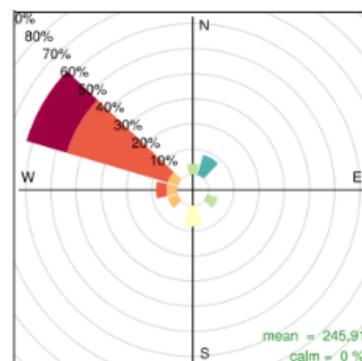
PM10	San Agustín	Of. Turismo	AESF	Cuatro Caminos	Plaza Castilla
Valores medios diarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	19,99	16,39	13,65	25,71	20,04
Valores máximos diarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (*)	77,06	46,98	53,56	64,88	55,88
Nº días superaciones valor límite diario ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	4	0	1	2	1

(*) Media móvil de las 24h anteriores

Como se puede comprobar, los valores medios registrados en los tres puntos de control del entorno de la obra son similares.

Tal y como se ha indicado el índice PM10 ha dado origen a que durante los días 11, 12, 14 y 15 el índice de calidad haya sido malo. Este índice PM10 mide la alteración de la composición natural del aire por entrada en resuspensión de partículas, como polvo, polen o el propio material resultante de las fracciones de demolición. Por tanto, se trata de uno de los efectos tradicionalmente asociados a las actividades de construcción, pero no exclusivamente de las mismas. Durante todo el período del presente informe las actividades ejecutadas en las obras han sido similares, no habiéndose realizado durante los días 11, 12, 14 y 15 actividades de construcción diferentes a las del resto de días donde los índices de calidad han sido buenos o aceptables. Asimismo durante esos días, por ejemplo el día 15 de febrero, se han identificado rachas de viento de componente noreste que hacen pensar que el origen del incremento de las partículas en la estación de San Agustín no tiene su origen en las obras.

Componentes principales
viento 15/feb



Durante el período del estudio este índice PM10 también ha superado el umbral de referencia en las estaciones de fondo y de Plaza de Castilla por lo que no se



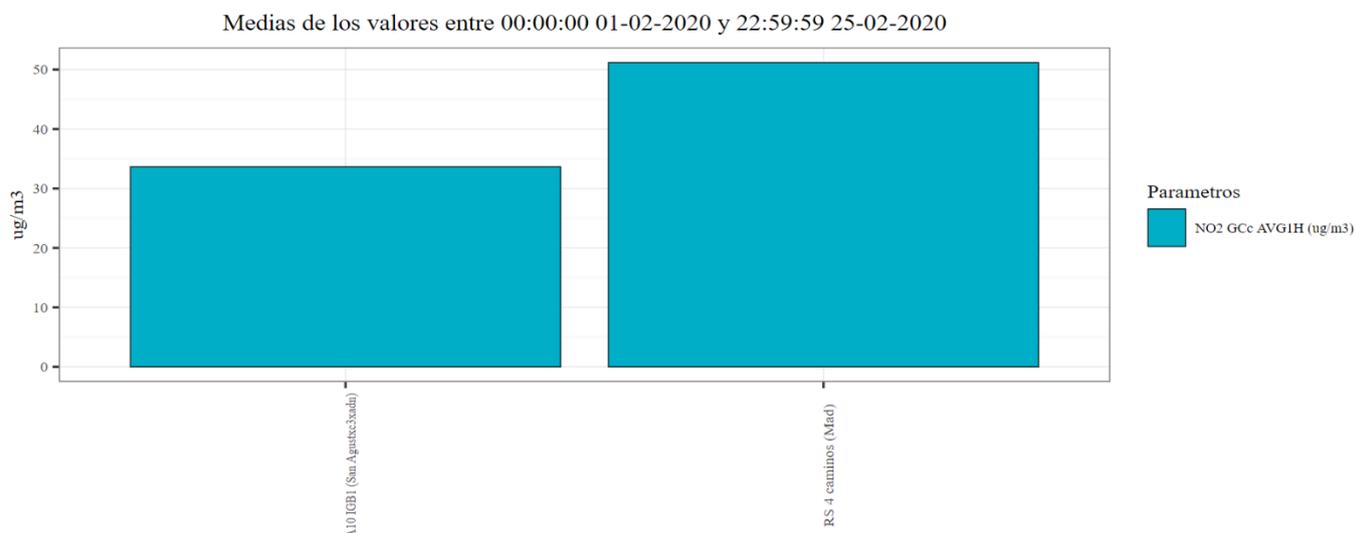
considera que existan diferencias significativas entre el ámbito de actuación y la calidad del aire de fondo.

4. Seguimiento y control mensual de las inmisiones de NO₂

Los valores límite y umbrales de alerta definidos en la legislación vigente se resumen en la siguiente tabla:

VALOR LÍMITE HORARIO para la protección de la salud humana 200 µg/m³ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones al año	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana 40 µg/m³	UMBRAL DE ALERTA 400 µg/m³ 3 horas consecutivas en un área > 100 km ²
--	--	---

Los valores medios de concentración de NO₂, registrados en cada estación de monitorización durante el mes de febrero, se detallan en la siguiente gráfica:



En relación con el valor límite anual, durante el mes de febrero, no se han registrado valores medios superiores a los 40 µg/m³ en ninguno de los dos puntos de control, aclarándose que sólo el del Colegio San Agustín se puede asociar a la obra, utilizándose el de Cuatro Caminos como referencia de fondo. No obstante, este valor límite hace referencia a la media anual por lo que no debe compararse con los valores registrados durante un periodo de medición



mensual, salvo como previsión de la posible tendencia que se irá ajustando en la medida que se disponga del resto de informes mensuales.

Durante el periodo que comprende el presente informe, **el valor límite horario, establecido en 200 µg/m³, no se ha superado en ninguno de los puntos de control.** En la siguiente tabla se recogen los valores medios registrados en cada estación de medición, junto con los valores máximos horarios registrados en cada una, así como el número de veces que se haya podido superar el límite horario durante el periodo:

NO ₂	Colegio San Agustín	RS Cuatro Caminos (SICA)
Valores medios (µg/m ³)	33,65	51,16
Valores máximos (µg/m ³)	123,33	184,00
Veces superación límite	0	0

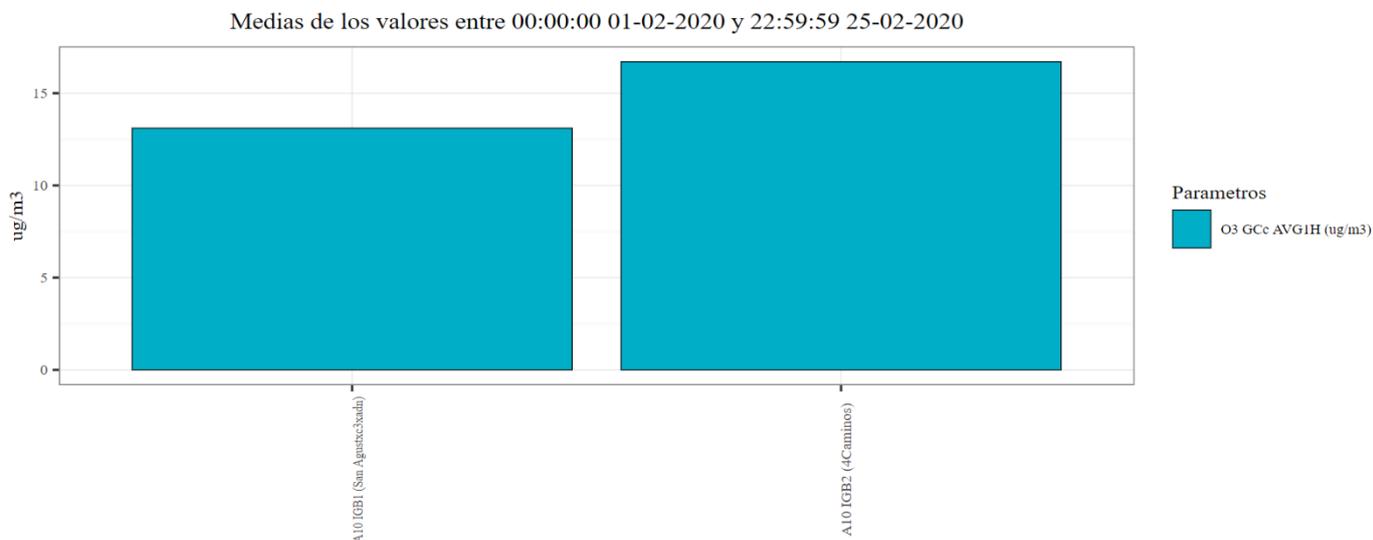
5. Seguimiento y control mensual de las inmisiones de O₃

Los valores límite, umbral de alerta y valor objetivo definidos en la legislación vigente se resumen en la siguiente tabla:

UMBRAL DE INFORMACIÓN	UMBRAL DE ALERTA	VALOR OBJETIVO
180 µg/m ³ (Como valor medio de 1 hora)	240 µg/m ³ (Como valor medio de 1 hora)	para la protección de la salud humana: 120 µg/m ³ (media octohoraria máxima en un día) Que no podrá superarse más de 25 días por año de promedio en un periodo de 3 años

En este caso, la estación perteneciente al Sistema Integral de Calidad del Aire no dispone de equipos para registrar concentraciones de ozono. No obstante, como es un gas con una alta capacidad de oxidación que afecta a las vías respiratorias y cuya concentración, especialmente en verano, suele ser elevada, en el Plan de Vigilancia Ambiental de la obra se ha previsto su monitorización.

En el siguiente diagrama de barras se recogen los valores medios registrados durante el periodo.



Durante el periodo de estudio no se ha superado en ninguna ocasión el umbral de información de ozono que se fija en 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como media horaria. Tampoco se ha superado el valor objetivo de ozono diario con medias octohorarias de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En la siguiente tabla se recogen los valores medios registrados, junto con los valores máximos horarios y las superaciones de los umbrales de información y del valor objetivo:

OZONO	Colegio San Agustín	Cuatro Caminos
Valores medios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13,11	16,70
Valores máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	52,26	69,41
Valores máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) con medias octohorarias	42,31	52,98
Nº días Superación valor objetivo (> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0
nº días Superaciones valor umbral de información (> 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0

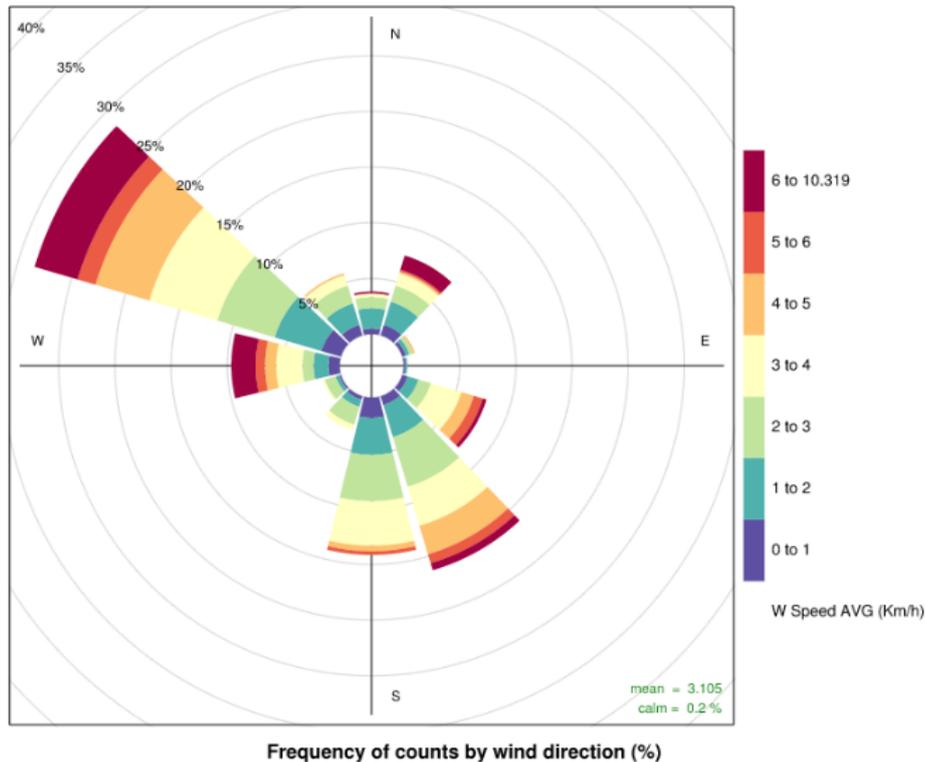
6. Resumen meteorológico.

Los datos climatológicos, especialmente velocidad y dirección del viento, son factores de alta incidencia en la dispersión de contaminantes,



En el diagrama adjunto se representa las componentes principales del viento. La localización del Estadio Santiago Bernabéu en un entorno completamente consolidado hace que todas las direcciones del viento sean consideradas desfavorables. Si bien, por la localización de los centros docentes, pudiera considerarse la componente suroeste como ligeramente más desfavorable.

El Dispositivo P10 IGB1 (Of. Turismo): W Speed AVG



Como puede apreciarse, durante el mes de febrero, los vientos de componente noroeste son significativamente los más frecuentes seguidos a cierta distancia de los de componente sur-sureste. En su conjunto, ambas componentes suponen del orden del 65% de la frecuencia con la que se presenta el viento.

En cuanto a velocidades, los vientos de componente noroeste son significativamente más rápido, con mayor proporción de velocidades comprendidas entre 5 y 10 km/h. En cualquier caso, la velocidad media del viento ha sido inferior a la del mes precedente.

En la tabla adjunta se incluye el resumen de los datos registrados durante el mes de febrero.

	Valor máximo	Valor mínimo	Media



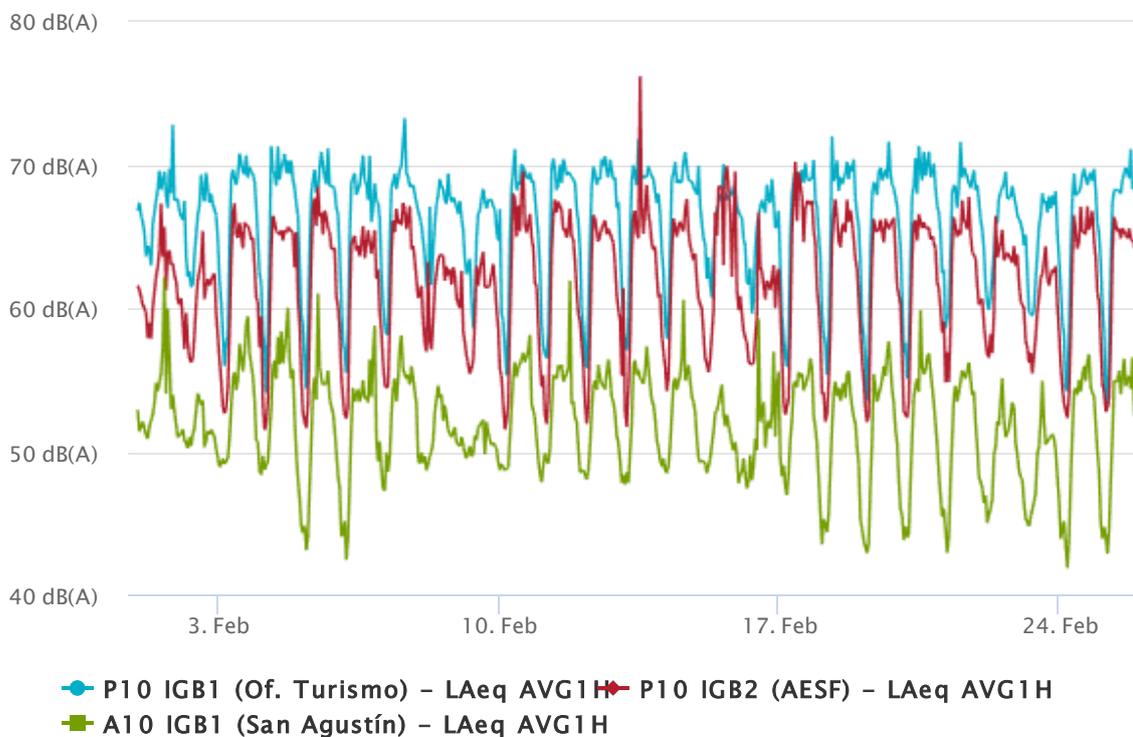
Temperatura (°C)	21,94	3,65	10,72
Humedad (%)	94,47	18,28	61,07
Presión (hPa)	954,48	939,66	947,89
Viento (km/h)	28,96	0,00	3,13

La velocidad máxima se registró el martes 25 de febrero.

La velocidad máxima de viento tomada como referencia es de 20 km/h, siendo la velocidad media contemplada 3,13 km/h, lo que no supone tener que adoptar medidas específicas de protección.

7. Seguimiento acústico.

En primer lugar, se incluyen los registros en continuo con los niveles horarios equivalentes de los tres puntos de control.



El detalle estadístico de los registros, detallado por puntos de control, es:



P10 IGB1 (Of. Turismo) - LAeq AVG1H (dB(A))

Estadística
Max: 73.25
Min: 53.36
Media: 67.49
SD: 4.29

P10 IGB2 (AESF) - LAeq AVG1H (dB(A))

Estadística
Max: 76.18
Min: 51.50
Media: 63.70
SD: 4.81

A10 IGB1 (San Agustín) - LAeq AVG1H (dB(A))

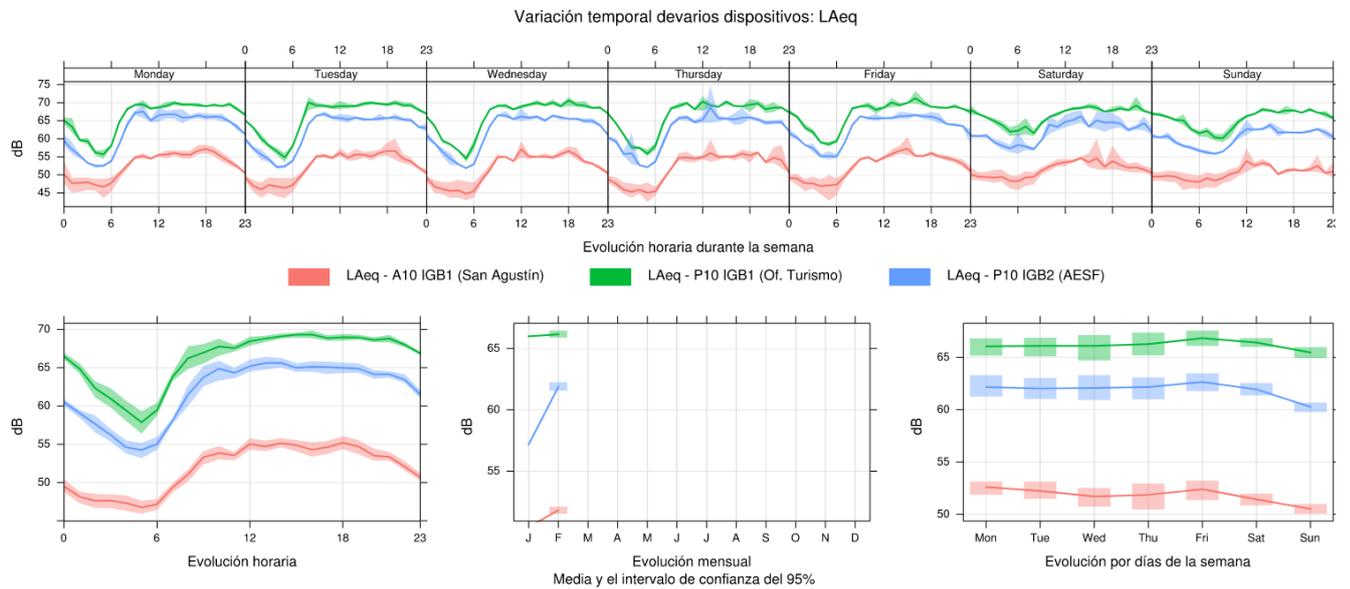
Estadística
Max: 62.15
Min: 41.86
Media: 53.23
SD: 3.94

Como se puede apreciar, la desviación estándar (SD) es similar entre los tres equipos de medición, lo que implica que la distribución de la presión sonora es análoga en todos los puntos de control y por tanto, el conjunto del ámbito de estudio.

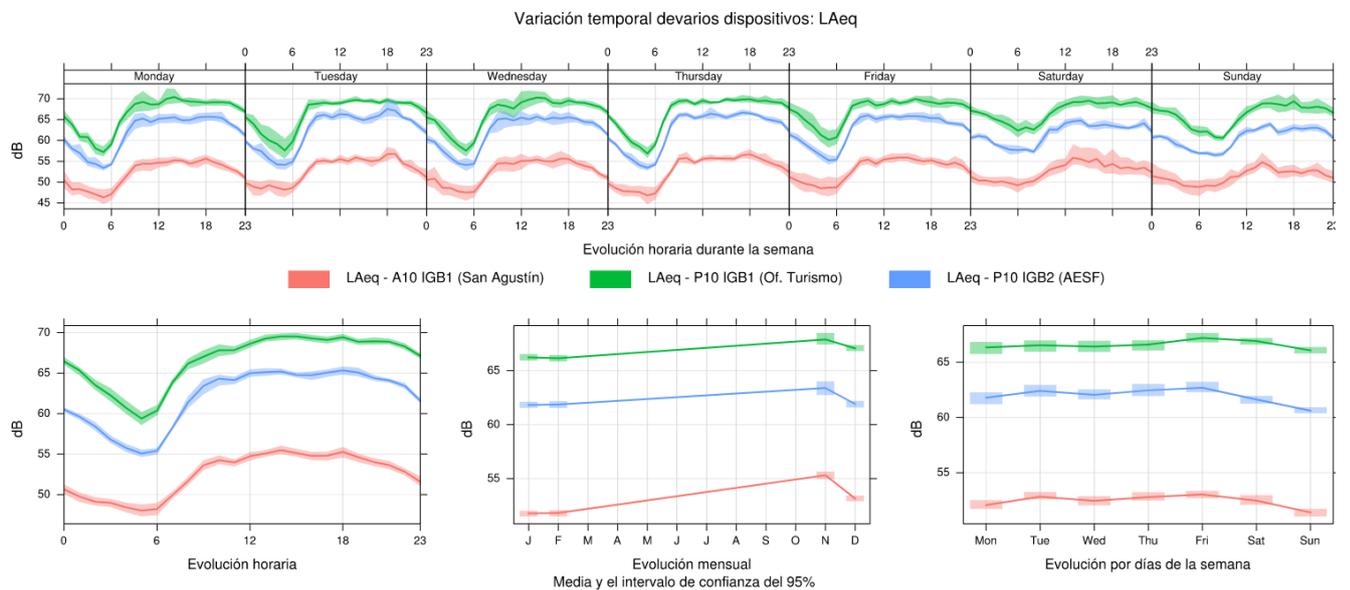
Para profundizar de forma efectiva en la posible incidencia de las obras en el entorno, se procede a analizar la variación temporal en el mes y a origen.



Variación temporal febrero 2020:



Variación temporal a origen (noviembre 2019):



En las gráficas se representa tanto el valor medio, línea continua, como el intervalo de confianza del 95%, zona sombreada en el color identificativo de cada sonómetro.



Se aprecia que la evolución temporal durante febrero es muy similar a los registros a origen.

La evolución semanal es muy similar cada día de la semana, con una marcada zona valle que se inicia a partir de las 22:00, registrando los valores mínimos en torno a las 06:00. A partir de esta hora se incrementa la presión acústica, estabilizándose los niveles sonoros a lo largo del día y la tarde. Los fines de semana, incluso la noche del jueves al viernes, el descenso nocturno es menos acusado, aunque el incremento diurno no se empieza a ser evidente hasta las 09:00.

Tal y como se aprecia en la gráfica de variación temporal se registran valores más elevados tanto en el punto de control de P10 IGB1, localizado en la oficina de turismo, como en el P10 IGB2, situado en la AESF, frente al localizado en el Colegio San Agustín (A10 IGB1). Este comportamiento es análogo al documentado para la situación preoperacional en el Mapa de Ruido 2016 del Ayuntamiento de Madrid.

Los valores medios, correspondientes al periodo diurno, son:

- Oficina de Turismo: 67 dB(A)
- Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria: 65 dB(A)
- Colegio San Agustín: 55 dB(A)

Los objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes, conforme se establecen en el documento "Áreas Acústicas de Madrid 2018", son:

ÁREA ACÚSTICA	ÍNDICE DE RUIDO dB(A)		
	L _d	L _e	L _n
Tipo A	65	65	55
Tipo C	73	73	63

Siendo las áreas tipo "A" las que su uso característico es el residencial, mientras que en las tipo "C" es recreativo y espectáculos.

Por tanto, los valores registrados, con la salvedad del de la oficina de turismo, cumplen los objetivos de calidad marcados para áreas acústicas tipo A.

La oficina de turismo en la que se ha instalado el punto de control P10 IGB1, se localiza en el Paseo de la Castellana, en las inmediaciones de la Plaza de Lima. En este punto, el Mapa de Ruido, un nivel continuo equivalente de 70-75 dB(A), por lo durante el mes de febrero se puede considerar que los resultados son mejores de lo esperables, estando incluso en línea del objetivo de calidad fijado en 65 dB(A).



Por todo ello, se desprende que la evolución de la presión sonora en el entorno se encuentra dentro de los parámetros esperables, sin que las obras supongan un empeoramiento de la calidad acústica de la zona.

8. Conclusiones.

A la vista de los resultados obtenidos, la mayor parte del tiempo, el 80%, el índice de calidad del aire ha sido aceptable o bueno, por lo que se considera que las obras de urbanización del PLAN ESPECIAL DE MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU no han supuesto un impacto significativo sobre la calidad del aire, ni sobre la exposición acústica de la población vulnerable, considerada como tal la que se encuentra en el entorno de 1 km alrededor de la obra.

Por tanto, la valoración ambiental global se considera conforme al Plan de Vigilancia Ambiental implantado.

Madrid, 02 de marzo de 2020