



Estudio sobre el impacto en el medio ambiente de las emisiones difusas de empresas del sector de áridos y las arcillas



Subvencionado por:



Realizado por:



Índice de contenidos

1.	Introducción.....	3
2.	Emisiones difusas en la Comunitat Valenciana	3
2.1.	Parámetros de medición.....	3
2.2.	Periodos de medición	4
2.3.	Límites de emisiones difusas	5
2.4.	Método de medición	5
3.	Análisis de las emisiones difusas en el sector.....	6
3.1.	Partículas sedimentables	8
3.2.	Partículas en suspensión totales.....	9
3.3.	PM10	10
3.4.	Visión general del estado del sector.....	11
4.	Impacto meteorológico e interferencias	11
4.1.	Estacionalidad	11
5.	Medidas correctivas	17
6.	Conclusiones	18

1. Introducción

Las mediciones de emisiones difusas tratan de determinar la concentración de partículas que una actividad industrial emite al medio ambiente. La contaminación por partículas afecta principalmente a la salud de las personas, aunque en menor medida también pueden alterar ecosistemas de regiones adyacentes a actividades industriales. Sin embargo, es muy difícil discriminar las contribuciones de una actividad industrial de otra si están muy próximas o incluso del propio fondo natural, generado por el viento.

En este estudio se analiza, en primer lugar, en qué consisten las mediciones de emisiones difusas de partículas en la Comunitat Valenciana. En segundo lugar, se examinan los resultados del periodo comprendido entre los años 2019 y 2022 en las instalaciones del sector de áridos y arcillas. En tercer lugar, mediante técnicas estadísticas y datos obtenidos de fuentes públicas, se trata de discriminar la proporción de la concentración debida a la propia actividad y a factores naturales (meteorología, estacionalidad e intrusiones saharianas). Por último, se ofrecen unas recomendaciones al sector de los áridos y arcillas para la reducción de sus emisiones difusas.

2. Emisiones difusas en la Comunitat Valenciana

El control de las emisiones en instalaciones con actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera en la Comunidad Valenciana está regulado de acuerdo con el *Decreto 228/2018, de 14 de diciembre, del Consell por el que se regula el control de las emisiones de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera*. El sector de los áridos y arcillas está compuesto por instalaciones cuyas emisiones de partículas son imposibles de canalizar debido a la propia naturaleza de su actividad productiva. Por tanto, el análisis del sector se reduce al estudio de las emisiones difusas.

Si bien el Decreto está orientado principalmente al control de las emisiones canalizadas, existe una parte relativa a las emisiones difusas que se reduce a un par de artículos y un anexo en los que se establecen los parámetros que medir, los periodos de medición y los valores límites de emisión en las instalaciones.

Las Entidades Colaboradoras en Materia de Calidad Ambiental (ECMCA) son las únicas entidades autorizadas para realizar las mediciones y deben estar acreditadas como laboratorios de ensayo y/o toma de muestras por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) en los parámetros que se realicen mediciones.

2.1. Parámetros de medición

En el Anexo VI del Decreto 228 se establece que los parámetros para medir en instalaciones que emitan partículas no canalizadas dependerán de la proximidad al núcleo residencial más

cercano. Si dicha distancia es menor de 500 metros se realizará un control de PM₁₀, es decir, partículas menores de 10 micras de diámetro. Si la distancia es mayor de 500 metros se realizarán controles de partículas sedimentables (PSED) y partículas en suspensión totales (PST).

No obstante, la administración se reserva el derecho de establecer en el documento normativo de cada instalación (autorización ambiental integrada o autorización de emisiones a la atmósfera) la obligación de realizar mediciones en continuo de PM₁₀.

Las partículas sedimentables son aquellas que depositan por efecto de la gravedad y se recolectan mediante un captador con un depósito colector de área conocida (ver Figura 1 izquierda). Las partículas caen en un frasco de unos 10 litros de capacidad que se cambia con la frecuencia indicada. La concentración se expresa en mg/m² día.

Las partículas en suspensión son aquellas que por su propia naturaleza se encuentran en suspensión en un movimiento browniano. Se recolectan mediante un captador de aspiración (ver Figura 1 derecha) funcionando a un caudal que se debe mantener estable (unos 30 m³/h) durante 24 horas en un filtro de unos 150 mm de diámetro de fibra de vidrio o cuarzo. La concentración se indica en µg/m³.

Las PM₁₀ son partículas en suspensión de un diámetro inferior o igual a 10 µm. El principio de muestreo es muy parecido al anterior, pero con un captador especialmente diseñado para discriminar las partículas por su tamaño. Se utilizan filtros de 47 mm de diámetro de fibra de vidrio o cuarzo. El equipo debe funcionar a un caudal de 2,30 m³/h para que la eficiencia del cabezal se mantenga. La concentración se indica también en µg/m³.

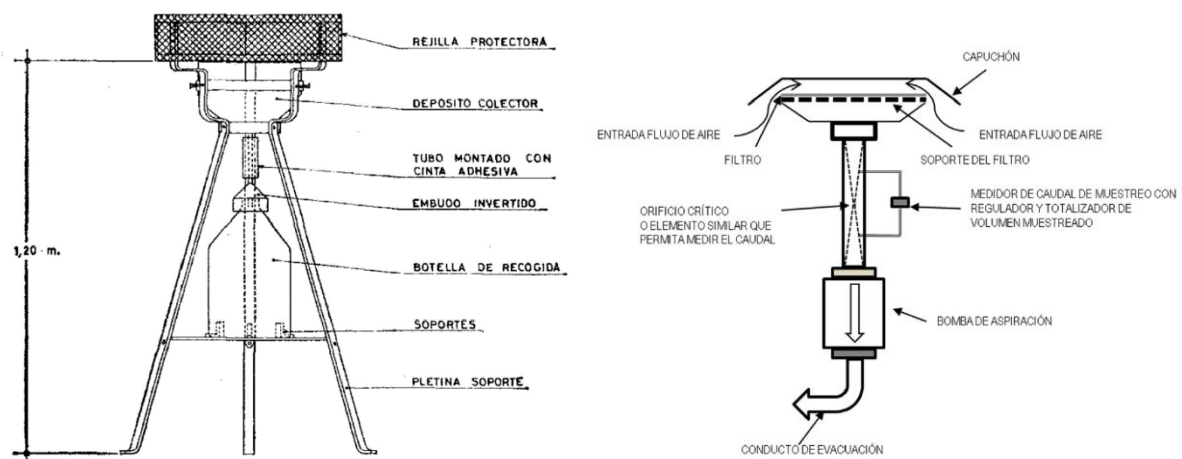


Figura 1 – Esquema de un captador de partículas sedimentables y un captador de partículas en suspensión totales. Instrucciones técnicas de la Comunidad de Madrid ATM-E-ED-04 y ATM-E-ED-03, respectivamente.

2.2. Periodos de medición

En el artículo 32 del Decreto 228 se establecen los periodos de medición para cada parámetro de los mencionados anteriormente:

- Partículas sedimentables: el muestreo consistirá en doce muestras por punto de medición de un mes cada una hasta completar el periodo de muestreo de un año natural.
- Partículas en suspensión totales y PM10: el muestreo consistirá en doce muestras válidas por punto de medición de 24 horas cada una en jornadas laborables durante tres semanas consecutivas. La validez de la muestra dependerá de la presencia de condiciones meteorológicas extraordinarias (precipitaciones, intrusiones saharianas...).

Estas mediciones se tienen que realizar anualmente, a no ser que se especifique otra periodicidad en el documento normativo de aplicación de cada instalación.

2.3. Límites de emisiones difusas

En el Anexo VI del Decreto 228 se establecen los valores límite a aplicar para actividades que emitan partículas no canalizadas, reproducidos en la Tabla 1.

Parámetro	Concepto	Valor límite de emisión
Partículas sedimentables	Concentración media en 24 horas	300 mg/m ²
Partículas en suspensión totales	Media aritmética de los valores medios diarios registrados durante el periodo de muestreo	150 µg/m ³
	Máximo de todos los valores medios diarios registrados durante el periodo de muestreo	300 µg/m ³
PM10	Valor límite diario (periodo de promedio 24 h), que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año. En el caso de periodos de muestreo inferiores al año, no se podrá superar un percentil 90,4	50 µg/m ³
	Valor límite anual (periodo de promedio 1 año civil)	40 µg/m ³

Tabla 1 – Valores límites de emisiones difusas para cada uno de los parámetros analizados.

Cabe mencionar que para PSED, aunque los controles están definidos como doce muestreos, el cumplimiento se da a cada uno de los muestreos por separado, no al control a diferencia de PST y PM10.

2.4. Método de medición

En el artículo 18 del Decreto 228 se establece que las tomas de muestras y análisis se efectuarán siguiendo los métodos establecidos en la normativa sectorial aplicable o, en su defecto, el orden de prioridad de normas UNE-EN-ISO, UNE-EN, EN y UNE. En ausencia de estas, se seguirán otras normas internacionales y nacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

Por tanto, el método de medición para PM10 es el de la norma UNE-EN 12341:2015. Para los demás parámetros (PSED y PST) y ante la ausencia de normas, se debe utilizar algún método

de ámbito nacional. Por ejemplo, los reflejados en la *Orden de 10 de agosto de 1976 por la que se establecen las normas técnicas para el análisis y valoración de los contaminantes de naturaleza química presentes en la atmósfera* o en las instrucciones técnicas de otras comunidades autónomas, como Madrid, Andalucía, Cataluña o Castilla-La Mancha.

3. Análisis de las emisiones difusas en el sector

Desde la entrada en vigor del Decreto 228 a mediados de diciembre del 2018, las instalaciones del sector de áridos y arcillas han realizado mediciones de acuerdo con lo expuesto en la sección anterior. En este estudio se han analizado las mediciones del periodo entre enero del 2019, justo tras la entrada en vigor, y agosto del 2022, las últimas mediciones realizadas antes de la realización del presente informe.

Parámetro	Nº de controles	Nº de muestreos	Nº de muestras
PSED	76	729	2.344
PST	56	673	1.790
PM10	19	228	552
Total	151	1.630	4.686

Tabla 2 – Datos de los controles, muestreos y muestras analizadas desglosados por parámetro.

Concretamente, se han analizado los resultados de 32 instalaciones distribuidas a lo largo de la geografía valenciana como se puede apreciar en la Figura 2. Los datos desglosados por parámetros se encuentran en la Tabla 2, donde se han descartado aquellas muestras no válidas, de acuerdo con la sección 2.3. Un muestreo tiene un mínimo de dos puntos de medición simultáneos y hasta un máximo de seis. También, se han analizado controles de partículas sedimentables incompletos, es decir, sin haber completado las doce muestras anuales.

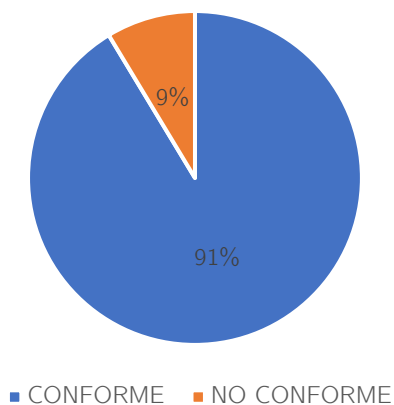
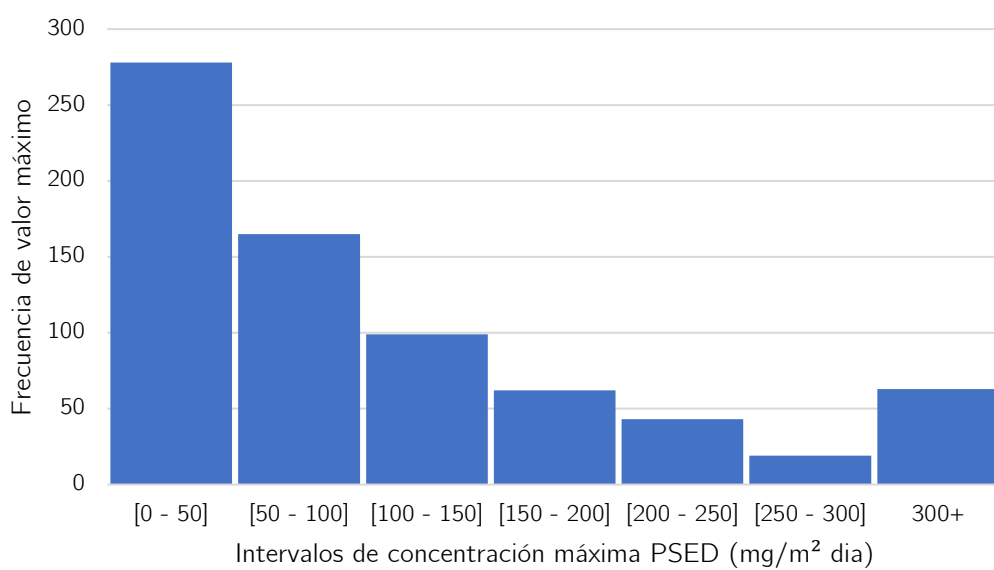
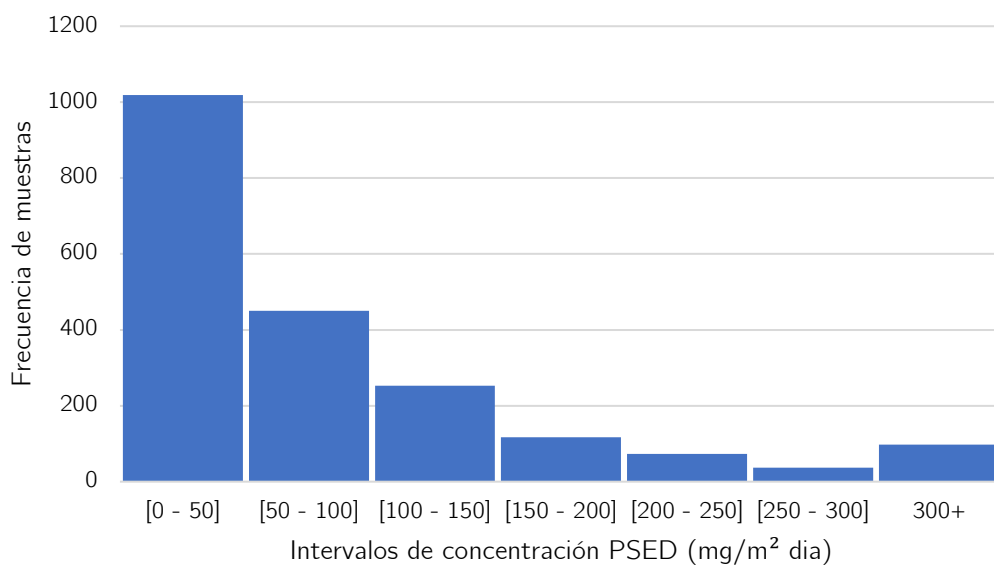
Para cada uno de los parámetros se ha analizado en varios histogramas las frecuencias de las concentraciones de las muestras y de aquellos conceptos para establecer la conformidad de un control, es decir, la evaluación del cumplimiento con los valores límites de emisiones difusas de la sección 2.3.

Por último, se extraen conclusiones basadas en los resultados expuestos que permiten obtener una visión global del estado de cumplimiento con la legislación vigente del sector de áridos y arcillas.

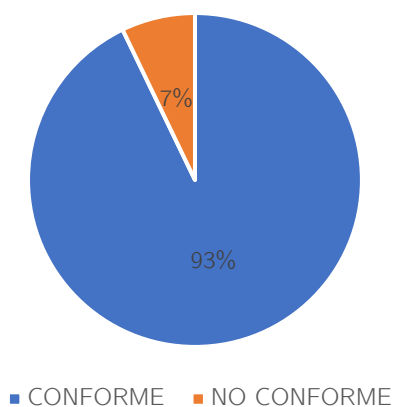
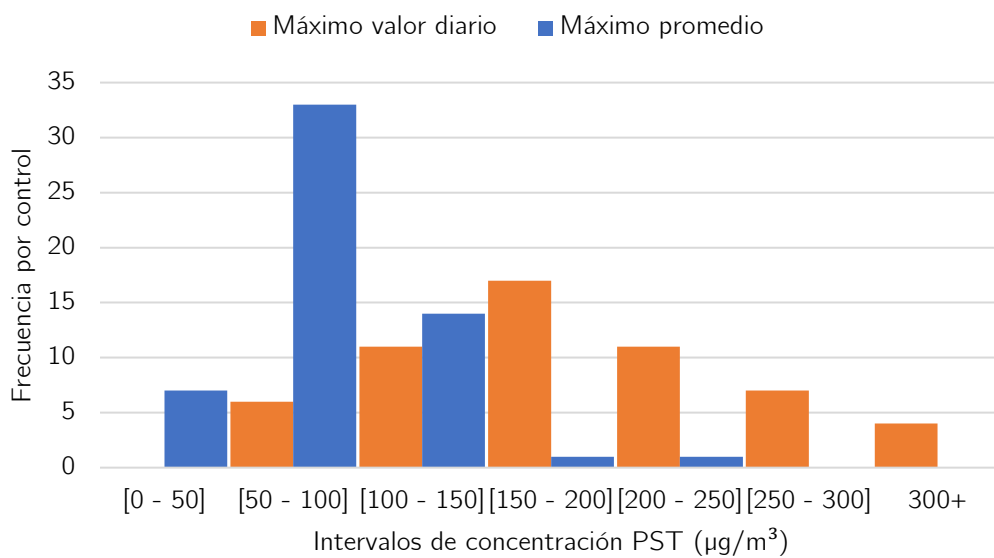
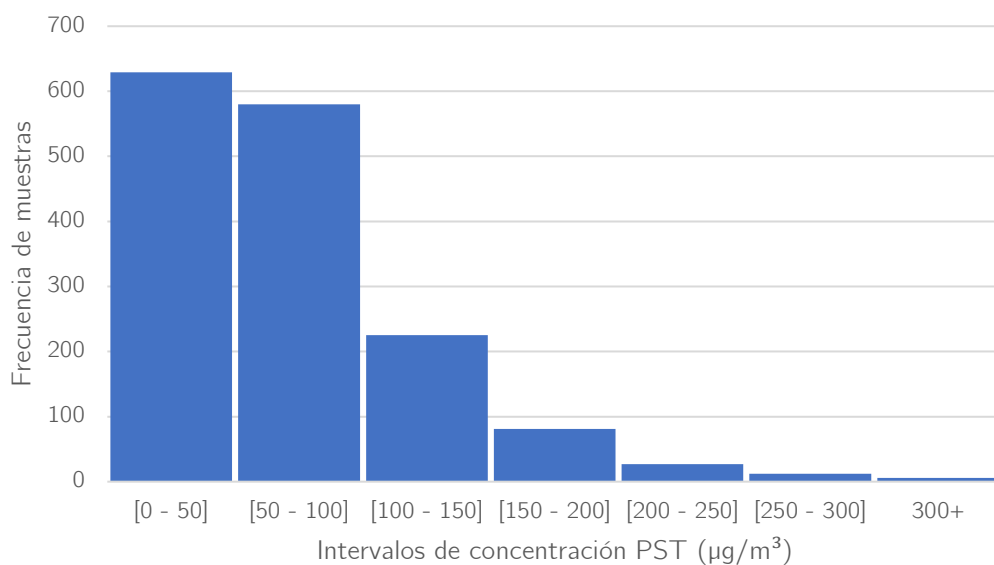


Figura 2 – Mapa de la ubicación de las instalaciones analizadas (visor de la Generalitat Valenciana)

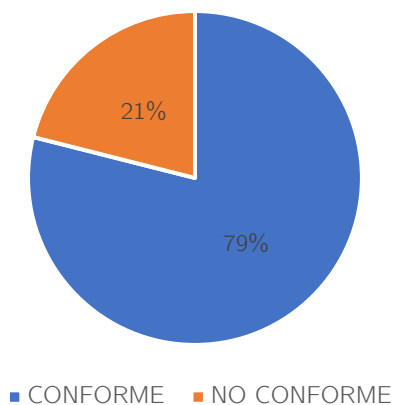
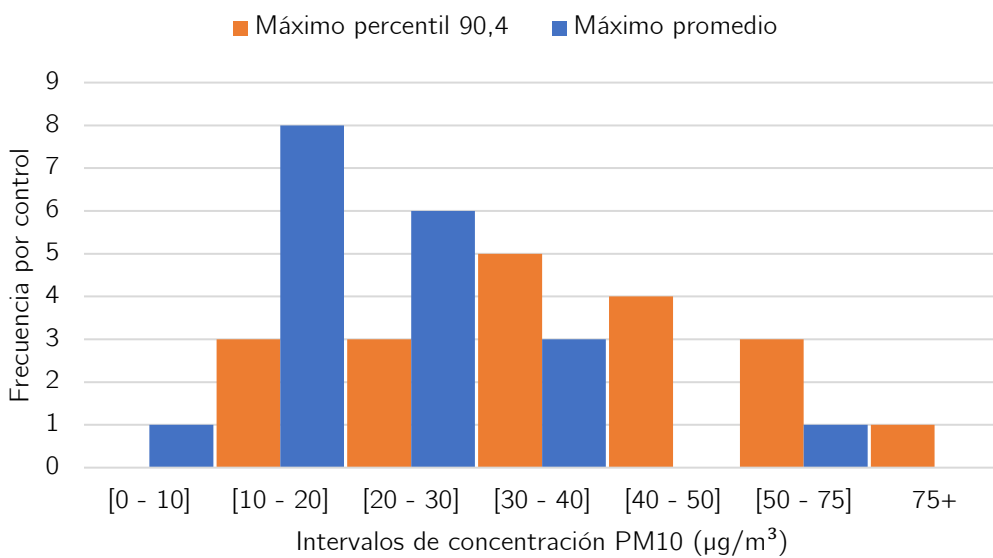
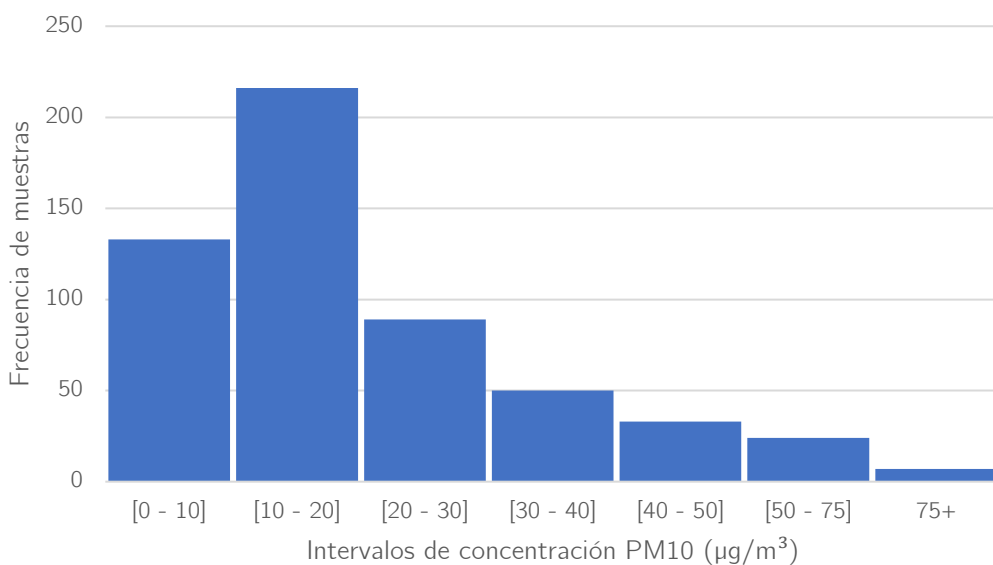
3.1. Partículas sedimentables



3.2. Partículas en suspensión totales



3.3. PM10



3.4. Visión general del estado del sector

Como se ha podido observar en las diferentes estadísticas, el grado de cumplimiento de las instalaciones del sector de áridos y arcillas es muy alto, especialmente para los parámetros de PSED y PST, donde el porcentaje de controles no conformes está por debajo del 10 %. En cambio, para PM10 este porcentaje es de aproximadamente un 20 % de los controles analizados, es decir, 4 de 19. El tamaño de la muestra es claramente inferior a los otros parámetros.

En el análisis de PSED podemos comprobar en el primer histograma que el 90 % de las muestras se encuentra por debajo de los 200 mg/m² día y tan solo un 5 % de las muestras se encuentra por encima del valor límite. En el caso del valor máximo de concentración para cada muestra, segundo histograma, el 82 % se encuentra por debajo de 200 mg/m² día.

Los números son claramente mejores en el caso de PST. El primer histograma indica que el 92 % de las muestras se encuentra por debajo de 150 µg/m³ y menos del 1 % se encuentra por encima del valor límite para el máximo diario. El segundo histograma ofrece datos igualmente satisfactorios, con un 93 % de los máximos y un 96,5 % de los promedios de cada control por debajo de los valores límites.

Por último, para PM10 se puede realizar una lectura similar. Por una parte, el 95 % de las muestras se hallan por debajo de la concentración límite diaria, es decir, 50 µg/m³. Por otra parte, el 80 % del percentil 90,4 y el 95 % del promedio de cada control se encuentran por debajo de sus respectivos valores límites.

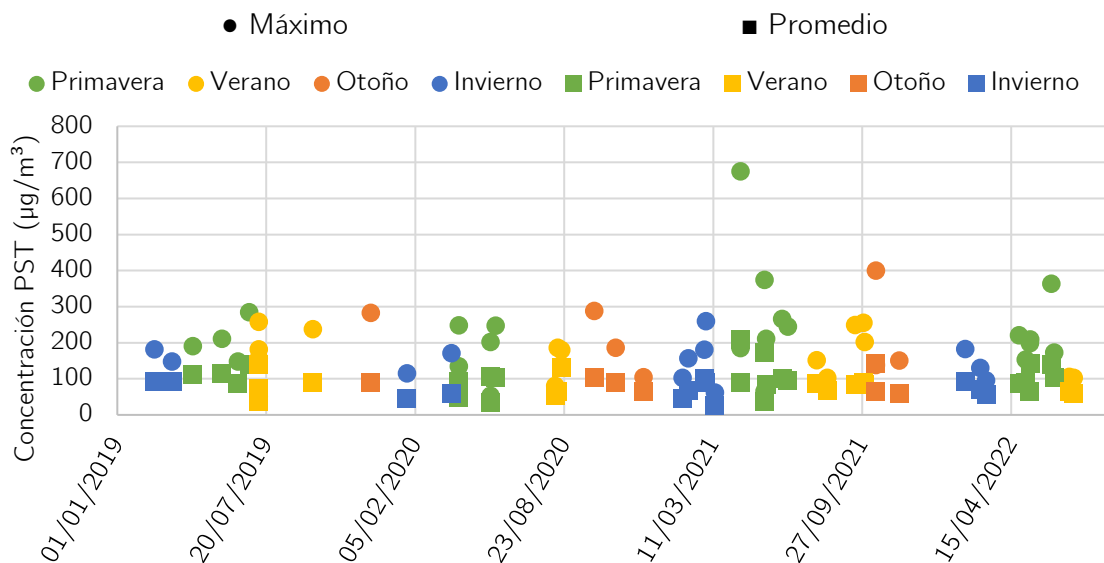
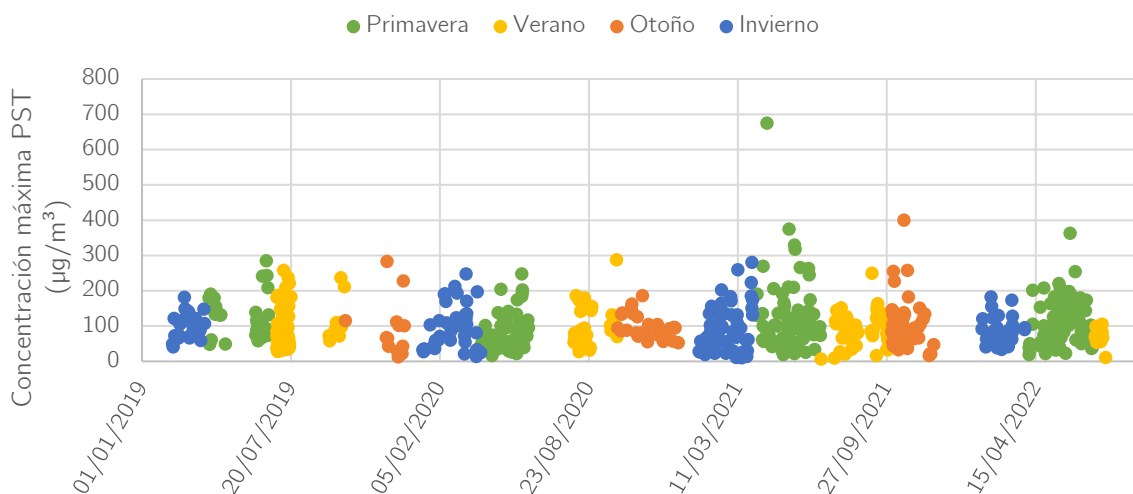
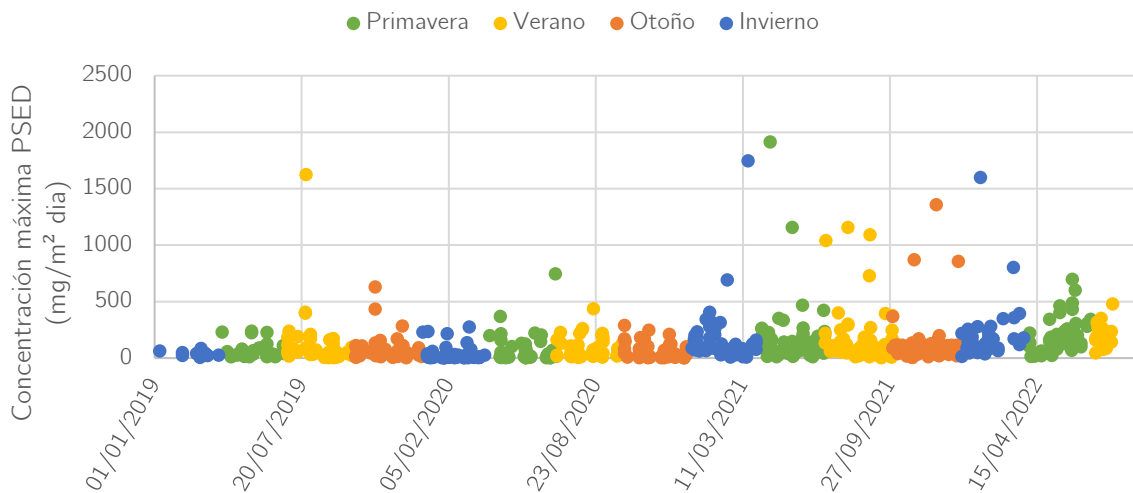
4. Impacto meteorológico e interferencias

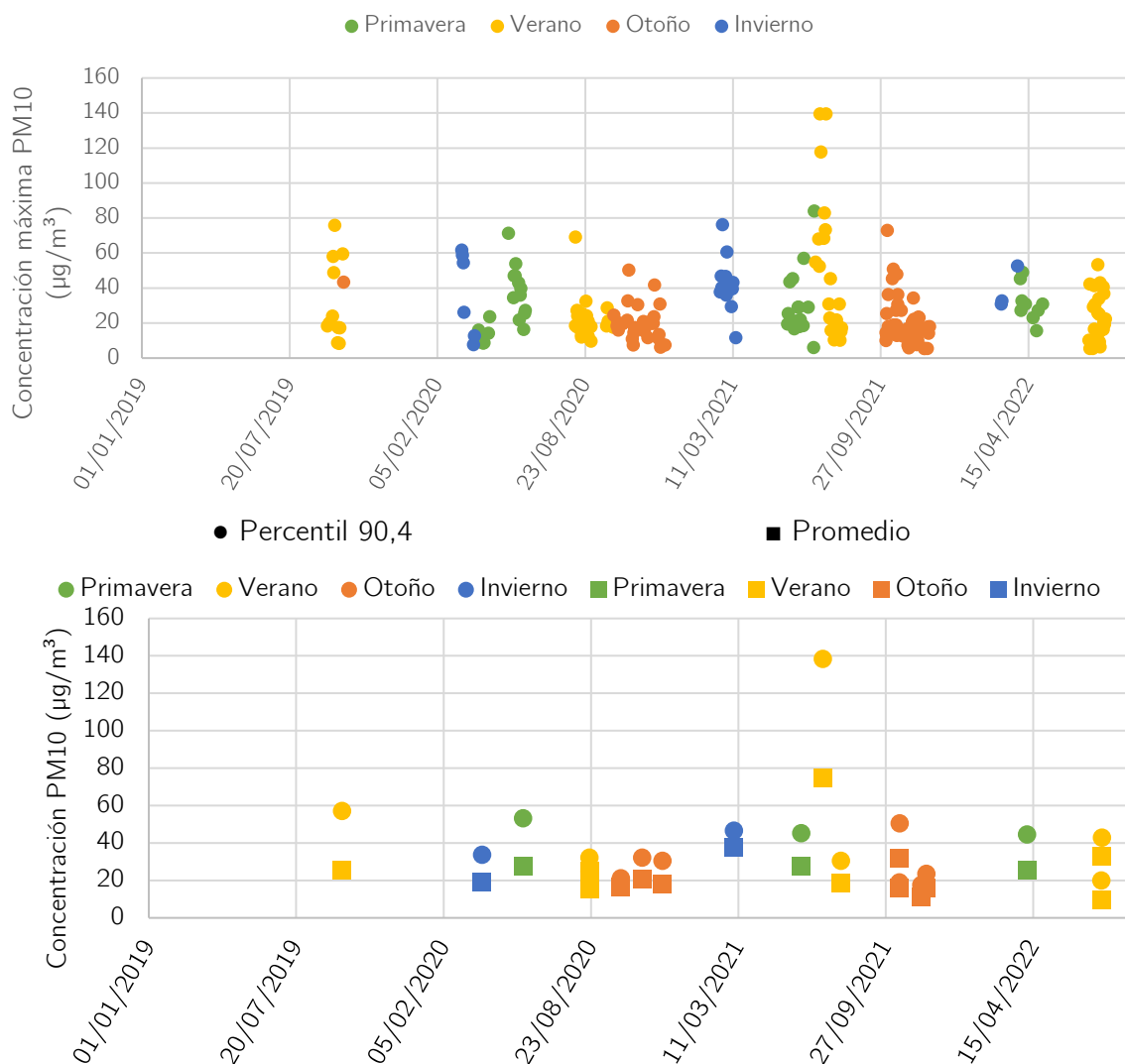
En esta sección se va a hacer un análisis de las posibles influencias en los resultados de mediciones de las emisiones difusas de los parámetros meteorológicos y de interferencias ya sea de origen natural, como las intrusiones saharianas, o por actividades cercanas, como quemas de rastrojos, actividades industriales o actividades de cultivo.

4.1. Estacionalidad

Uno de los factores que a priori puede parecer que juega un papel importante en que haya un mayor número de no conformidades de los controles es en la época del año en que se realizan las mediciones. En el caso de PSED este no es un factor determinante ya que se realizan mediciones durante todo el año.

A continuación, se representan los resultados de concentración para cada parámetro de acuerdo con la fecha en la que se han realizado las recogidas. Para PSED se ha utilizado la fecha entre la puesta y la recogida de los frascos colectores. Se ha identificado mediante colores las estaciones del año que corresponden a cada muestreo.





En la siguiente tabla, se dan valores medios de los resultados de los muestreos y de los controles para PST (máximo y promedio) y PM10 (percentil y promedio).

Parámetro	Concepto	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
PSED	Máximo (mg/m ² día)	135,77	132,95	92,83	122,72
	Superaciones	18	16	6	11
PST	Máximo (µg/m ³)	230,35	166,97	221,69	149,09
	Promedio (µg/m ³)	102,73	79,07	88,18	70,71
	Superaciones	3	0	1	0
PM10	Percentil 90,4 (µg/m ³)	47,70	49,41	27,77	40,15
	Promedio (µg/m ³)	27,02	28,76	18,61	28,49
	Superaciones	1	2	1	0

Tabla 3 - Promedios de los principales valores para evaluar la conformidad de los controles de emisiones difusas y el número de superaciones de valores límite

A primera vista no parece haber una correlación significativa entre la época del año y los resultados de concentración. Para PSED, primavera y verano son las estaciones donde se producen mayores superaciones de los valores límite y el valor medio máximo es el más elevado. Se obtienen resultados similares para PM10. En cambio, en PST se obtienen mayores resultados anómalos de concentración en primavera e inicios de otoño, siendo la primera la estación donde se produce el mayor número de superaciones.

Por tanto, no parece haber una diferencia significativa entre estaciones para la realización de los muestreos. El efecto es muy leve, aunque se ha podido apreciar que la primavera es la estación en la que se obtienen efectos más desfavorables.

4.2. Intrusiones saharianas

Debido a la extensión del desierto del Sahara y a la proximidad respecto a los países de la Unión Europea, los episodios de intrusiones de partículas pulverulentas procedentes del continente africano se predicen desde el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y se monitorizan mediante la red de estaciones de vigilancia que tiene desplegada por toda la geografía española.

En marzo de cada año se publica un informe resumen de todos los episodios naturales ocurridos el año anterior y los descuentos que hay que aplicar a las concentraciones de los controles de PM10 dependiendo de la zona donde se realiza. Debido a que se publica un año después, los resultados de los controles deben ser revisados una vez publicado el estudio para descartar superaciones debidas a fenómenos naturales.

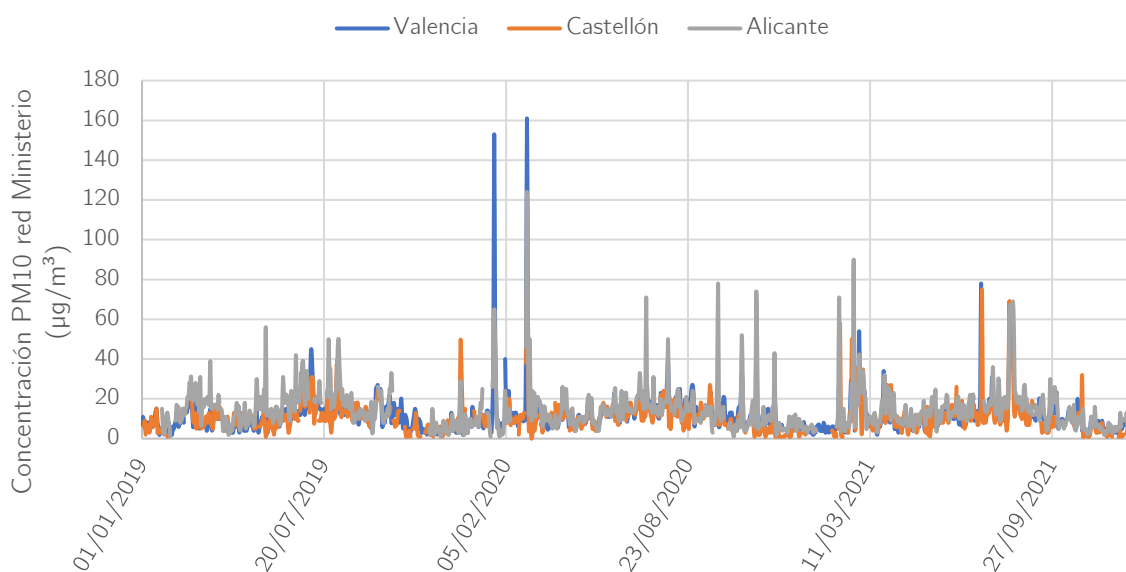


Figura 3 – Resultados de concentración de PM10 medidos por la red del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico en el periodo del estudio para las tres provincias valenciana

En la Figura 3 se observa la concentración medida en las tres estaciones del Ministerio y cómo en días concretos se producen resultados de fondo por encima del valor límite diario pudiendo llegar a alcanzar en algunos días concretos valores de más de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tres veces el valor límite. Por tanto, la conformidad de los controles afectados puede verse comprometida y los descuentos se hacen necesarios para tratar de discriminar el efecto de las emisiones debido a la actividad de la instalación de las emisiones debidas a los episodios naturales.

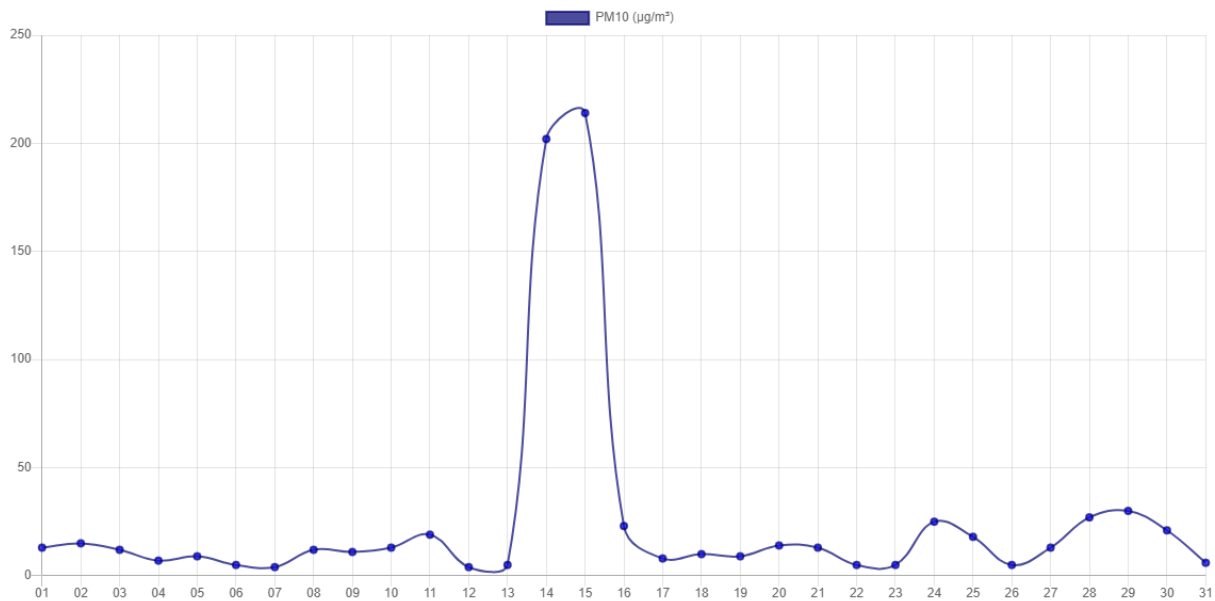


Figura 4 - Resultados de concentración de PM10 medidos por una estación de la red valenciana de vigilancia y control de la contaminación atmosférica en marzo de 2022

La Generalitat Valenciana cuenta con una red de estaciones repartidas por toda la geografía valenciana que permite realizar un seguimiento de los contaminantes atmosféricos más importantes. El organismo autonómico está trabajando para poder ofrecer resultados de descuento de PM10 que permita anticiparse a la aparición de estos episodios de intrusiones. En la Figura 4, se puede apreciar cómo esta red también es capaz de medir el fondo de partículas PM10 y ofrece resultados públicos. Por ejemplo, en el mes expuesto se observa que el fondo de PM10 para los días 14 y 15 es muy elevado, alcanzando valores de concentración por encima de los 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la Tabla 4 se puede observar cómo, al aplicar los descuentos que ofrece el Ministerio, todos los valores de percentil y promedio decrecen hasta un 9 % para el primero y un 17 % para el segundo. Además, uno de los controles no conforme pasa a ser ahora conforme, reduciendo el porcentaje de superaciones de controles en un 15 %, frente al 21 % inicial.

Parámetro	Concepto	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
PM10	Percentil 90,4 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	47,10	47,02	27,12	36,60
	Promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	25,47	26,79	17,29	23,69
	Superaciones	1	1	1	0

Tabla 4 – Promedios de los principales valores para evaluar la conformidad de los controles de PM10 y el número de superaciones de valores límite tras aplicar los descuentos por intrusiones naturales

Por último, englobado en las predicciones que realiza el Ministerio, hay modelos que se encargan de predecir la concentración de polvo atmosférico total y los depósitos húmedos y secos que afectan a PST y PSED, respectivamente. Sin embargo, no existen procedimientos para la cuantificación de un fondo de estos parámetros que permita obtener unos descuentos en las concentraciones diarias.

4.3. Variables meteorológicas

En esta sección, se estudia la influencia que pueden tener las principales variables climáticas sobre los resultados de concentración de los controles de emisiones difusas. Se han utilizado los datos ofrecidos por las estaciones más cercanas a cada instalación que integran la red SiAR del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y que gestionan los diferentes organismos autonómicos. En la Figura 5 se puede apreciar la ubicación de cada una de las estaciones consideradas para el estudio.



Figura 5 - Ubicación de las estaciones consideradas para el estudio (visor de la Generalitat Valenciana)

Aunque por procedimiento interno de Argano Asesores se colocan estaciones propias en cada instalación, algunos de los controles analizados no disponen de datos meteorológicos propios y, por tanto, se analizan mediante los mismos datos para evitar discrepancias.

Las variables climáticas diarias estudiadas son:

- Temperatura: media, máxima y mínima
- Humedad: media, máxima y mínima
- Velocidad de viento: media y máxima
- Precipitaciones totales

Tras correlacionar estas variables con los resultados de concentración de los principales parámetros, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Partículas sedimentables: están correlacionadas con las precipitaciones, humedades y temperaturas máximas y mínimas. El grado máximo de correlación es de un 20 %.
- Partículas en suspensión totales: están correlacionadas con las humedades y temperaturas máximas y mínimas y la velocidad del viento. El grado máximo de correlación es de un 15 %.
- PM10: están correlacionadas con las humedades y temperaturas medias y mínimas y la velocidad del viento. El grado máximo de correlación es de un 30 %.

Las correlaciones son pobres, lo que indica que el posible efecto que las variables climáticas tienen sobre los resultados es pequeño y que otras causas tienen mayor peso en esta influencia.

5. Medidas correctivas

Con el fin de poder ofrecer medidas correctivas que se adapten a las necesidades de las empresas, se propone una clasificación de actividades generadoras de polvo en función del alcance físico que dichas emisiones pueden tener en las instalaciones.

Así, la clasificación consta de dos grupos de actividades generadoras, de alcance total, y de alcance puntual. Se entienden por actividades de alcance total aquellas que generan emisiones pulverulentas en gran parte o en la totalidad de la superficie de las instalaciones. Por su parte, se entiende por actividades de alcance puntual aquellas que generen polvo en una zona concreta de las instalaciones.

ÁMBITO GENERAL	Rodadura de vehículos	Mantener el suelo húmedo mediante regado constante.
	Acopios	Protección de los acopios de la acción del viento mediante cercado perimetral.
		Tapado con lona de los acopios mientras no se realicen trabajos.
		Sistemas de regado o pulverizado que mantengan húmeda la capa superior de los acopios.
ÁMBITO PUNTUAL	Operaciones de trituración	Carenado de la máquina de trituración.
		Filtro de mangas del proceso de triturado.
	Voladuras	Humidificación previa de la zona a operar.
		Sistema de pulverizado en la zona de acción.
	Salto de cinta transportadora a acopios.	Sistema de pulverizado en la zona de acción.

Tabla 5 – Compendio de medidas correctoras recomendadas por el alcance de la actividad pulverulenta

6. Conclusiones

En este estudio se ha realizado un análisis de las emisiones difusas del sector de los áridos y arcillas en la Comunitat Valenciana durante el periodo comprendido entre enero del 2019 y agosto del 2022, obteniendo resultados ampliamente satisfactorios para todos los parámetros evaluados.

También se investigan las posibles fuentes de intrusión de carácter natural, llegando a cuantificarlas para el caso de PM10 y ofreciendo resultados corregidos que mejoran la primera impresión del sector. Se dan correlaciones de los principales parámetros meteorológicos con las concentraciones que apuntan a que la influencia de estos no es muy importante.

Por último, se dan una serie de recomendaciones sobre las medidas correctivas a aplicar en las instalaciones del sector para reducir las emisiones difusas tratando de optimizar los recursos utilizados.