

# Vigilancia ambiental y de aguas residuales

## Resumen relativo al SARS-CoV-2

Versión preliminar, 6 de diciembre de 2024



En este documento se proporciona información sobre la vigilancia ambiental y de aguas residuales (VAAR) para la detección del SARS-CoV-2. Debe utilizarse junto con la guía que lo acompaña, "*Vigilancia ambiental y de aguas residuales para la detección de uno o varios patógenos*", que incluye información general y transversal (disponible [aquí](#)). Excepto en donde se cita un recurso distinto, la información se ha extraído de las fuentes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos disponibles públicamente y vigentes al momento de redactar este documento. <sup>1-4</sup>

### La VAAR para la detección del SARS-CoV-2: aspectos principales

- El SARS-CoV-2 sigue teniendo una gran importancia para la salud pública, incluso como amenaza con potencial pandémico.
- Existen pruebas sólidas de que, en los entornos con alcantarillado, la VAAR relativa al SARS-CoV-2 proporciona información con un alto valor relativo que permite tomar medidas, además de aportar viabilidad técnica y operacional, y aceptabilidad.
- Sin embargo, con algunas excepciones sobresalientes, no se ha integrado ampliamente en la vigilancia y la respuesta ante la COVID-19 y las enfermedades respiratorias, al igual que la VAAR multiobjetivo.
- Las limitadas pruebas disponibles indican que en los entornos sin alcantarillado la VAAR relativa al SARS-CoV-2 tiene un potencial moderado.
- La innovación y las mejoras continuas en el muestreo y en los procedimientos analíticos y de laboratorio multiobjetivo mejorarán la eficacia en función de los costos y las aplicaciones en diversos entornos.

Cuadro 1: Evaluación general de los principales criterios de la VAAR relativa al SARS-CoV-2 (con y sin alcantarillado)<sup>a, b</sup>

Entorno	Evaluación categorial (EC)		Importancia para la salud pública	Aplicabilidad / Valor relativo	Viabilidad técnica	Viabilidad operacional	Aceptabilidad	Optimización	
	Solidez de la Evidencia (SE)							Respuesta integrada a la enfermedad	VAAR multiobjetivo
Con alcantarillado	EC	[Alta]	[Alta]	[Alta]	[Alta]	[Alta]	[Alta]	[Alta]	[Alta]
	SE	[Sólida]							
Sin alcantarillado	EC	[Intermedia]	No diferenciado en función del alcantarillado	[Alta]	[Alta]	[Alta]	[Alta]	[Alta]	[Alta]
	SE	[Insuficiente]							

Clave:

**1. Evaluación categorial (EC) de los criterios**

Categoría	Código	Descripción
Alta	[Alta]	Se evalúa que el criterio se cumple al más alto nivel
Intermedia	[Intermedia]	Se evalúa que el criterio se cumple a un nivel intermedio (puede que no se cumplan todos los subcomponentes del criterio)
Baja	[Baja]	Se evalúa que el criterio se cumple a un nivel bajo
No es compatible	[No es compatible]	Se evalúa que el criterio no es compatible
No aplica	[No aplica]	El criterio no aplica O BIEN no puede evaluarse debido a que no se cuenta con suficiente evidencia

**2. Solidez de la evidencia (SE)**

Grado de solidez de la evidencia	Código	Descripción
Sólida	[Sólida]	Pruebas coherentes de alta calidad, de múltiples estudios o contextos relevantes, a gran escala, durante un periodo prolongado; incluyen pruebas procedentes de programas, no solo de estudios de investigación o proyectos breves.
Moderadamente sólida	[Moderadamente sólida]	Se dispone de pruebas relevantes, pero no cumplen los criterios para la clasificación como "sólidas" <sup>c</sup> .
Insuficiente	[Insuficiente]	Las pruebas no son suficientes y es necesario realizar más estudios o evaluaciones.

<sup>a</sup> En la guía "Vigilancia ambiental y de aguas residuales para la detección de uno o varios patógenos" se incluye una descripción más detallada de los criterios utilizados para evaluar la aplicabilidad de la VAAR para detectar un patógeno específico, así como los métodos utilizados para evaluarlos. La evaluación presentada en el cuadro 1 constituye un resumen a escala mundial; sin embargo, la evaluación a escala nacional puede diferir.

<sup>b</sup> El término "entornos con alcantarillado" se refiere a sistemas cerrados de alcantarillado reticulado. El término "entornos sin alcantarillado" se refiere a los entornos que no "están alcantarillados", como los desagües abiertos y los puntos de muestreo comunitarios. En cuanto a los pequeños tanques sépticos individuales instalados en casas o edificios, no es viable muestrearlos individualmente y no se consideran aquí por separado. Hasta la fecha, la mayoría de las pruebas procedentes de la VAAR corresponden a entornos con alcantarillado reticulado, los cuales suelen ser entornos de ingreso alto. Sin embargo, los sistemas a los que tiene acceso gran parte de la población mundial son heterogéneos, sin alcantarillado, lo que repercute en la evaluación de las distintas categorías de VAAR.

<sup>c</sup> La evidencia clasificada como "moderadamente sólida" cumple con uno o varios de los siguientes criterios: no procede de numerosos entornos; se refiere a un periodo corto; no existen pruebas procedentes de programas; los resultados no son coherentes o de alta calidad.

## Resumen

- **El SARS-CoV-2** es un patógeno de gran **importancia mundial para la salud humana**, e incluso es importante en tanto que amenaza con potencial pandémico. También se han encontrado reservorios y posibles hospedadores animales.
- Entre las **redes mundiales de vigilancia** se cuentan el Sistema Mundial de Vigilancia y Respuesta a la Gripe ampliado (SMVRG ampliado), que integra la vigilancia de los patógenos respiratorios, y la Red mundial de lucha contra los coronavirus (CoViNet).
- **La VAAR proporciona a las autoridades de salud pública información que permite tomar medidas** sobre las tendencias de las variantes emergentes del SARS-CoV-2. Se ha utilizado junto con la vigilancia genómica clínica disponible (en los casos en que la hay) para fundamentar políticas sanitarias y orientar medidas de salud pública. El conocimiento de las tendencias en materia de infección de la población también ha sido útil y aplicable en algunos contextos.
- Es **técnicamente factible** monitorear las tendencias cuantitativas y genómicas del SARS-CoV-2 mediante la VAAR. Existen pruebas de una gran correlación entre los datos clínicos y los datos de VAAR en entornos con alcantarillado.
- Es **factible operacionalmente** cumplir los objetivos de vigilancia específicamente relacionados con la COVID como parte de programas de VAAR tanto ordinarios como ágiles, y existe una experiencia considerable a escala mundial al respecto.
- La vigilancia del SARS-CoV-2 a nivel de la población parece tener una aceptabilidad alta y puntuaciones positivas en lo que respecta a las principales cuestiones éticas, como el respeto, la transparencia, la justicia y la equidad, los beneficios para la población y la ausencia de daños. El costo de la VAAR es relativamente bajo en comparación con otras alternativas.
- **Oportunidades para integrar la vigilancia:**
  - La VAAR debe planificarse junto con la vigilancia multimodal basada en eventos y otros tipos de vigilancia del SARS-CoV-2, y la información debe visualizarse en cuadros de mando integrados a fin de facilitar la toma de decisiones oportuna.
  - La implementación de la VAAR para la detección de múltiples objetivos, incluido el SARS-CoV-2, ofrece la oportunidad de que la vigilancia sea rentable si se armonizan los flujos de trabajo. La VAAR para la detección de múltiples patógenos respiratorios (como la gripe y el virus respiratorio sincicial) puede proporcionar una vigilancia respiratoria integrada.
  - Puede aplicarse un enfoque multiobjetivo como parte de una VAAR ya sea ordinaria o ágil, y para mejorar la preparación y la capacidad de respuesta ante epidemias o pandemias locales.
  - La información secuencial procedente de la VAAR puede integrarse con los resultados derivados de las secuencias clínicas individuales para obtener una información combinada.

- **La mayoría de las pruebas publicadas a gran escala proceden de países de ingreso mediano y alto** con una elevada cobertura de sistemas de alcantarillado reticulado. Los datos procedentes de sitios centinela sin alcantarillado en países de ingreso bajo son escasos.
- A continuación se enumeran los **principales ámbitos en los que existen vacíos de conocimientos** y que exigen una mayor investigación aplicada:
  - La descripción y el cálculo del costo del valor que la VAAR añade a las prioridades actuales del SMVRG en materia de vigilancia centinela integrada, incluso como parte de la preparación para pandemias.
  - La viabilidad y las aplicaciones de salud pública en contextos que no están bien estudiados; en particular, en países de ingreso bajo, climas no templados y una serie de entornos sin alcantarillado.
  - Los recursos necesarios para iniciar y mantener una VAAR ordinaria o ágil, incluida la VAAR para la detección del SARS-CoV-2, y como parte de una VAAR multiobjetivo.

## Contenido

1.	Información general .....	1
1.1.	El virus, la enfermedad conexas y los factores de riesgo .....	1
1.2.	Carga mundial, distribución geográfica y estacionalidad.....	1
1.3.	Vías de transmisión <sup>4</sup> .....	2
1.4.	Hospedadores zoonóticos y posibles reservorios .....	2
1.5.	Potencial pandémico para el ser humano.....	3
2.	Información relacionada con el SARS-CoV-2 y las aguas residuales y ambientales .....	4
2.1.	Posibles vías de entrada a las aguas residuales y ambientales .....	4
2.2.	Persistencia, degradación y riesgo del SARS-CoV-2 infeccioso .....	4
2.3.	Experiencia de VAAR relativa al SARS-CoV-2 .....	5
3.	Vigilancia de la COVID-19 .....	6
3.1.	Vigilancia y respuesta general contra el SARS-CoV-2 o la COVID-19 .....	6
3.2.	Sistemas de vigilancia y fuentes de datos relacionados con la COVID-19 .....	6
4.	Objetivos de la VAAR y medidas de salud pública relacionadas .....	8
4.1.	VAAR ordinaria relativa al SARS-CoV-2 .....	8
4.2.	VAAR ágil (o reactiva) para la detección del SARS-CoV-2 y el riesgo pandémico del betacoronavirus. ....	8
4.3.	Posibles medidas de salud pública derivadas de la adición de la VAAR relacionada con el SARS-CoV-2 .....	9
5.	Consideraciones metodológicas adicionales sobre la VAAR relativa al SARS-CoV-2.....	10
5.1.	Métodos de muestreo .....	10
5.2.	Métodos de laboratorio e interpretación .....	10
5.3.	Informes y comunicaciones .....	11
5.4.	Aceptabilidad de la VAAR para la detección del SARS-CoV-2 .....	12
6.	Vigilancia integrada y consideraciones sobre la VAAR multiobjetivo.....	13
6.1.	Integración de la VAAR relativa al SARS-CoV-2 en la vigilancia y la respuesta contra la COVID-19 existentes.....	13
6.2.	Integración de la VAAR multiobjetivo en la VAAR dirigida a detectar el SARS-CoV-2.....	13
7.	Principales vacíos de conocimientos y esferas en las que se recomienda priorizar la investigación aplicada .....	14
	Anexo 1. Sistemas existentes de vigilancia del SARS-CoV-2.....	15
	Referencias.....	17

## 1. Información general

### 1.1. El virus, la enfermedad conexas y los factores de riesgo

El SARS-CoV-2 es un virus de ARN con envoltura de la familia *Coronaviridae*. La COVID-19, forma abreviada de "enfermedad por el coronavirus de 2019", es causada por la infección por SARS-CoV-2. El virus surgió como un nuevo agente patógeno humano a finales de 2019 en China, y se propagó rápidamente por todo el mundo. El 30 de enero de 2020, la OMS declaró una emergencia de salud pública de importancia internacional (ESPII) que se mantuvo hasta el 5 de mayo de 2023. Aún en la fase posterior a la emergencia, sigue siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad en todas las regiones, así como una amenaza mundial con potencial pandémico.

El tiempo transcurrido desde la exposición viral hasta el inicio de los síntomas en personas sintomáticas puede oscilar entre 1 y 14 días, habiéndose notificado un período de incubación más breve para las variantes ómicron en comparación con las variantes anteriores de SARS-CoV-2. La presentación clínica de la COVID-19 varía de asintomática a grave. La COVID-19 puede ser similar a otras enfermedades respiratorias comunes, como las causadas por el virus de la gripe y el virus respiratorio sincicial (VRS).

Las personas sintomáticas con COVID-19 pueden experimentar uno o varios de los siguientes síntomas: fiebre o escalofríos, tos, falta de aliento o dificultad para respirar, fatiga, mialgia (dolores musculares o corporales), dolor de cabeza, nueva pérdida del gusto o del olfato, dolor de garganta, congestión o goteo nasal, náuseas o vómito, o diarrea (esta lista no es exhaustiva). En casos graves, la COVID-19 puede provocar neumonía, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), insuficiencia orgánica e incluso la muerte, sobre todo en adultos mayores y personas con problemas de salud subyacentes. La infección por SARS-CoV-2 puede provocar una enfermedad poco frecuente pero grave como el síndrome inflamatorio multisistémico, que afecta tanto a niños como a adultos. En un subgrupo de personas infectadas, el SARS-CoV-2 también provoca síntomas multisistémicos persistentes, conocidos como afección pos-COVID-19 o COVID-19 prolongada. Debido a su reciente aparición, aún se desconocen las posibles secuelas a muy largo plazo.

El riesgo de un desenlace grave, como la hospitalización, el ingreso en cuidados intensivos o la muerte, aumenta con la edad. El riesgo de que la enfermedad sea grave es mayor en las personas con problemas de salud subyacentes, como, entre otros, cardiopatías, diabetes, enfermedades pulmonares o inmunodeficiencia, que en quienes no los padecen. El acceso a la información sanitaria relacionada con la COVID-19, las vacunas, los antiviricos contra la COVID-19 y los tratamientos de apoyo varían de un país a otro y dentro de cada uno de ellos. El riesgo de un desenlace grave se reduce en gran medida con la vacunación, la administración oportuna de antiviricos (si la persona reúne los criterios para ello) y el acceso a tratamientos de apoyo.

### 1.2. Carga mundial, distribución geográfica y estacionalidad

La COVID-19 está distribuida por todo el mundo y presenta una importante carga de morbilidad. En octubre de 2024, había más de 776 millones de casos confirmados de COVID-19 y se habían reportado a la OMS 7 millones de muertes<sup>5</sup>. Sin embargo, debido a que no se reportan todos los casos por diversas causas, el número real de casos y muertes es mucho mayor. En concreto, se cree que la mayor parte de la población mundial se ha infectado con el SARS-CoV-2 al menos una vez, aunque la mayoría de los casos no se reportan. Teniendo en cuenta el amplio alcance de la infección y los programas mundiales

de vacunación, puede afirmarse que es probable que la mayor parte de la población mundial se haya infectado y/o vacunado al menos una vez. Sin embargo, la inmunidad disminuye con el tiempo y es menos eficaz contra las nuevas variantes. El exceso de morbilidad y mortalidad también se debe a los efectos indirectos de la COVID-19 en el sistema de salud y en el acceso a los servicios de salud y la utilización de estos.

En la fase posterior a la emergencia, el SARS-CoV-2 sigue circulando a nivel mundial, por todas las regiones de la OMS. Las variantes circulantes actualmente son genéticamente distantes de la cepa antecesora procedente de Wuhan, ya que el SARS-CoV-2 sigue evolucionando, con los correspondientes cambios en la transmisibilidad, el escape inmunitario y la manifestación de la enfermedad. Los factores virológicos, los ambientales y los relativos al hospedador interactúan entre sí, dando lugar a oleadas recurrentes de infecciones que aún no son predecibles ni presentan patrones estacionales claros. Sigue existiendo el riesgo de que futuras variantes puedan causar una enfermedad más grave o extendida que las actuales.

En resumen, el SARS-CoV-2 circula por todo el mundo y seguirá propagándose, evolucionando genéticamente y causando, en el futuro previsible, una enfermedad persistente que trae consigo morbilidad, y, en algunos casos, muertes. La vigilancia del SARS-CoV-2 sigue siendo pertinente a escala mundial; en particular, la vigilancia genómica para monitorear la aparición y la propagación de mutaciones y variantes genéticas.

### 1.3. Vías de transmisión<sup>4</sup>

En los seres humanos, el SARS-CoV-2 se transmite principalmente de persona a persona a través de partículas respiratorias infecciosas. La exposición se produce por:

- La inhalación de gotículas respiratorias o partículas de aerosoles.
- El depósito de partículas respiratorias infecciosas de una amplia variedad de tamaños en las membranas mucosas de la boca, la nariz o los ojos, especialmente a través de salpicaduras y aerosoles como los procedentes de la tos o los estornudos.
- Tocar las mucosas con las manos u otros objetos que contengan partículas del virus SARS-CoV-2.

En ausencia de mascarillas con un ajuste apropiado, como P2, N95 u otras similares, cualquier persona en contacto con un hospedador infectado corre peligro. El pico de transmisibilidad parece producirse al principio del periodo infeccioso (antes de la aparición de los síntomas y hasta unos días después), pero las personas infectadas pueden liberar niveles considerables de virus infecciosos hasta 10 días después de la infección. Las personas infectadas por el SARS-CoV-2 pueden transmitir el virus incluso cuando son asintomáticas o presintomáticas.

La transmisión a través del agua potable y los alimentos no es significativa, y los riesgos de transmisión por fómites son bajos.

### 1.4. Hospedadores zoonóticos y posibles reservorios

El riesgo de transmisión zoonótica del SARS-CoV-2 al ser humano se considera bajo. En algunas situaciones, sobre todo durante un contacto cercano, las personas han contagiado el SARS-CoV-2 a determinados tipos de animales, como animales de compañía (perros y gatos), animales de zoológicos y

acuarios (grandes felinos, grandes simios y mustélidos), visones de granja y animales silvestres. Hay varios reservorios animales infectados, como visones, hámsters y ciervos, y existen informes de que en ellos se han registrado casos de transmisión zoonótica a personas en estrecho contacto, pero son raros<sup>6</sup>. La rata de alcantarilla (*Rattus Norvegicus*) constituye un reservorio animal de importancia para la VAAR<sup>7-11</sup>.

### 1.5. Potencial pandémico para el ser humano

Existen múltiples coronavirus, entre ellos el SARS-CoV-2 y el coronavirus causante del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV), que se considera que presentan un alto riesgo de causar una pandemia humana en el futuro<sup>12</sup>.

VERSIÓN PRELIMINAR

## 2. Información relacionada con el SARS-CoV-2 y las aguas residuales y ambientales

### 2.1. Posibles vías de entrada a las aguas residuales y ambientales

**Desprendimiento humano:** Aunque los patrones individuales de desprendimiento tras una infección aguda varían ampliamente, múltiples estudios han demostrado que existe una elevada correlación entre los datos de casos reportados y los niveles cuantitativos en las aguas residuales, y entre la proporción de variantes detectadas por la vigilancia clínica y las aguas residuales a nivel poblacional<sup>13</sup>. Las personas infectadas por el SARS-CoV-2, tanto asintomáticas como sintomáticas, pueden desprender viriones y ARN viral en las heces, en secreciones respiratorias como el esputo y la saliva y, en niveles más bajos, en la orina<sup>13,14</sup>. Las secreciones respiratorias y nasofaríngeas pueden entrar en las aguas residuales ya sea directamente o a través de la saliva y los esputos ingeridos. Un metaanálisis temprano (2020) de la pandemia encontró muestras de heces o de hisopos anales positivas para el SARS-CoV-2 en el 52% de 2.149 pacientes, y los resultados fueron positivos durante 12,5 días en promedio (van Doorn *et al.* 2020). Estas cifras son similares a las arrojadas por un metaanálisis que analizó datos de 2.352 pacientes hospitalizados con COVID-19, según el cual la prevalencia combinada de ARN fecal fue del 46,8% (intervalo de confianza [IC] del 95%; 38,3% a 55,4%)<sup>15</sup>. Las heces parecen ser el principal contribuyente en las muestras de aguas residuales comunitarias<sup>16</sup>.

Los niveles individuales de desprendimiento y la duración del desprendimiento también dependen del tipo de variante de SARS-CoV-2, la edad, el estado de la enfermedad y el estado de vacunación (Cevik *et al.* 2021; Prasek *et al.* 2023). Estos factores, a su vez, influyen en los patrones de desprendimiento específicos de la comunidad<sup>17</sup>. Un metaanálisis de 79 estudios sobre el desprendimiento llevados a cabo en la fase pandémica temprana hasta mediados de 2020 arrojó resultados similares en lo que respecta a la duración media de la eliminación de ARN por el tracto respiratorio superior y las heces: 17,0 días (IC del 95%: 15,5 a 18,6) y 17,2 (14,4 a 20,1) respectivamente, con una duración máxima de 83 y 126 días<sup>18</sup>. La variante delta se asoció a una enfermedad más grave y a mayores niveles de desprendimiento viral<sup>19</sup>. En metaanálisis posteriores de 29 estudios y 230.227 pacientes con la variante ómicron, se halló una menor duración combinada del desprendimiento por las vías respiratorias superiores durante 10,8 días (10,2 a 11,4), superior al periodo viable de desprendimiento de virus de 5,1 días (4,2 a 6,1)<sup>20</sup>.

Las afecciones pos-COVID con síntomas multisistémicos persistentes no se asocian al desprendimiento. Sin embargo, existen casos raros de desprendimiento prolongado tras una infección aguda, en particular entre personas inmunodeficientes.

**Desprendimiento zoonótico:** Como se ha descrito anteriormente, existen posibles hospedadores y reservorios animales (como las ratas de alcantarilla) que pueden contribuir a las aguas residuales. Es necesario tenerlos en cuenta, ya que la VAAR podría detectar variantes con mutaciones inusuales que no se observan en muestras humanas, lo que se conoce como linajes crípticos<sup>21</sup>.

### 2.2. Persistencia, degradación y riesgo del SARS-CoV-2 infeccioso

Para detectar el SARS-CoV-2 en las aguas residuales e interpretar los niveles cuantitativos de ARN, es importante tener en cuenta numerosos factores relacionados con el sistema de saneamiento o

alcantarillado, entre ellos la cantidad de virus vertido en el sistema en diversos puntos; su partición relativa dentro de los componentes de las aguas residuales; el tiempo de tránsito dentro del sistema de dichas aguas; la tasa de degradación hasta el punto de muestreo; el posible papel de las biopelículas; los factores inhibidores presentes; y los enfoques y las limitaciones metodológicos que se han de ajustar al considerar estas variables.

Uno de los principales factores que influyen en la tasa de degradación es la temperatura; las tasas de degradación aumentan a medida que se incrementa la temperatura de las aguas residuales; el virus SARS-CoV-2 infeccioso decae rápidamente a temperatura ambiente, mientras que el ARN viral, según se ha observado, tiene una estabilidad mucho mayor y una descomposición más lenta que puede prolongarse días o semanas<sup>22-24</sup>. La relativa estabilidad y persistencia del ARN vírico en un amplio intervalo de temperaturas lo convierten en un candidato adecuado para la vigilancia de aguas residuales en la mayoría de los entornos.

El SARS-CoV-2 también interactúa dinámicamente con las biopelículas de las alcantarillas, lo que influye en su degradación, así como en su persistencia mediante la formación de reservorios<sup>25</sup>.

Aunque se detectan virus con capacidad de replicación a niveles bajos en muestras fecales positivas en las pruebas de PCR, no hay pruebas de que el SARS-CoV-2 infeccioso y con capacidad de replicación esté presente en aguas residuales o aguas ambientales contaminadas por seres humanos. Nunca se han atribuido a estos medios de exposición pruebas epidemiológicas bien documentadas de infección por COVID-19<sup>26,27</sup>. No obstante, se recomienda que las personas con exposición profesional utilicen las protecciones ordinarias, dados los riesgos de infección conocidos.

### 2.3. Experiencia de VAAR relativa al SARS-CoV-2

Desde 2020 existe una amplia experiencia a gran escala de VAAR con relación al SARS-CoV-2 en diversos entornos mundiales. Esta experiencia, unida a la amplia investigación aplicada llevada a cabo para cubrir los principales vacíos de conocimientos, ha demostrado la correlación entre los resultados de la VAAR y los resultados clínicos relevantes<sup>28</sup>. La VAAR para la detección del SARS-CoV-2 demuestra una viabilidad técnica y analítica consolidadas en lo que respecta a los resultados cuantitativos (incluido el ajuste por población, la dilución y otros factores de confusión) y a la proporción relativa de variantes con caracterización genómica. Esto significa que los resultados de la VAAR pueden analizarse, interpretarse y combinarse con otros datos disponibles, y que pueden adoptarse medidas en relación con los objetivos de vigilancia de la salud pública con una confianza considerable. También existen amplios casos de uso en países con un prolongado periodo inicial de baja o nula transmisión comunitaria de la COVID-19<sup>29-31</sup>. Aunque la mayoría de las pruebas publicadas a gran escala proceden de países de ingreso alto con sistemas de alcantarillado reticulado extensivos, también existe una experiencia considerable en varios otros entornos, lo que incluye países de ingreso bajo y mediano con sistemas de saneamiento variados.

El costo de la VAAR es muy inferior al de otras formas de vigilancia basadas en muestras individuales. No obstante, hay pocas pruebas publicadas sobre el costo de establecer y mantener programas de VAAR para la detección del SARS-CoV-2 en diversos entornos y su relación costo-beneficio o costo-eficacia para diferentes casos de uso<sup>39-41</sup>.

### 3. Vigilancia de la COVID-19

#### 3.1. Vigilancia y respuesta general contra el SARS-CoV-2 o la COVID-19

En la fase posterior a la ESPII, el SARS-CoV-2 sigue siendo el patógeno respiratorio más importante a nivel mundial (debido a la morbilidad y mortalidad de las afecciones agudas, así como de las afecciones pos-COVID-19), con oleadas de infecciones impredecibles y una evolución genética en curso. Este y otros miembros específicos de la familia *Coronaviridae* siguen presentando el peligro de futuras pandemias<sup>12</sup>. Con la perspectiva de una equidad mundial, se necesita información oportuna sobre la intensidad de la circulación del SARS-CoV-2, la gravedad de la enfermedad y las variantes víricas circulantes.

Se han suspendido muchos de los sistemas de vigilancia específicamente centrados en el SARS-CoV-2 y la COVID-19 que se establecieron durante la fase de emergencia y que requerían muchos recursos, entre ellos los relacionados con el reporte de casos confirmados y la vigilancia genómica clínica. Se está produciendo un cambio hacia la integración como parte de los sistemas ordinarios de vigilancia y respuesta a las enfermedades transmisibles, así como de la preparación ante pandemias y de la vigilancia integrada de enfermedades.

El desplazamiento desde la respuesta de emergencia a los sistemas integrados de vigilancia y respuesta se está produciendo tanto a nivel mundial como nacional; existen dos programas mundiales complementarios dirigidos por la OMS que incorporan un enfoque más amplio en los coronavirus — incluido, entre otros, el SARS-CoV-2— y la vigilancia respiratoria integrada:

- El objetivo de la Red mundial de lucha contra los coronavirus (CoViNet) de la OMS es aunar programas de vigilancia y laboratorios de referencia en apoyo de la mejora del seguimiento epidemiológico y de la evaluación en laboratorio (fenotípica y genotípica) del SARS-CoV-2, el MERS-CoV y los nuevos coronavirus de importancia para la salud pública. Para lograr dicho objetivo, se aplica el enfoque de "Una sola salud", que abarca la vigilancia humana, animal y ambiental, incluida la vigilancia de aguas residuales. CoViNet facilitará la detección y la caracterización de nuevas variantes y apoyará la identificación de nuevos coronavirus que supongan una amenaza para la salud pública<sup>42</sup>.
- El SMVRG, un sistema de larga data dirigido por la OMS, cuenta con equipos de laboratorio, epidemiología y vigilancia que llevan a cabo de forma habitual una vigilancia integrada de la gripe en los establecimientos de salud. Se ha ampliado su alcance, y actualmente incluye otros virus respiratorios, incluidos el virus respiratorio sincicial (VRS) y el SARS-CoV-2. Se prevé que en un futuro próximo el SMVRG ampliado constituya la piedra angular de una vigilancia centinela mundial confiable y constante del SARS-CoV-2, ya que los datos se enviarán a una plataforma mundial de datos denominada RespiMart<sup>43</sup>.

#### 3.2. Sistemas de vigilancia y fuentes de datos relacionados con la COVID-19

Los sistemas de vigilancia de la COVID-19 varían mucho de un país a otro. Los datos disponibles son específicos de cada país (y localidad) y cambian con el tiempo. Pueden incluir:

Datos específicos sobre la COVID-19 o el SARS-CoV-2:

- Datos de vigilancia de aguas residuales (se describen más adelante)
- Casos reportados, hospitalizaciones, ingresos en unidades de cuidados intensivos (UCI) y defunciones relacionadas con el diagnóstico de SARS-CoV-2/COVID-19 (desglosados por edad si se dispone de tal información)
- Número de especímenes analizados y tasa de casos positivos (desglosados por centros de atención primaria y secundaria si se dispone de tal información)
- Información sobre las variantes a partir de muestras clínicas de casos con los metadatos pertinentes
- Visitas a urgencias debido a la COVID-19
- Cobertura de vacunación (desglosada por edad si se dispone de tal información)
- Nivel de seroprevalencia (a escala nacional; por ejemplo, entre los donantes de sangre)
- Utilización del tratamiento antivírico (si está disponible localmente)

Datos no específicos:

- Diagnóstico sindrómico (síndrome pseudogripal o infección respiratoria aguda grave [IRAG]): casos, hospitalizaciones, ingresos en UCI
- Exceso de mortalidad
- Datos del sistema sanitario: ocupación y capacidad de camas de hospitalización y UCI
- Absentismo
- Datos sobre la movilidad de la población
- Perspectivas poco comunes procedentes de los medios sociales o las noticias
- Opiniones de expertos (por ejemplo, síntomas o presentaciones inusuales reportados por las comunidades médica y veterinaria)

En el cuadro A.1.1 (apéndice 1) se describen resumidamente algunos sistemas de vigilancia y plataformas para la presentación de informes existentes que pueden utilizarse junto con la vigilancia de aguas residuales; algunas de estas plataformas también incluyen datos de vigilancia de dichas aguas. Asimismo, proporcionan información de referencia que puede ser útil para fundamentar los programas de vigilancia de aguas residuales como parte del diseño de los sistemas de vigilancia colaborativa.

## 4. Objetivos de la VAAR y medidas de salud pública relacionadas

La VAAR forma parte de la vigilancia multimodal, por lo que los resultados deben integrarse con otros datos para obtener información que permita tomar medidas (no aislada). Para que pueda considerarse su implementación, la VAAR debe tener la capacidad de aportar un valor adicional en el contexto local.

### 4.1. VAAR ordinaria relativa al SARS-CoV-2

Los objetivos de la vigilancia de aguas residuales relativa al SARS-CoV-2 (cuando su prevalencia sea generalizada) son los siguientes:

- Proporcionar una evaluación oportuna de las tendencias cuantitativas de la infección, lo que incluye el momento en que ocurren los aumentos, los picos y los descensos locales.
- Detectar oportunamente las variantes circulantes del SARS-CoV-2 y las mutaciones de interés.
- Proporcionar datos relevantes que puedan integrarse con la información clínica, ambiental y de otros tipos para:
  - Fundamentar la previsión a corto plazo del número de casos y de la carga del sistema sanitario, como alerta temprana para posibles aumentos y cuando se alcance el pico
  - Proporcionar pruebas y conocimientos adicionales sobre la evolución de los patrones epidemiológicos del SARS-CoV-2 y la COVID-19 (así como de otros patógenos respiratorios en el caso de la VAAR multiobjetivo).

**La VAAR ordinaria abarca un muestreo constante en los mismos lugares y con métodos invariables.**

### 4.2. VAAR ágil (o reactiva) para la detección del SARS-CoV-2 y el riesgo pandémico del betacoronavirus.

La detección temprana puede también ser relevante si el SARS-CoV-2 deja de circular en una zona o comunidad, o aparece una variante más grave o transmisible. En estos casos, los objetivos de la VAAR son:

- Permitir la detección temprana de la incursión del SARS-CoV-2 (o de una cepa específica de interés), a fin de facilitar la adopción de medidas de salud pública.
- Proporcionar garantías adicionales de la ausencia de una transmisión significativa del SARS-CoV-2 en la comunidad (teniendo en cuenta que la VAAR por sí sola no puede excluir la presencia de uno o pocos casos).

También se podría considerar la posibilidad de usar la VAAR ágil (no ordinaria) cuando los resultados adicionales pudieran fundamentar medidas específicas; por ejemplo, para caracterizar la propagación geográfica y temporal de una variante asociada con resultados clínicos más graves o para ayudar a contener un brote en entornos muy vulnerables.

**Una VAAR ágil** consiste en una vigilancia limitada en el tiempo, que se pone en marcha debido a un desencadenante específico. Implica el establecimiento de nuevas actividades limitadas en el tiempo o cambios intencionados en el programa de VAAR existente; por ejemplo, tomar muestras con más frecuencia o en lugares diferentes, reducir el tiempo de obtención de los resultados o realizar análisis nuevos o diferentes.

Los países y los actores subnacionales pueden tener otros objetivos secundarios de vigilancia en función de las prioridades locales.

Existen otros posibles casos de uso para entornos hiperlocalizados; por ejemplo, las residencias de adultos mayores, los centros penitenciarios y otras poblaciones de alto riesgo que pueden beneficiarse de intervenciones específicas. Estos casos de uso se consideran no tanto como vigilancia, sino más bien como parte de un modelo mixto de exploración y análisis para ahorrar capacidad de diagnóstico. Estos casos de uso no se tratan aquí.

#### 4.3. Posibles medidas de salud pública derivadas de la adición de la VAAR relacionada con el SARS-CoV-2

Los resultados de la VAAR pueden utilizarse en combinación con otros datos de vigilancia disponibles para determinar en qué zonas geográficas están cambiando las tendencias en lo relativo a las concentraciones de SARS-CoV-2, o bien donde están apareciendo nuevos subtipos y mutaciones de variantes, así como las tendencias de estos. Esta información puede obtenerse a varios niveles, como el comunitario, el nacional y el regional. Si se detecta un aumento de la circulación, las autoridades sanitarias pueden considerar la posibilidad de adoptar las medidas siguientes:

- Comunicaciones públicas para promover comportamientos individuales de prevención (distanciamiento social, uso de tapabocas), mitigación (quedarse en casa si se está enfermo) y medidas en favor de la salud (vacunarse, usar pruebas diagnósticas, acceder a los servicios de salud, usar antivíricos).
- Preparación de la salud pública, incluidas la preparación en materia de análisis selectivos, vacunación y otras intervenciones a nivel poblacional.
- Preparación del sistema de salud clínico, que incluye la preparación en materia de diagnósticos y antivíricos, oxígeno, logística de la atención de la salud, recursos humanos y planificación del número de camas de hospital.
- Realización de VAAR ágiles adicionales o refuerzo de otras actividades de vigilancia.

En contraste, a medida que los niveles en la comunidad disminuyen, se puede decidir asignar los escasos recursos a otros lugares, planificar el aprovechamiento de recursos humanos de forma eficaz e informar a la comunidad que el riesgo ha disminuido. Existen varias herramientas de comunicación para que los departamentos de salud transmitan mensajes a distintos públicos, como las embarazadas y las madres y padres primerizos<sup>44,45</sup>.

## 5. Consideraciones metodológicas adicionales sobre la VAAR relativa al SARS-CoV-2

Esta sección debe leerse junto con las consideraciones metodológicas generales incluidas en la sección 5 de la guía "Vigilancia ambiental y de aguas residuales relativa a uno o varios patógenos: orientaciones para su priorización, implementación e integración" (disponible [aquí](#)).

### 5.1. Métodos de muestreo

Cuando el SARS-CoV-2 es ampliamente prevalente, sus patrones son impredecibles y se producen cambios genómicos continuos, el enfoque de muestreo ordinario es el muestreo en zonas de captación estables, con el fin de reconocer las tendencias. Para elegir los lugares de muestreo se requiere un conocimiento local de los desplazamientos de la población entre su domicilio, su trabajo, los establecimientos de salud y los lugares de ocio. En la selección de los sitios centinela dentro de los sistemas de alcantarillado reticulado, por lo general se da prioridad a los lugares que proporcionan una alta cobertura de la población de los centros urbanos, y se tienen en cuenta los aspectos relativos a la movilidad local e internacional, otros riesgos y vulnerabilidades en el plano de la población, y la equidad. En el caso de los sistemas de alcantarillado no reticulado, pueden seleccionarse lugares centinela en los que la población de la zona de captación tenga la probabilidad de ser representativa de la comunidad circundante y los resultados puedan generalizarse razonablemente a la población de riesgo más amplia. A la hora de seleccionar las opciones de muestreo, también deben tenerse en cuenta los aspectos relativos a la equidad, especialmente en el caso de las poblaciones desfavorecidas con una carga desproporcionada de enfermedad o para las que la cobertura de la vigilancia es escasa, incluidas las que no están cubiertas por sistemas de alcantarillado<sup>13</sup>. También debería considerarse la posibilidad de vigilar sitios estratégicos como los centros de transporte (por ejemplo, los grandes aeropuertos), que representan tanto a la población local como a los viajeros que llegan. Ello contribuye a la detección oportuna de variantes emergentes y permite participar en las redes mundiales de vigilancia centinela pertinentes.

La frecuencia y el momento de realización del muestreo pueden modificarse para cumplir los objetivos de vigilancia y, a la vez, minimizar los costos y los recursos necesarios. Por ejemplo, para detectar el momento de un pico o caracterizar la tasa de propagación de una nueva variante, puede ser pertinente aumentar la frecuencia, pero esto puede resultar demasiado costoso, por lo que, en otros momentos, la frecuencia debería reducirse a la frecuencia de referencia. El SARS-CoV-2 es el patógeno para el que se realizaron gran parte de los estudios comparativos relevantes. Es necesario valorar, monitorear y evaluar los distintos métodos de muestreo, su costo y su valor para la salud pública.

### 5.2. Métodos de laboratorio e interpretación

Los métodos de laboratorio ampliamente utilizados y validados son capaces de detectar la presencia del SARS-CoV-2, normalizar los resultados cuantitativos para ajustarlos a la población, la dilución y otros factores de confusión, y reconocer las variantes presentes<sup>13,32</sup>. Las variantes del SARS-CoV-2 y las mutaciones específicas se identifican mediante combinaciones focalizadas de cebadores y sondas y/o mediante la secuenciación comparada con las bases de datos de clasificación mundiales. Los CDC proporcionan una referencia ampliamente utilizada para la secuencia cebador-sonda<sup>46</sup>. El desempeño de los kits de cebadores-sondas debe monitorearse, actualizarse, validarse y optimizarse a medida que evolucionan las variantes. Hay una gran dependencia entre la exhaustividad y el momento de realización

de las actualizaciones de estas bases de datos genómicas mundiales sobre el SARS-CoV-2 y del software conexo, cuya frecuencia y extensión es mucho menor que en la fase de ESPII.

Entre las prioridades para reforzar los métodos de laboratorio empleados para el SARS-CoV-2 en este campo emergente se cuentan la armonización y la normalización de los métodos, la acreditación de los análisis y el aseguramiento externo de la calidad. Las mejoras en estos ámbitos permitirán la comparación de resultados entre laboratorios y la escalabilidad. Además, puede reforzarse el uso de métodos de PCR múltiple (multiplex) en lugar de convencional (singleplex). Estos métodos pretenden integrar múltiples objetivos y mejorar la eficiencia en función de los costos sin comprometer la sensibilidad ni otros parámetros importantes.

### 5.3. Informes y comunicaciones

A escala mundial, el panel de información de la OMS sobre el coronavirus rastrea y reporta los casos de COVID-19 y las muertes a causa de la enfermedad por región de la OMS<sup>5</sup>. Existen varias plataformas de países y lugares específicos que incluyen los resultados y visualizaciones de la VAAR relativa a múltiples patógenos, a veces junto con otros indicadores de la COVID-19. Existen varios repositorios mundiales con enlaces a las plataformas disponibles sobre la VAAR<sup>47, 48</sup>. Uno de esos recursos es el Observatorio de Aguas Residuales de la Unión Europea para la Salud Pública. Proporciona informes mensuales en los que se resume la actividad mundial disponible en materia de VAAR relacionada con el SARS-CoV-2, la gripe, y el VRS, entre otros, así como enlaces a paneles informativos nacionales y subnacionales (Boletín de la Unión Europea, octubre de 2024). La notificación de los datos de VAAR aún no está integrada en RespiMart como parte del SMVRG ampliado. Aunque la armonización es cada vez mayor, sigue habiendo una gran diversidad de sistemas analíticos y de presentación de informes, lo que limita las comparaciones y la escalabilidad.

La mejor práctica consiste en visualizar y reportar los datos de VAAR junto con otros datos de vigilancia del SARS-CoV-2 y otros patógenos respiratorios. Estos otros datos proporcionan un contexto adicional a los datos de la VAAR y mejoran la integración de la vigilancia relevante, lo que ayuda a lograr una combinación accesible de información y respuesta. Así lo ilustra el panel informativo sobre enfermedades infecciosas de Suiza (Oficina Federal de Sanidad Pública de Suiza, 2024). Los Estados Unidos también ofrecen una serie de buenas prácticas emergentes en los ámbitos de la bioinformática y la presentación de informes al público. El Rastreador de datos de COVID alberga los datos de que disponen los CDC sobre la COVID-19. Proporciona datos de vigilancia relativos a toda la respuesta; lo que incluye sobre hospitalizaciones, vacunaciones, información demográfica y recuentos diarios y acumulativos de casos y defunciones reportados a los CDC desde el 21 de enero de 2020. El Rastreador de datos de COVID se actualiza con frecuencia, en función de la disponibilidad de los datos facilitados por las jurisdicciones<sup>49</sup>. Los CDC de los Estados Unidos presentan datos normalizados sobre las aguas residuales que muestran el cambio porcentual en los niveles del virus junto con otros datos, como el nivel general del virus en las aguas residuales en relación con los datos históricos de las aguas residuales de ese lugar, el contexto geográfico (por ejemplo, si se trata de zonas muy turísticas o comunidades vecinas con un aumento de los casos) y los casos clínicos. Las comunidades pueden observar cambios en los niveles de aguas residuales víricas a medida que cambian las estrategias de prevención en sus zonas<sup>2</sup>.

La comunicación a las partes interesadas pertinentes —por ejemplo, los departamentos de salud, los administradores de los sistemas de salud, los médicos, el público en general y comunidades

específicas— debe adaptarse en función del objetivo y el contexto de la vigilancia. Para la mayoría de los usuarios, los datos más útiles serán probablemente los que permitan obtener información integrada sobre el riesgo de exposición y la gravedad de la enfermedad.

#### 5.4. Aceptabilidad de la VAAR para la detección del SARS-CoV-2

Las pruebas cualitativas y cuantitativas procedentes directamente del público en general y de los grupos comunitarios son muy escasas; una encuesta repetida muestra una gran aceptabilidad sostenida de la VAAR en poblaciones grandes de los Estados Unidos de América<sup>50, 51</sup>. No parece que la VAAR para la detección del SARS-CoV-2 suscite ninguna preocupación específica relacionada con cuestiones éticas o con la aceptabilidad a nivel de la población a gran escala, aparte del costo de oportunidad que supone la asignación de recursos escasos, común a todas las decisiones en materia de asignación de recursos. Al tratarse de una muestra conjunta de la población, la VAAR no identifica a las personas. El uso y los puntos fuertes de la VAAR para la detección del SARS-CoV-2 a nivel poblacional parecen estar en consonancia con las consideraciones éticas fundamentales —respeto, justicia, y beneficio y ausencia de daño para la población—, incluidas las consideraciones en materia de equidad<sup>13,52</sup>. Los muestreos localizados más específicos llevados a cabo en instalaciones individuales, aviones u otras poblaciones más pequeñas sí plantean cuestiones éticas, como las relacionadas con la privacidad y el potencial de generar tanto beneficios como daños, los cuales son diferentes a los de la VAAR a nivel poblacional que se examina en este resumen, por lo que no se tratan aquí.

## 6. Vigilancia integrada y consideraciones sobre la VAAR multiobjetivo

### 6.1. Integración de la VAAR relativa al SARS-CoV-2 en la vigilancia y la respuesta contra la COVID-19 existentes

- La vigilancia de la COVID-19 en general es dinámica debido a la transición de la fase de emergencia pandémica a una vigilancia más sostenible e integrada en los sistemas nacionales y mundiales.
- En los entornos en los que se sigue llevando a cabo la VAAR para la detección del SARS-CoV-2 desde que finalizó la notificación obligatoria de casos, esta vigilancia suele proporcionar la información principal y oportuna sobre la infección local y las tendencias de las variantes, y sus datos se triangulan con datos no específicos y con datos más tardíos de casos específicos de COVID-19. En estos entornos, la VAAR parece estar relativamente bien integrada en los sistemas locales de vigilancia y respuesta contra la COVID-19, aunque las prácticas en materia de coordinación y gobernanza, así como de datos y notificación, varían ampliamente.
- A medida que evoluciona la planificación y la aplicación del SMVRG ampliado, en muchos países surge la oportunidad de reforzar los planes de VAAR, con el apoyo de CoViNet y otras actividades de vigilancia colaborativa de carácter más general.
- Una esfera clave en la que podría mejorarse la integración es la gestión, el intercambio y la bioinformática de datos. Esta mejora facilitaría el acceso oportuno a los datos de VAAR —junto con otros datos pertinentes para la adopción de medidas de salud pública—, así como su interpretación.

### 6.2. Integración de la VAAR multiobjetivo en la VAAR dirigida a detectar el SARS-CoV-2

- El aprovechamiento de las actividades de VAAR existentes en relación con el SARS-CoV-2 ha permitido integrar de manera eficaz en función de los costos otros objetivos, y se observa una armonización sustancial con muchos de los procesos de trabajo específicos, desde el muestreo hasta la elaboración de informes, pasando por los diversos procesos de laboratorio.
- En algunos entornos de ingreso alto, la VAAR integrada ya combina la vigilancia de múltiples patógenos respiratorios a partir de las mismas muestras con enfoques *multiplex* u otros, por ejemplo, los virus de la gripe, el VRS y el SARS-CoV-2 combinados, lo que contribuye a la **vigilancia respiratoria integrada**.
- Del mismo modo, las actividades ordinarias de VAAR relativa al SARS-CoV-2 proporcionan la capacidad y la posibilidad locales de iniciar una VAAR ágil, ya que mejoran **la preparación epidémica o pandémica local y la capacidad de respuesta** contra un coronavirus más grave y otros patógenos.

## 7. Principales vacíos de conocimientos y esferas en las que se recomienda priorizar la investigación aplicada

Existen varias esferas en las que se debería priorizar la investigación aplicada para avanzar y optimizar la aplicación práctica de la VAAR relativa al SARS-CoV-2. A continuación se enumeran los principales ámbitos en los que existen vacíos de conocimientos y en los que se recomienda la investigación aplicada:

- El valor añadido que, en el contexto, aportan la VAAR ordinaria y la VAAR ágil a las prioridades actuales del SMVRG ampliado en materia de vigilancia integrada, incluida la consideración de la preparación ante pandemias.
- Las necesidades de recursos para iniciar y mantener una VAAR ordinaria o una VAAR ágil para la detección de un patógeno único, o integrada como parte de una VAAR multiobjetivo.
- La viabilidad y las aplicaciones en la salud pública en contextos poco estudiados, incluidos los países con distintos niveles de ingresos y recursos y diversos enfoques de gobernanza de la salud pública, los climas no templados, los diversos entornos sin alcantarillado, y en situaciones de emergencia y eventos importantes.
- La innovación y las mejoras continuas en el muestreo y en los procedimientos analíticos y de laboratorio multiobjetivo para la mejora de la eficacia en función de los costos y las aplicaciones en diversos entornos.

Además, para lograr la maduración de la implementación a escala es necesario trabajar más en los siguientes ámbitos:

- La normalización y armonización de los métodos adaptados a los diversos entornos mundiales, aunque cabe señalar que en la elección local del método influyen numerosos factores (y es poco probable que surja un conjunto único de métodos).
- Programas externos de aseguramiento de la calidad y de desarrollo de las competencias para apoyar a los laboratorios.
- Pruebas en relación con el valor para la salud pública, teniendo en cuenta los costos y beneficios, con objeto de ayudar a evaluar la relación costo-eficacia.
- El seguimiento y evaluación continuos con los principales indicadores del rendimiento armonizados y la evaluación periódica del valor del programa, incluido su valor para la preparación.

## Anexo 1. Sistemas existentes de vigilancia del SARS-CoV-2

Cuadro A1.1: Ejemplos mundiales o multinacionales de sistemas vigentes de vigilancia del SARS-CoV-2

Sistema de vigilancia	Resultados	Tipo de sistema	Frecuencia	Alcance geográfico
<p>Repositorio mundial de datos y panel informativo de la OMS sobre la COVID-19<sup>55</sup></p> <p>Fuente: Plataformas públicas de la VAAR de 30 países Los datos son los reportados a la OMS por cada país, y los parámetros suelen diferir de un país a otro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casos confirmados de COVID-19</li> <li>- Muertes</li> <li>- Vacunaciones</li> <li>- Variantes en circulación</li> </ul>	Comunicación pasiva de datos nacionales cotejados	Semanal	Nacional, regional y mundial
<p>Sistema mundial ampliado de vigilancia y respuesta a la gripe (SMVRG)<sup>53</sup></p> <p>Fuente: Sitios centinela de los países miembros del SMVRG</p> <p>*Múltiples patógenos respiratorios, incluidos el SARS-CoV-2, la gripe y otros virus</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de muestras analizadas para la detección del SARS-CoV-2</li> <li>- Tasa de positividad de las pruebas</li> <li>- Casos de infección respiratoria aguda (IRA)/síndrome pseudogripal e IRAG relacionados con la COVID-19</li> </ul>	Vigilancia centinela activa	Semanal	Nacional, regional y mundial
<p>Iniciativa de ciencia de datos Global Initiative on Sharing All Influenza Data (GISAID)<sup>54</sup></p> <p>Fuente: secuencia genómica de laboratorios de los países participantes (fuente abierta)</p> <p>*Múltiples patógenos, incluidos el SARS-CoV-2, la gripe, otros patógenos respiratorios y arbovirus</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de muestras secuenciadas para detectar los patógenos</li> <li>- Información relativa a las secuencias con información clínica y epidemiológica</li> <li>- Abundancia relativa de la secuencia del SARS-CoV-2</li> <li>- Datos específicos de cada especie (virus de origen aviar y de otros animales)</li> </ul>	Comunicación pasiva de datos nacionales cotejados	Casi en tiempo real	Nacional, regional y mundial
<p>Resumen Europeo de la Vigilancia de Virus Respiratorios (ERVISS, por sus siglas en inglés) (Centro Europeo para la Prevención y el Control de las Enfermedades [ECDC] y Oficina Regional de la OMS para Europa)<sup>55</sup></p> <p>*Múltiples patógenos respiratorios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casos confirmados de COVID-19</li> <li>- Variantes de la COVID-19 (casos secuenciados)</li> </ul>	Vigilancia sindrómica, confirmada por laboratorio; notificación pasiva de datos nacionales	Semanal	País, Unión Europea, Espacio Económico Europeo y región europea de la OMS
<p>Organización Mundial de Sanidad Animal<sup>56</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Ad hoc</i> según el patógeno, con información de laboratorio, clínica y epidemiológica</li> <li>- Número de países que han notificado</li> </ul>	Resultados de investigaciones sobre infecciones y brotes en animales	<i>Ad hoc</i>	Nacional, regional y mundial

Cuadro A1.2. Ejemplos ilustrativos de países con sistemas vigentes de vigilancia del SARS-CoV-2

Sistema de vigilancia	Resultados	Tipo de sistema	Frecuencia	Alcance geográfico
<b>Estados Unidos de América</b>				
Red de Vigilancia de Hospitalizaciones por Virus Respiratorios (RESP-NET) <sup>57</sup>	Hospitalizaciones (de niños y adultos) asociadas a la COVID-19, la gripe y el VRS con confirmación de laboratorio	Vigilancia centinela basada en los casos	Semanal	Los sitios centinela cubren aproximadamente al 10% de la población; estimaciones nacionales y de los sitios
Programa Nacional de Vigilancia Sindrómica <sup>58</sup>	Interacciones clínicas con pacientes (de servicios de urgencias, centros de atención urgente y ambulatoria, hospitalizaciones y laboratorios)	Vigilancia sindrómica; datos electrónicos de interacciones con pacientes	Diario	Estimaciones regionales
National Vital Statistics System (NVSS) <sup>59</sup>	Datos de mortalidad	Sistema electrónico de notificación de fallecimientos		Nivel de jurisdicción
New Vaccine Surveillance Network (NVSN) <sup>60</sup>	Hospitalizaciones y visitas ambulatorias	Vigilancia centinela activa		Siete sitios seleccionados
National Healthcare Safety Network (NHSN) <sup>61</sup>	Infecciones relacionadas con la atención sanitaria (en establecimientos de salud como hospitales de agudos, centros de cirugía ambulatoria y centros de diálisis)	Vigilancia centinela activa		En el ámbito de los establecimientos
Traveler-based Genomic Surveillance (TGS) <sup>62</sup>	Secuenciación genómica de los casos confirmados de COVID-19	Vigilancia activa	Semanal	País
<b>Brasil</b>				
Sistema Nacional de Vigilancia de los Casos de Síndrome Respiratorio Agudo Severo <sup>63</sup>	Casos de síndrome respiratorio agudo severo notificados en el Sistema de Información de Enfermedades que se deben Reportar (SINAN, por sus siglas en portugués) <sup>64</sup>	Vigilancia activa basada en los casos de SARS-CoV-2, influenza A y B, VRS, rinovirus y adenovirus, entre otros, notificados en el SINAN.	Semanal	País

## Referencias

1. CDC. "Acerca del COVID-19". CDC. COVID-19. 2024. Consultado el 4 de diciembre de 2024. <https://espanol.cdc.gov/covid/about/index.html>
2. CDC. COVID Data Tracker. CDC. COVID-19. 2024. <https://covid.cdc.gov/covid-data-tracker/#datatracker-home>
3. CDC. "Personas con ciertas condiciones médicas y factores de riesgo del COVID-19". CDC. COVID-19. 2024. Consultado el 4 de diciembre de 2024. <https://espanol.cdc.gov/covid/risk-factors/index.html>
4. CDC. "Scientific Brief: SARS-CoV-2 Transmission". Consultado el 4 de diciembre de 2024. [https://archive.cdc.gov/www\\_cdc\\_gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html](https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html)
5. OMS. WHO COVID-19 Dashboard. <https://covid19.who.int>
6. CDC. "One Health Toolkit for Health Officials Managing Animals with SARS-CoV-2". <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/animals/toolkit.html>
7. Wang Y., Lench J., Kohler D. et al. "SARS-CoV-2 Exposure in Norway Rats (*Rattus norvegicus*) from New York City". *mBio*. 2023; vol. 14, núm. 2, art. e0362122. doi:10.1128/mbio.03621-22
8. Martínez-Hernández F., González-Arenas N. R., Cervantes J. A. O. et al. "Identification of SARS-CoV-2 in urban rodents from Southern Mexico City at the beginning of the COVID-19 pandemic". *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*. 2024; vol. 66, art. e8. doi:10.1590/S1678-9946202466008
9. Fisher A. M., Airey G., Liu Y. et al. "The ecology of viruses in urban rodents with a focus on SARS-CoV-2". *Emerging Microbes & Infections*. 2023; vol. 12, núm. 1, art. 2217940. doi:10.1080/22221751.2023.2217940
10. Colombo V. C., Sluydts V., Mariën J. et al. "SARS-CoV-2 surveillance in Norway rats (*Rattus norvegicus*) from Antwerp sewer system, Belgium". *Transboundary and Emerging Diseases*. 2022; vol. 69, núm. 5, págs. 3016 a 3021. doi:10.1111/tbed.14219
11. Tan C. S., Adrus M., Rahman S. P. H., Azman H. I. M. y Abang R. A. A. "Seroevidence of SARS-CoV-2 spillback to rodents in Sarawak, Malaysian Borneo". *BMC Veterinary Research*. 2024; vol. 20, núm. 1, art. 161. doi:10.1186/s12917-024-03892-5
12. OMS. Pathogens prioritization: a scientific framework for epidemic and pandemic research preparedness. 2024. Consultado el 22 de octubre de 2024. <https://www.who.int/publications/m/item/pathogens-prioritization-a-scientific-framework-for-epidemic-and-pandemic-research-preparedness>
13. Parkins M. D., Lee B. E., Acosta N. et al. "Wastewater-based surveillance as a tool for public health action: SARS-CoV-2 and beyond". *Clinical Microbiology Reviews*. 2024; vol. 37, núm. 1, art. e0010322. doi:10.1128/cmr.00103-22

14. Jones D. L., Baluja M. Q., Graham D. W. et al. "Shedding of SARS-CoV-2 in feces and urine and its potential role in person-to-person transmission and the environment-based spread of COVID-19". *Science of the Total Environment*. 2020; vol. 749, art. 141364. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141364
15. Zhou J. Q., Liu G. X., Huang X. L. y Gan H. T. "The importance of fecal nucleic acid detection in patients with coronavirus disease (COVID-19): A systematic review and meta-analysis". *Journal of Medical Virology*. 2022; vol. 94, núm. 6, págs. 2317 a 2330. doi:10.1002/jmv.27652
16. Crank K., Chen W., Bivins A., Lowry S. y Bibby K. "Contribution of SARS-CoV-2 RNA shedding routes to RNA loads in wastewater". *Science of the Total Environment*. 2022; vol. 806, art. 150376. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.150376
17. Prasek S. M., Pepper I. L., Innes G. K. et al. "Population level SARS-CoV-2 fecal shedding rates determined via wastewater-based epidemiology". *Science of the Total Environment*. 2022; vol. 838, parte 4, art. 156535. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.156535
18. Cevik M., Tate M., Lloyd O., Maraolo A. E., Schafers J. y Ho A. "SARS-CoV-2, SARS-CoV, and MERS-CoV viral load dynamics, duration of viral shedding, and infectiousness: a systematic review and meta-analysis". *Lancet Microbe*. 2021; vol. 2, núm. 1, págs. e13 a e22. doi:10.1016/S2666-5247(20)30172-5
19. Prasek S. M., Pepper I. L., Innes G. K. et al. "Variant-specific SARS-CoV-2 shedding rates in wastewater". *Science of the Total Environment*. 2023; vol. 857, art. 159165. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.159165
20. Wu Y., Guo Z., Yuan J. et al. "Duration of viable virus shedding and polymerase chain reaction positivity of the SARS-CoV-2 Omicron variant in the upper respiratory tract: a systematic review and meta-analysis". *International Journal of Infectious Diseases*. 2023; vol. 129, págs. 228 a 235. doi:10.1016/j.ijid.2023.02.011
21. Smyth D. S., Trujillo M., Gregory D. A. et al. "Tracking cryptic SARS-CoV-2 lineages detected in NYC wastewater". *Nature Communications*. 2022; vol. 13, núm. 1, art. 635. doi:10.1038/s41467-022-28246-3
22. De Oliveira L. C., Torres-Franco A. F., Lopes B. C. et al. "Viability of SARS-CoV-2 in river water and wastewater at different temperatures and solids content". *Water Research*. 2021; vol. 195, art. 117002. doi:10.1016/j.watres.2021.117002
23. Bivins A., Greaves J., Fischer R. et al. "Persistence of SARS-CoV-2 in Water and Wastewater". *Environmental Science & Technology Letters*. 2020; vol. 7, núm. 12, págs. 937 a 942. doi:10.1021/acs.estlett.0c00730
24. Ahmed W., Bertsch P. M., Bibby K. et al. "Decay of SARS-CoV-2 and surrogate murine hepatitis virus RNA in untreated wastewater to inform application in wastewater-based epidemiology". *Environmental Research*. 2020; vol. 191, art. 110092. doi:10.1016/j.envres.2020.110092
25. Li J., Ahmed W., Metcalfe S. et al. "Impact of sewer biofilms on fate of SARS-CoV-2 RNA and wastewater surveillance". *Nature Water*. 2023; vol. 1, núm. 3, págs. 272 a 280. doi:10.1038/s44221-023-00033-4

26. Sobsey M. D. "Absence of virological and epidemiological evidence that SARS-CoV-2 poses COVID-19 risks from environmental fecal waste, wastewater and water exposures". *Journal of Water and Health*. 2022; vol. 20, núm. 1, págs. 126 a 138. doi:10.2166/wh.2021.182
27. Termansen M. B. y Frische S. "Fecal-oral transmission of SARS-CoV-2: A systematic review of evidence from epidemiological and experimental studies". *American Journal of Infection Control*. 2023; vol. 51, núm. 12, págs. 1430 a 1437. doi:10.1016/j.ajic.2023.04.170
28. Gawlik B. M., Comero S., Deere D. A. et al. *The International cookbook for wastewater practitioners*, vol. 1 SARS-CoV-2. JRC Publications Repository. doi:10.2760/995967
29. Deng Y., Zheng X., Xu X. et al. "Use of Sewage Surveillance for COVID-19: A Large-Scale Evidence-Based Program in Hong Kong". *Environmental Health Perspectives*. 2022; vol. 130, núm. 5. doi:10.1289/EHP9966
30. Hewitt J. et al. "Sensitivity of wastewater-based epidemiology for detection of SARS-CoV-2 RNA in a low prevalence setting". *Water Research*. 2022; vol. 211. 2022. Consultado el 26 de agosto de 2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135421012264>
31. Marqués dos Santos M., Caixia L. y Snyder S. A. "Evaluation of wastewater-based epidemiology of COVID-19 approaches in Singapore's 'closed-system' scenario: A long-term country-wide assessment". *Water Research*. 2023; vol. 244, art. 120406. doi:10.1016/j.watres.2023.120406
32. Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina, Comité sobre la Vigilancia Comunitaria de Enfermedades Infecciosas basada en las Aguas Residuales, Consejo de Ciencia y Tecnología del Agua et al. *Wastewater-Based Disease Surveillance for Public Health Action*. National Academies Press; 2023, núm. 26767. doi:10.17226/26767
33. Benedetti G., Krogsgaard L. W., Maritschnik S. et al. "A survey of the representativeness and usefulness of wastewater-based surveillance systems in 10 countries across Europe in 2023". *Eurosurveillance*. 2024; vol. 29, núm. 33, art. 2400096. doi:10.2807/1560-7917.ES.2024.29.33.2400096
34. Unión Europea. *Boletín del Observatorio de Aguas Residuales para la Salud Pública*, 9 de octubre de 2024. 2024. Consultado el 22 de octubre de 2024. <https://wastewater-observatory.jrc.ec.europa.eu/#/bulletin>
35. OMS. *Environmental surveillance for SARS-CoV-2 to complement other public health surveillance*. 2023. Consultado el 29 de mayo de 2024. <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240080638>
36. Pandey D., Verma S, Verma P. et al. "SARS-CoV-2 in wastewater: Challenges for developing countries". *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2021; vol. 231, art. 113634. doi:10.1016/j.ijheh.2020.113634
37. Street R., Malema S., Mahlangeni N. y Mathee A. "Wastewater surveillance for Covid-19: An African perspective". *Science of the Total Environment*. 2020; vol. 743, art. 140719. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.140719

38. Wannigama D. L., Amarasiri M., Hongsing P. et al. "COVID-19 monitoring with sparse sampling of sewerage and non-sewerage wastewater in urban and rural communities". *iScience*. 2023; vol. 26, núm. 7. doi:10.1016/j.isci.2023.107019
39. Ali S., Gudina E. K., Gize A. et al. "Community Wastewater-Based Surveillance Can Be a Cost-Effective Approach to Track COVID-19 Outbreak in Low-Resource Settings: Feasibility Assessment for Ethiopia Context". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022; vol. 19, núm. 14, art. 8515. doi:10.3390/ijerph19148515
40. Ngwira L. G., Sharma B., Shrestha K. B. et al. "Cost of wastewater-based environmental surveillance for SARS-CoV-2: Evidence from pilot sites in Blantyre, Malawi and Kathmandu, Nepal". *PLOS Global Public Health*. 2022; vol. 2, núm. 12, art. e0001377. doi:10.1371/journal.pgph.0001377
41. Nascimento de Lima P., Karr S., Lim J. Z. et al. "The Value of Environmental Surveillance for Pandemic Response". *Corporación RAND*; 2024. Consultado el 6 de agosto de 2024. [https://www.rand.org/pubs/working\\_papers/WRA3263-1.html](https://www.rand.org/pubs/working_papers/WRA3263-1.html)
42. OMS. "WHO Coronavirus Network (CoViNet)". 2024. Consultado el 22 de octubre de 2024. <https://www.who.int/groups/who-coronavirus-network>
43. OMS. "Global Influenza Surveillance and Response System (GISRS)". 2024. Consultado el 16 de octubre de 2024. <https://www.who.int/initiatives/global-influenza-surveillance-and-response-system>
44. CDC COVID-19. "Comunicación. Herramientas y recursos". CDC. COVID-19. 2024. Consultado el 3 de diciembre de 2024. <https://espanol.cdc.gov/covid/communication/index.html>
45. OMS. "Conjunto de herramientas para la introducción de vacunas contra la COVID-19". 2024. Consultado el 22 de octubre de 2024. <https://www.who.int/es/tools/covid-19-vaccine-introduction-toolkit>
46. CDC. "CDC's Influenza SARS-CoV-2 Multiplex Assay". [https://archive.cdc.gov/www\\_cdc\\_gov/coronavirus/2019-ncov/lab/multiplex.html](https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/coronavirus/2019-ncov/lab/multiplex.html)
47. Proyecto Mundial sobre los Patógenos del Agua. <https://waterpathogens.org/>
48. Comisión Europea. Observatorio de Aguas Residuales de la Unión Europea para la Salud Pública. <https://wastewater-observatory.jrc.ec.europa.eu/>
49. CDC. Wastewater Surveillance Data Reporting and Analytics. National Wastewater Surveillance System (NWSS). 2022. <https://www.cdc.gov/nwss/reporting.html>
50. LaJoie A. S., Holm R. H., Anderson L. B., Ness H. D. y Smith T. "Nationwide public perceptions regarding the acceptance of using wastewater for community health monitoring in the United States". *PLOS One*. 2022; vol. 17, núm. 10, art. e0275075. doi:10.1371/journal.pone.0275075
51. Holm R. H., Anderson L. B., Ness H. D., LaJoie A. S. y Smith T. "Towards the outbreak tail, what is the public opinion about wastewater surveillance in the United States?" *Journal of Water and Health*. 2024; vol. 22, núm. 8, págs. 1409 a 1418.

52. Hrudey S. E., Silva D. S., Shelley J. et al. "Ethics Guidance for Environmental Scientists Engaged in Surveillance of Wastewater for SARS-CoV-2". Environmental Science & Technology. 2021; vol. 55, núm. 13, págs. 8484 a 8491. doi:10.1021/acs.est.1c00308
53. OMS. "Global Influenza Surveillance and Response System (GIRS)". 2022. <https://www.who.int/initiatives/global-influenza-surveillance-and-response-system>
54. GISAID. Global Initiative on Sharing All Influenza Data (GISAID). 2008. <https://gisaid.org/hcov19-variants/>
55. ECDC. European Respiratory Virus Surveillance Summary (ERVISS). 2024. <https://erviss.org/>
56. OMSA. "SARS-CoV-2". <https://www.woah.org/es/enfermedad/sars-cov-2/>
57. CDC. "Respiratory Virus Hospitalization Surveillance Network (RESP-NET)". <https://www.cdc.gov/resp-net/dashboard/index.html>
58. CDC. National Syndromic Surveillance Program (NSSP). <https://www.cdc.gov/nssp/index.html>
59. CDC. National Vital Statistics System (NVSS). <https://www.cdc.gov/nchs/nvss/index.htm>
60. CDC. New Vaccine Surveillance Network (NVSN). <https://www.cdc.gov/nvsn/php/about/index.html>
61. CDC. National Healthcare Safety Network (NHSN). <https://www.cdc.gov/nhsn/index.html>
62. CDC. Traveler-based Genomic Surveillance for Early Detection of New SARS-CoV-2 Variants. <https://wwwnc.cdc.gov/travel/page/travel-genomic-surveillance>
63. Fiocruz. Info Gripe. <http://info.gripe.fiocruz.br/>
64. Gobierno del Brasil. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Brasil. <https://sinan.saude.gov.br/sinan/login/login.jsf>