 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	1

GUÍA APLICACIÓN BIOCIDA PARA COVID-19

Segunda Edición Actualizada – Abril 2020

Esta segunda versión actualizada de la Guía de Aplicación Biocida para el virus SARS-CoV-2, incluye la experiencia desplegada y procesada transcurridos 30 días desde que el síndrome covid19 se presentó por primera vez en nuestro país.

La dinámica de esta pandemia ha motivado la modificación de criterios de respuesta a nivel mundial, los cuales están en permanente actualización, por parte de diferentes organismos especializados tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC por sus siglas en inglés) y el Instituto Robert Kock de Alemania (RKI por sus siglas en alemán).

En este contexto, nuestro país ha debido enfrentar un nivel de contagio creciente y que se ha propagado por todo el territorio nacional, donde los servicios de emergencia han debido extremar sus recursos para atender los diversos escenarios de asistencia que demanda la situación actual y que todos los pronósticos indican aumentará en el corto plazo.


En este sentido, la institución de bomberos ha debido asumir retos adicionales en cada uno de los servicios que responde, incorporando criterios de bioseguridad en los cuartos, material mayor, material menor y emergencias diarias. Adicionalmente, ha sido requerida para apoyar técnicamente el manejo de sitios contaminados, aplicando conceptos de descontaminación para riesgos biológicos, los cuales han aumentado en términos de frecuencia y complejidad.

Frente a este desafío, bomberos deberá combatir un escenario en escala ascendente que exigirá aún más el despliegue de recursos humanos y técnicos, con el fin de apoyar las directrices de contención definidas por las autoridades nacionales y locales, bajo un marco de insumos básicos de protección y personal cada vez más limitados.

El presente documento aborda estos nuevos desafíos desde 4 ejes de trabajo, los cuales son un complemento y actualización de los criterios ya definidos en la Guía 1 y sus respectivas circulares complementarias, los cuales contemplan:

1. Evaluación de riesgos y seguridad en la escena
2. Equipos de protección personal
3. Descontaminación química
4. Aplicación de biocidas

El alcance de las recomendaciones contenidas en esta Guía 2 tiene por objetivo atender la demanda actual y futura del servicio, que requerirá el apoyo no tan solo de unidades especializadas HAZMAT, sino de también de unidades convencionales ubicadas en cada rincón de nuestro país. El desarrollo de estas directrices es el resultado de una extensa

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
2		2	

revisión y compilación de recomendaciones de organismos internacionales, junto con los antecedentes proporcionados por diferentes proveedores de equipos especializados para la protección personal y la aplicación de biocidas.

1. Evaluación de riesgos y seguridad en la escena

Todas las emergencias que responde bomberos involucran una exposición al riesgo de sus operadores, el cual puede ser de mayor o menor grado, dependiendo su tipología, extensión y características intrínsecas. La aparición del coronavirus imprime actualmente un desafío adicional respecto a la exposición al riesgo del personal, dada la posibilidad real de contaminación durante las labores cotidianas de respuesta, especialmente cuando estas demandan la atención de víctimas.

Por este motivo, es necesario incorporar a los protocolos de seguridad en la escena, el manejo de potenciales víctimas contaminadas o bien lugares que han sido expuestos a personas positivas por coronavirus.


Para abordar correctamente este punto, es necesario entender que el virus SARS-CoV-2 tiene como vía de ingreso preferente al organismo la inhalación de bio-aerosoles o aerosoles biológicos a través de la boca y nariz. Lo anterior supone que el virus requiere de un vehículo o “medio” para ingresar al organismo, lo cual se realiza mediante material particulado en suspensión, donde el microorganismo se adhiere a esta superficie para luego incorporarse a los humanos dentro de la fracción respirable.

El transporte del virus a distancias superiores a 6 pies o 1,8 metros, fue descartado por la OMS en su boletín N°66¹ fechado el 26 de marzo de 2020, manteniendo la evidencia científica respecto a la propagación del virus en exposiciones de corta distancia a personas portadoras o superficies contaminadas. Este último, en referencia a que se ha demostrado la actividad viral sobre distintos tipos de superficies por periodos de tiempo que van desde horas hasta días.

De esta forma, se desprende que la transferencia del virus se realiza principalmente por la vía de dos mecanismos:

- **Contaminación primaria:** Contacto directo con material particulado cargado con microorganismos (bio-aerosoles).
- **Contaminación secundaria:** Contacto indirecto con superficies expuestas al virus tales como: Saludos entre personas (manos, besos), metales, madera, plástico, material orgánico, entre otros y que posteriormente son introducidas al organismo por falta de higiene o fallas en los procedimientos de descontaminación.

¹ OMS, Coronavirus disease 2019 (COVID-19) – Situation Report 66

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
2		3	

Los escenarios de respuesta que atiendan bomberos, deben orientarse hacia la restricción de ambos procesos de contaminación, mediante el distanciamiento como medida preferente de control y el correcto uso de equipos de protección personal. En el caso de la distancia, es posible incorporar la exposición mínima del personal limitando el número de operadores necesario durante las diferentes labores de respuesta (manejo táctico de la exposición).

El principio de distanciamiento, debe ser una herramienta preferente durante las labores de respuesta, controlando la seguridad en la escena y limitando el ingreso de operadores de bomberos y personas externas al área de trabajo, mientras que el personal en operación deberá contar con un equipo de protección personal adicional para riesgos biológicos, que responda adecuadamente a las vías de ingreso potenciales del virus.

La evaluación de riesgos donde se requiera descontaminar equipos, materiales o un determinado recinto, debe incorporar las características del emplazamiento, su superficie y entorno, junto con los antecedentes vinculados a la existencia de posibles personas portadoras o confirmadas con Covid19.

El análisis del entorno debe incluir aspectos adicionales como población vulnerable (adultos mayores, niños, enfermos, mujeres embarazadas), flora y fauna local (mascotas) y efectos colaterales sobre las personas (piso resbaladizo, tiempo de aplicación, acceso restringido), entre otros.


En este contexto, la presente guía revisó los antecedentes proporcionados por el CDC y elaboró ciertos criterios de aplicación según la disposición de recursos locales.

Respecto a los posibles escenarios que deba enfrentar Bomberos, estos pueden ser internos o externos, asociados a las siguientes definiciones:

- a) **Internos:** Recintos, material mayor o material menor, asociados directamente a la institución, tales como cuarteles, centrales de alarma, salas de reuniones, casinos, carros bomba, equipos y materiales específicos.
- b) **Externos:** Emplazamientos o infraestructura ajena a la institución, que, a solicitud de la autoridad competente u organismos especializados, requieran una descontaminación de emergencia.

En ambos casos se deberán ponderar los siguientes criterios de forma cualitativa:

- **Tipo de recinto:**
 - Evaluar su extensión en términos de superficie (m²)
 - Destino del recinto (habitacional familiar, habitacional múltiple, hospital, comercial, público, etc)
 - Geometría. Altura del recinto, plantas libres, compartimentación, etc.

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	4

- **Carga Viral:**
 - Habitantes con diagnóstico viral confirmado (++)
 - Habitantes con diagnóstico viral no-confirmado (+) pero sintomáticos
 - Habitantes con diagnóstico sospechoso (0+) pero asintomáticos

El tipo de recinto determina la cantidad de solución descontaminante a utilizar (size up), mientras que su configuración interior determinará si se requieren agentes especiales para desinfectantes con acción en superficies porosas, artículos electrónicos y otros.

2. Equipos de protección respiratoria

Dadas las vías de ingreso al organismo detalladas en el punto 1, es necesario definir el equipo de protección personal pertinente al riesgo de exposición al virus SARS-CoV-2. Adicionalmente, se deben ponderar variables adicionales, dadas las particularidades que este escenario presenta, entre ellas:


- Equipos de protección personal actualmente disponibles
- Quiebres de inventario o sobredemanda de equipos
- Descontaminación
- Costo
- Residuos derivados
- Capacitación sobre su uso

Dentro de los equipos de protección respiratoria, existen los que suministran aire y los que filtran aire. Los primeros son conocidos como equipos o aparatos de respiración autocontenida, mientras que los segundos corresponde a máscaras desechables o máscaras con filtro específico. A continuación, se presentan las características esenciales de ambos y su rendimiento frente a bio-aerosoles.

2.1 Equipo SCBA

El equipo de protección personal preferente, disponible a nivel nacional para protección respiratoria, corresponde a un aparato de respiración autocontenida por presión positiva o SCBA por sus siglas en inglés. Existen diferentes formatos de duración nominal, que varía entre 30, 60 y 120 minutos, según el tipo de marca y modelo. Su uso está regulado por un programa de capacitación dependiente de la Academia Nacional de Bomberos y su mantenimiento corresponde a cada Cuerpo de Bomberos.

El dispositivo SCBA presenta una protección respiratoria adecuada, ya que aísla el ingreso de cualquier bio-aerosol por la vía de inhalación, con una barrera física (máscara tipo fullface) y un suministro de aire que genera una presión superior a la atmosférica. Además, protege la cara y los ojos de posibles salpicaduras con gotas que pueden transportar el virus.

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
2		5	

Por su disponibilidad a nivel nacional y el alto nivel de protección respiratoria, el SCBA es el equipo preferente para bomberos, el cual debe ser usado bajo las mismas directrices que otras emergencias, con la precaución de descontaminar la superficie del equipo expuesto con una solución de jabón líquido neutro y un abundante enjuague de agua para garantizar un arrastre mecánico de partículas. En caso de contar con desinfectantes en aerosol (tipo Lysoform o equivalente), aplicar en forma complementaria. Posteriormente dejar secar en un lugar cerrado sin exposición directa al sol.

2.2 Equipos filtradores de aire


Las máscaras purificadoras de aire han sido recomendadas por la OMS y el CDC como herramientas estratégicas para controlar la propagación del virus SARS-CoV-2 en instalaciones de atención a pacientes. Las más utilizadas corresponde a las máscaras quirúrgicas desechables que ofrecen una limitada protección en términos de tiempo y deben ser desechadas posterior al uso. Requieren de un recambio constante y generan residuos al ser descartadas.

Un modelo más sofisticado corresponde a las máscaras tipo N95, que permiten filtrar el 95% de las partículas presentes en el ambiente. Ofrecen un sello boca nariz mucho más hermético que las máscaras quirúrgicas y permiten una mayor extensión en su uso. Sin embargo, son también desechables, requieren un recambio constante y generan residuos al ser descartadas.

Otro sistema de purificación lo constituyen las máscaras con filtros o canister especiales, que presentan un alto rendimiento en términos de filtración de gases, vapores y material particulado. Muchos de estos canister disponen de un filtro P100 que asegura una protección del 99,97% del material particulado presente en el ambiente. Su duración depende de factores de uso y ambientales, no determinados con precisión y que difiere según el fabricante.

El uso de los canister puede ser mediante una máscara de un material elastómero de medio rostro o rostro completo (full face). Este último otorga una protección no solo sobre la boca y nariz, sino además sobre la cara y los ojos.

El rendimiento de los filtros o canister frente a la exposición de microorganismos ha sido estudiado en virtud de los mecanismos de transporte necesarios para su ingreso al organismo. En este sentido, el virus requiere de un tamaño de partícula (diámetro aerodinámico) no superior a los 20 µm (micrómetros) para que ingrese al sistema respiratorio, mientras que se ha demostrado que las fibras que componen el filtro tienen la capacidad para retener partículas de hasta 0,1 µm. Por este motivo, los filtros mixtos para

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	6

gases y partículas están recomendados para proteger las vías respiratorias de microorganismos como el SARS-CoV-2².

La dificultad que presentan estos equipos es que no existe capacitación formal sobre uso y limitaciones, así como su rendimiento y mantención. Además, solo son parte del equipo estándar de algunas unidades especializadas a lo largo del país y bajo la situación de suministro actual, corresponden a un bien escaso y en sobredemanda.

Además, requieren ser descontaminados cada vez que son expuestos a posibles atmósferas contaminadas con el virus, mediante toallas húmedas desinfectantes en base a hipoclorito de sodio, que aumentan la humedad del canister, reduciendo considerablemente su vida útil y aumentando su frecuencia de cambio.

De manera complementaria, es importante señalar que las normativas asociadas a los respiradores, difieren según el fabricante y país asociado a su certificación, lo que modifica ciertos criterios de rendimiento sobre el funcionamiento del dispositivo, en particular estándares de flujo de inhalación y exhalación, que van entre 40 a 60 L/min para el primero y 30 a 95 L/min para el segundo³.

Las certificaciones internacionalmente reconocidas para estos dispositivos de protección respiratoria, son las siguientes:

- N95 (EEUU, NIOSH-42CFR84)
- FFP2 (Europa, EN 149-2001)
- KN95 (China, GB2626-2006)
- P2 (Australia/Nueva Zelanda AS/NZA 1716:2012)
- Korea 1st class (Korea KMOEL – 2017-64)
- DS (Japón JMHLW-Notificación 214, 2018)


Todos los equipos que cumplan con alguna de las certificaciones señaladas, mantienen un rendimiento de filtrado mayor o igual al 94%. Este antecedente puede ser relevante, en caso de quiebres de stock por parte de un proveedor específico y donde se necesario solicitar un suministro alternativo bajo otro estándar de fabricación.

3. Equipos de protección biológica

La segunda vía de ingreso del SARS-CoV-2 se asocia a medios de transferencia secundaria tales como partículas que se depositen sobre el organismo y que posteriormente accedan al sistema respiratorio por falta de profilaxis o higiene. En este contexto, se requiere un traje de protección biológica, probado para impedir el ingreso de estas partículas.

² 3M, Respiratory Protection for Airborne Exposures to Biohazards, Technical Data Bulletin, Febrero 2020

³ 3M Comparison of FFP2, KN95, and N95 and Other Filtering Facepiece Respirator Classes – Enero 2020

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
2		7	

Para tal efecto, bomberos dispone de un equipo de protección contra incendios que brinda protección limitada a partículas o aerosoles que se depositen sobre el uniforme. En caso de sospecha o contacto confirmado con un portador del virus, el uniforme deberá ser descontaminado con una solución de jabón líquido neutro y un posterior enjuague vigoroso para arrastrar mecánicamente partículas residuales. No podrá ser utilizado hasta que sea secado en un ambiente cerrado, libre de exposición a la radiación solar.

El mismo procedimiento debe ser aplicado a botas, guantes y esclavina.

Adicionalmente, unidades especializadas de bomberos cuentan con equipos de protección química que ofrecen un buen rendimiento frente a material particulado y bioaerosoles, los que difieren en sus características dependiendo del fabricante seleccionado.


Uno de los equipos utilizados corresponde al modelo Tyvek® del proveedor DuPont, el cual dependiendo del modelo brinda una capacidad limitada de protección para la exposición de bomberos a riesgos biológicos. La tabla 1 muestra un cuadro comparativo respecto al modelo y su rendimiento recomendado por el fabricante.

Tabla 1: Cuadro comparativo para trajes Tyvek®

Modelo de traje	Protección a contacto con fluidos sanguíneos y virales		Protección a fluidos y partículas
	ASTM F1670 & ASTM F1671	ISO 16603 & ISO 16604	AATCC 127
Tyvek® 400			Cumple
Tyvek® 500		Cumple	
Tyvek® 600		Cumple	
Tyvek® 800		Cumple	
Tyvek® 2000	Cumple		

Nota: El código ASTM, ISO o AATCC corresponde al tipo de ensayo realizado para comprobar experimentalmente su rendimiento.
Fuente: DuPont Coronaviruses, including SARS and MERS – Technical Bulletin

La tabla 1 señala que los modelos Tyvek® 500 y superiores, están recomendados para la protección de los respondedores frente al contacto con fluidos sanguíneos y virales. Otros trajes con niveles superiores de rendimiento como la serie Tychem® 2000, utilizados normalmente para protección de agentes químicos, también cumplen con los criterios de resistencia mostrados en la tabla 1 para contacto con agentes biológicos. Otras marcas o modelos pueden ofrecer protección equivalente, en base al cumplimiento de los estándares de referencia señalados en la tabla 1.

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	8

Dada la demanda actual por trajes de protección biológica y química, es posible que los modelos señalados en la tabla 1 no estén disponibles y sea necesario buscar equipos alternativos. En este contexto, se recomienda que los trajes cumplan con al menos las siguientes certificaciones (pueden incluir otras adicionales), que garanticen niveles de protección mínimos para los respondedores:

- ISO 16604: Protección contra líquidos contaminados con fluidos sanguíneos y virales.
- EN 14126: Protección contra penetración hecha por contacto mecánico con sustancias que contengan aerosoles contaminados.
- EN 22611: Penetración por líquidos aerosoles contaminados.
- EN 22612: Penetración por partículas sólidas contaminadas.
- EN 468: Resistencia a la penetración de líquidos en la forma de spray o neblinas.

Otros trajes con barrera de protección para partículas secas, salpicaduras químicas o solventes, construidos en base a polipropileno, podrán ser utilizados para labores de descontaminación de equipos o áreas que configuren recintos sin carga viral probable.


4. Nivel de protección para agente biológico SARS-CoV-2

Tal como se presentó en los puntos anteriores, el control de las vías de ingreso garantizará la protección adecuada del operador expuesto a una potencial atmosfera contaminada. La sumatoria de los equipos necesarios para alcanzar este objetivo corresponde al **nivel de protección**, el cual de manera preferente estará constituido por los siguientes componentes:

- Casco con barbiquejo
- Traje de protección biológica tipo Tyvek® 500, equivalente o superior
- Equipo SCBA
- Botas impermeables
- Guantes impermeables
- Sellado para guantes y botas

La configuración propuesta corresponde a un nivel de protección tipo B, semi-encapsulado tanto para condiciones de trabajo interiores (indoor) como para exteriores (outdoor). Dicho nivel podrá ser modificado a partir de los criterios de rendimiento señalados en la descripción de sus componentes principales, resguardando siempre la seguridad de los operadores según las condiciones de respuesta en cada Cuerpo de Bomberos.

De forma alternativa, se podrá utilizar un nivel tipo C, con protección respiratoria mediante filtros de aire, preferentemente en formato full face, dada su configuración integral para

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	9

proteger boca, nariz, ojo y cara de salpicaduras. En caso de no contar con esta máscara se deberá utilizar una de media cara, más un escudo facial o lentes herméticos.

El filtro, deberá tener una coraza protectora o “*Hard Case*” que permita blindar el sistema de filtrado de un eventual contacto con material particulado y que además facilite la descontaminación segura del canister mediante una toalla húmeda desinfectante, sin afectar las fibras de filtrado, las cuales actúan con un circuito de aire que ingresa por la parte lateral del dispositivo. La imagen 1 y 2 representa dos modelos y marcas que disponen de estos canister con *Hard Case*. Otros modelos o proveedores, deberán cumplir con criterios de protección equivalentes.



Imagen 1: Filtro Hard Case 7093C, Marca 3M


Imagen 2: Filtro Hard Case F700P3, Marca Air

Cabe destacar que el uso de máscaras con filtro, reduce considerablemente el peso total del nivel de protección, lo que facilita el despliegue para periodos operacionales de mayor tiempo o de mayor complejidad. Sin embargo, esta alternativa requiere contar con los insumos técnicos descritos y un nivel de entrenamiento previo que garantice la seguridad de las operaciones. En caso de que ambas variables no estén presentes, se deberá utilizar el nivel B para operar en atmosferas potencialmente contaminadas con el virus SARS-CoV-2.

Las operaciones de descontaminación podrán utilizar el nivel de protección tipo C propuesto anteriormente y en caso de no contar con los medios necesarios, se deberá desplegar un nivel tipo B semi-encapsulado.

El uso de una mayor cantidad de trajes desechables (Tyvek® o equivalente), producirá una mayor cantidad de residuos peligrosos, que deberán ser estabilizados antes de ser enviados a disposición final.

Respecto a la duración del equipo de protección respiratoria filtradores de aire, esta Guía ha determinado que las máscaras quirúrgicas y máscaras tipo N95 deberán ser utilizadas

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	10

solo 1 vez, para luego desecharlas como residuos. **Mientras que los canister indicados en las imágenes 1 y 2, tendrán una duración máxima recomendada de 30 días, corridos desde su utilización por primera vez.**

Este criterio fue construido en función de la duración promedio de los filtros para gases y vapores, orientado sobre una línea de tiempo entre 1 a 3 meses. Finalizado el periodo recomendado de 30 días, es posible que el canister no haya finalizado su vida útil, pero dada la relevancia sobre el control de la vía de ingreso principal del virus al organismo, esta Guía ha formulado un criterio que resguarda anticipadamente la seguridad de los operadores, restringiendo la posibilidad de falla de los filtros.

5. Descontaminación química


Desde el punto de vista técnico, el proceso de descontaminación requiere de un **desinfectante químico**, que asegure la inactividad del virus posterior a su aplicación. Este insumo es utilizado tanto en operaciones de respuesta a emergencia con potenciales personas infectadas con covid19, como durante trabajos de limpieza en emplazamientos sospechosos o confirmados de exposición al virus. No obstante, los desinfectantes químicos poseen propiedades limitadas que pueden alterar el resultado higiénico esperado, dentro de las cuales están:

- Propiedades del agente químico activo
- Concentración recomendada
- Tipo de microorganismo que ataca
- Tiempo de residencia o tiempo mínimo necesario para su acción
- Tipo de residuos que genera
- Agentes externos que debilitan su actividad biocida
- Características de peligro asociadas a su composición (inflamable, tóxica u otro)

Estas variables afectan la eficiencia en su aplicación y por ende pueden comprometer el desarrollo de controles efectivos sobre un determinado emplazamiento que debe ser descontaminado.

Los desinfectantes químicos listados por el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC, por sus siglas en inglés), se ordenan en familias de compuestos definidas de la siguiente forma:

- Alcoholes
- Cloro y compuestos de cloro
- Formaldehído
- Glutaraldehído
- Peróxido de hidrógeno

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
2		11	

- Yodóforos
- Ortoftaldehído
- Ácido Peracético
- Ácido peracético y peróxido de hidrógeno
- Fenoles
- Amonio cuaternario

Todos ellos presentan características y propiedades específicas que son pertinentes en la medida que sean aplicadas conforme a la evidencia científica y experiencias internacionales.


Adicionalmente, se ha determinado que el uso de detergentes industriales con desengrasantes tiene un alto potencial de inactividad sobre el virus SARS-CoV-2⁴, dado que este posee una membrana lipídica exterior, vulnerable a los efectos de dichos compuestos. Lo anterior, se ajusta a las medidas de higiene recomendadas para el lavado de manos, mediante el uso de jabón neutro y abundante agua. La concentración del detergente será entregada por cada proveedor conforme a su composición química y rendimiento.

El uso de estas soluciones descontaminantes, ha sido actualizado por el Centro Europeo para el Control y Prevención de Enfermedades (ECDC por sus siglas en inglés), conforme a su reporte técnico publicado en marzo de 2020. En el marco de la propagación del SARS-CoV-2, sobre el continente europeo y las pruebas experimentales de diferentes centros especializados, se desarrollaron los siguientes criterios de concentración de soluciones desinfectantes, mostrados en la tabla 2, para las distintas familias de coronavirus.

Tabla 2: Agentes descontaminantes y concentraciones recomendadas

Agente Descontaminante	Concentración	Testeo para Coronavirus
Etanol (Alcohol Etilico)	70%	HCoV-229E, MHV-N, CCV, TGEV
Hipoclorito de sodio	0,1 – 0,5%	HCoV-229E
	0,05 – 0,1%	SARS-CoV
Glutaraldehído	2%	HCoV-229E
Isopropanol	50%	MHV-2, MHV-N, CCV
Formaldehído	0,7%	MHV-2, MHV-N, CCV
Nomenclatura: HCoV-229E: Coronavirus humano MHV-2 y MHV-N: Hepatitis viral en ratones CCV: Coronavirus canino TGEV: Virus transmisible gastroenteritis SARS-CoV: Síndrome respiratorio agudo por coronavirus		

⁴ OMS, Water, sanitation, hygiene and waste management for the COVID-19 virus, Marzo 2020

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	12

Respecto a los amonios cuaternarios, se recomienda seguir las concentraciones de cada proveedor considerando que su composición corresponda a la 5ta generación y que esté descrito en el listado de descontaminantes definido por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos EPA, positivo para virus emergentes (<https://www.epa.gov/pesticide-registration/list-n-disinfectants-use-against-sars-cov-2>)

La recomendación establecida en la tabla 1 ha definido una concentración de 0,5% para el uso de hipoclorito de sodio, en labores de descontaminación. Sin embargo, la concentración señalada se va modificando en función del tiempo, dado que el hipoclorito se disocia en la solución preparada. Este proceso reduce la concentración de la solución por debajo del 0,5% recomendado, lo que puede comprometer los objetivos sanitarios previstos para la eliminación del virus al interior de un recinto.

Por este motivo, para aplicaciones indoor, se recomienda una solución de hipoclorito de sodio al 1%, la cual tendrá un pH teórico de 10,30 el cual debe ser monitoreado diariamente para asegurar que la concentración se mantiene en 1%. Si el pH cae por debajo del pH 10,15 la concentración de la solución será inferior a 0,5%. Para efectos operacionales, el monitoreo de pH debe mantenerse en 10, conforme a la lectura que presente una tira reactiva o “papel pH”.

En la circular 2, recientemente actualizada, se presenta el detalle de las concentraciones necesarias para formular una solución al 1% en referencia a múltiples materias primas.

Otras soluciones de hipoclorito elaboradas a partir de sales de dicloro-isocianurato de sodio en polvo o tabletas, requieren ser analizadas en forma particular dado el extenso número de concentraciones ofrecidas comercialmente.


No obstante, es posible recomendar formular una solución de hipoclorito de sodio al 1% a partir de dicloro-isocianurato de sodio en polvo al 60%, donde se requiere una relación de 17 gr por litro de agua para lograr la solución propuesta por esta Guía⁵.

Para mayor información se recomienda contactar al sistema de consulta habilitado para el GTO-Hazmat en caso de utilizar sales cloradas sólidas.

5.1 Compatibilidad química de soluciones

Las sustancias descontaminantes mostradas en la tabla 2 presentan diferentes comportamientos en presencia o mezcla con soluciones incompatibles, lo que puede producir reacciones químicas exotérmicas en compañía de gases o vapores tóxicos tales como amoníaco, cloro y óxidos nitrosos. Por este motivo, se deberá consultar la tabla 3 antes de realizar cualquier tipo de descontaminación, dado que algunos productos pueden

⁵ Ministerio de Salud – India, *COVID-19: Guidelines on disinfection of common public places including offices*

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
	2	13	

derivar en efectos negativos sobre el personal que manipule las soluciones o bien que ingrese al recinto posterior a la descontaminación.


Algunos de ellos, como el etanol, formaldehído, isopropanol y ácido paracético son inflamables y requieren cuidados especiales para su manejo. El hipoclorito de sodio presenta un perfil de reactividad incompatible con todas las otras sustancias utilizadas como descontaminante, por cuanto no es posible su uso junto a otros reactivos.

Es muy relevante que todas las unidades que realicen descontaminaciones nivel 1 y 2 (ver tabla 4) ejecuten un cuestionario anticipado donde se consulte el uso previo de otras soluciones, con el objetivo de identificar posibles incompatibilidades durante el proceso de descontaminación programado. En caso de que se detecten posibles reacciones químicas, se deberá detener el servicio, hasta disponer de una nueva solución, compatible con la información recopilada.

La tabla 3 corresponde a la carta de reacciones para las sustancias listadas, con una escala de colores orientada en 3 niveles, para su fácil lectura y comprensión.

Tabla 3: Carta de reacciones soluciones descontaminantes

Carta de Reacción Soluciones Descontaminantes	Amonio Cuaternario	Alcohol (etanol)	Formaldehído	Glutaraldehído	Peróxido de Hidrógeno	Isopropanol	Ácido Paracético	Hipoclorito de sodio
Amonio Cuaternario								
Alcohol (etanol)	C							
Formaldehído	P	P						
Glutaraldehído	P	P	I					
Peróxido de Hidrógeno	I	I	I	I				
Isopropanol	C	C	P	P	I			
Ácido Peracético	P	P	I	I	I	P		
Hipoclorito de sodio	I	I	I	I	I	I	I	

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	14

Simbología	
C	Compatible: No se esperan reacciones peligrosas
P	Precaución: Puede ser peligroso bajo ciertas condiciones
I	Incompatible: Existe peligro de reacción química


Nota: Los resultados mostrados en la tabla 3 corresponde a la evaluación de perfiles de reactividad construidos a partir de información bibliográfica y software de simulación. Es posible que existan resultados diferentes, según las concentraciones y componentes de cada reactivo en particular. Lo anterior, dado que, en algunos casos como el amonio cuaternario, este ofrece múltiples configuraciones y concentraciones que pueden afectar la cinética de la reacción y en consecuencia las especies químicas esperadas. Situaciones específicas deberán ser analizadas caso a caso, con apoyo de los especialistas del GTO-HAZMAT a objeto de no generar efectos dañinos sobre las personas o medio ambiente.

6. Medios de aplicación

La evolución de los escenarios de respuesta que enfrenta bomberos, requiere ampliar los medios de aplicación de biocidas no tan solo a unidades especializadas, sino además a unidades convencionales. Lo anterior, dada la creciente demanda por requerimientos de apoyo emanados por la autoridades nacionales y locales.

Actualmente bomberos desarrolla procedimientos de descontaminación para su personal, equipos, herramientas, cuarteles e insumos, según las recomendaciones desarrolladas por el GTO-Hazmat y distribuidas por el SNO a nivel país, donde se expresa una secuencia de pasos tendientes a reducir los efectos de la contaminación primaria y secundaria sobre diferentes tipos de superficies (traje de bombero estructural, traje de protección biológica). En este sentido, la Circular N°3 detalla y actualiza los procedimientos recomendados para los equipos de protección personal para bomberos, la cual se encuentra disponible en el repositorio digital de la página web.

En referencia a los servicios de descontaminación, se ha elaborado una clasificación que permitirá estructurar la respuesta a estos requerimientos bajo un enfoque táctico y con alcance nacional, resguardando la seguridad de los operadores según su nivel de exposición y la disponibilidad de soluciones descontaminantes recomendadas. Lo anterior, implica crear 3 niveles de respuesta, aplicados tanto a unidades convencionales como a unidades especializadas, facilitando el acceso a estas medidas bajo una organización de competencias.

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
2		15	

Los 3 niveles propuestos se configuran de la siguiente manera:

- Nivel 1: Descontaminación liviana
- Nivel 2: Descontaminación mediana
- Nivel 3: Descontaminación pesada

El detalle de cada nivel y sus características es presentado en la tabla 4, conforme a la experiencia recopilada durante el mes de marzo con los diferentes despliegues que ha realizado bomberos a lo largo del territorio nacional.

Esta clasificación permitirá dirigir adecuadamente los recursos, según el tipo de apoyo que solicite la autoridad nacional o local, junto a la evaluación particular que cada cuerpo de bomberos realice, en función de sus capacidades operativas. En este contexto, la presente Guía recomienda que frente a cualquier orientación o asistencia técnica sobre el proceso de descontaminación que se realizará, independiente de su nivel, esta sea direccionada por los canales de comunicación establecidos entre los cuerpos de bomberos, el SNO y los especialistas del GTO-Hazmat, quienes podrán orientar en forma remota sobre los aspectos logísticos y procedimentales pertinentes al sitio de descontaminación.

Las instrucciones desarrolladas por esta guía cumplen además con el resguardo del equipamiento disponible en los cuerpos de bomberos y así mantener la capacidad operativa que demanda el servicio de atención de emergencias. Esto, dado que la incorrecta aplicación de las soluciones descontaminantes expuestas en la tabla 2, pueden poner en riesgo la seguridad de los operadores y la vida útil de los materiales utilizados, entre ellos, estanques y cuerpo bomba de material mayor.

El GTO-Hazmat deja expresamente señalado que no es recomendable incorporar al interior de estanques o cuerpo bombas cualquiera de las soluciones descontaminantes (ver Tabla 2), dado que pueden afectar la integridad de sus componentes y reducir su vida útil para la cual fueron diseñadas. En caso de no respetar esta recomendación, será responsabilidad de cada Cuerpo de Bomberos, disponer de las medidas necesarias para reducir los posibles efectos negativos que esta acción puede tener sobre las piezas de material mayor.

La única aplicación que puede ser ejecutada desde el estanque y cuerpo bomba, corresponde a un **detergente líquido industrial desengrasante**, recomendado para la descontaminación de calles y áreas abiertas. Esta sustancia neutra, debe ser mezclada con agua para que actúe directamente sobre la superficie deseada, la cual puede ser aplicada directamente desde un carro bomba.

Adicionalmente, es posible que existan requerimientos especiales de descontaminación indoor, donde el solicitante establezca el tipo de solución descontaminante a utilizar dadas las condiciones particulares del recinto. En este caso, se recomienda canalizar este requerimiento al GTO-Hazmat con la ficha técnica del producto y la hoja de seguridad

	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
BOMBEROS CHILE		Versión	Página No.
		2	16

respectiva bajo la NCh 2245:Of.2015, para evaluar las condiciones de riesgo y los medios de aplicación pertinentes que garanticen los objetivos de higiene propuestos.

Todas las soluciones de descontaminación química deberán contar con un control de calidad, efectuado por un operador competente, que verifique la fecha de elaboración, su actividad química a partir de los reactivos utilizados, su etiquetado, concentración, almacenamiento y disposición final como residuo. En ningún caso, las soluciones podrán tener una duración superior a los 7 días corridos, contados desde la fecha de preparación, lo cual exigirá un control adicional sobre estos reactivos.

A diferencia de otras sustancias peligrosas, los microorganismos no pueden ser detectados o analizados en terreno, por cuanto no es posible verificar cuantitativamente la condición previa y posterior a la aplicación de las medidas de control, a diferencia de otras emergencias comunes como escapes de gas o derrames de combustible. Por este motivo, es necesario aplicar una secuencia simple de análisis tipo cualitativo, que permita disponer de información básica sobre el lugar que se debe desinfectar y así fijar objetivos de operación coherentes con un esquema de respuesta táctico.




	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
BOMBEROS CHILE		Versión	Página No.
		2	17

Tabla 4: Niveles de descontaminación por competencia

Tipo de Descontaminación	Alcance	EPP Recomendado	Solución Descontaminante Recomendada	Medio de Aplicación Recomendado
Nivel 1 Descontaminación Liviana	Destinada a la descontaminación de calles, sitios abiertos o lugares de tránsito regular de personas. Puede ser desarrollada por unidades convencionales, con un periodo operacional no superior a 1 hora.	Equipo de protección personal con uniforme estructural, botas y guantes impermeables. Preferentemente equipo SCBA para protección respiratoria. Equipo alternativo, máscara tipo N95 desechable o nivel de protección tipo C.	Detergente líquido industrial con desengrasante. No se recomienda el uso de soluciones descontaminantes señaladas en tabla 2.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar un enjuague previo con abundante agua sobre la superficie a descontaminar. - Aplicar la solución con detergente. - Enjuagar con abundante agua.
Nivel 2 Descontaminación Mediana	Destinada a la descontaminación técnica de recintos indoor, con un periodo operacional de hasta 3 horas o inferior a 1.000 m ² . Desarrollada solo por unidades especializadas Hazmat.	Nivel de protección biológica Tipo B Preferentemente equipo SCBA para protección respiratoria. Equipo alternativo, máscara full face con filtro P100 y canister con carcasa protectora (hard case).	Soluciones descontaminantes según tabla 2.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación con bomba manual, bomba de espalda o impulsada con motor. - Flujo de aplicación tipo neblina fina o de gota pequeña. - Sistema de desalojo con inductor en línea.

	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
BOMBEROS CHILE		Versión	Página No.
		2	18

Nivel 3 Descontaminación Pesada	Destinada a la descontaminación técnica de recintos indoor, con un periodo operacional superior a 3 horas o 1.000 m ² . Desarrollada solo por unidades especializadas Hazmat y posiblemente requiera más de 1 unidad.	Nivel de protección biológica Tipo B Preferentemente equipo SCBA para protección respiratoria. Equipo alternativo, máscara full face con filtro P100 y canister con carcasa protectora (hard case).	Soluciones descontaminantes según tabla 2.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación con bomba de espalda o impulsada con motor. Flujo de aplicación tipo neblina fina o de gota pequeña. - Sistema de desalojo con inductor en línea. - Aplicación con ventilación forzada.
--	---	---	--	--

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	19

Criterios de aplicación según superficie

- 10 litros de solución descontaminante por cada 100 m² de superficie para espacios compartimentados. Evidencia en procedimientos aplicados durante el mes de marzo precisan una cantidad de 7,5 a 8,0 litros de solución por 100 m² de superficie, por cuanto es posible usar esta aproximación en caso de requerir un dimensionamiento más exacto.
- 5 litros de solución descontaminante por cada 100 m² de superficie para espacios no compartimentados.
- Destino del edificio, habitacional familiar, **tiempo de residencia** igual o superior a 60 minutos. Cualquier otro destino (no habitacional familiar), igual o superior a 120 minutos. El tiempo de residencia corresponde al tiempo total entre la aplicación del producto y el ingreso de personas sin equipos de protección personal.
- La geometría del edificio modifica el periodo operacional de descontaminación, el cual contempla un estimado mínimo de 15 minutos por cada 100 m², en base a una aplicación sistemática y reforzada del equipo desplegado para tal efecto.

Criterios de aplicación según carga viral


- Para habitaciones o recintos con diagnóstico viral confirmado (++) se utilizará una solución de hipoclorito de sodio al 1%. En superficies críticas como manilas de puertas, camas, sillones o muebles, se podrá aplicar una solución al 3% de peróxido de hidrógeno de manera complementaria. Esta última operación deberá ser realizada por un operador adicional.
- Para habitaciones o recintos con diagnóstico viral no-confirmado (+) se utilizará una solución de hipoclorito de sodio al 1%.
- Para habitaciones o recintos con diagnóstico sospechoso (0+) se utilizará una solución de hipoclorito de sodio al 0,5%.

No es posible cuantificar la carga viral en la superficie, ambiente o residuos, por medio de dispositivos portátiles, por cuanto se debe trabajar en garantizar que las soluciones desinfectantes fueron generadas conforme a las recomendaciones y la aplicación se realizó según los criterios definidos en esta guía.

Luego de determinar el tipo de solución biocida a utilizar, se deben disponer los medios de aplicación necesarios para asegurar su dispersión sobre el emplazamiento objetivo.

Para equipos electrónicos o sensibles, se recomienda utilizar una toalla desinfectante desechable, en base a etanol o hipoclorito de sodio, aplicada manualmente sobre la superficie.

No utilizar aplicación pulverizada directa sobre estos dispositivos.

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
		Versión	Página No.
		2	20

Criterios de Aplicación (Indoor)

- Pulverizadores manuales de 1 litro para aplicación de agua oxigenada, con punta de bronce para reducir al máximo posible el tamaño de la gota.
- Pulverizadores manuales de hasta 5 litros para aplicación de hipoclorito de sodio, con punta de bronce para reducir al máximo posible el tamaño de la gota, la cual podrá ser reemplazada por una bomba de espalda de 10 litros.

Criterios de Aplicación (Outdoor)

- Bomba de espalda con capacidad de 10 litros. Preferentemente con punta de bronce para reducir al máximo posible el tamaño de la gota.
- Bombas portátiles con motor de combustión o eléctrico, con estanque igual o superior a 10 litros.
- Pulverizadores con ventilación forzada, aplicados en superficie, estáticos (ventilador fijo) o móviles.


En el caso de aplicaciones con hipoclorito de sodio entre el 0,5% y 1,0% el pH se debe mantener en un valor 10 (alcalino), por cuanto se puede verificar la eficiencia de la aplicación evaluando la solución aplicada sobre la superficie con una tira reactiva o papel pH.

Inducción en línea con premezclador

En caso de que se requiera aplicar una solución descontaminante del listado señalado en la tabla 2 se podrá realizar este procedimiento utilizando un sistema de inducción en línea, mediante un pre-mezclador de 200 [lt/min] o equivalente y un pitón con caudal regulable a flujo máximo de 200 [lt/min] (aproximadamente 60 [gpm]). Se prohíbe el uso de soluciones directas en estanques o cisternas de material mayor y que deben ser impulsadas por el cuerpo bomba, dado que la solución es alcalina (pH 10) y puede generar deterioros irreversibles sobre sus componentes metálicos.

La presente Guía desarrolla un ejemplo de aplicación en base una solución de hipoclorito de sodio entre el 0,5% y 1,0 % inducida con un pre-mezclador desde un recipiente de mezclado se recomiendan los siguientes parámetros de trabajo, expresados en la tabla 5. La selección de este producto, se explica principalmente por su disponibilidad a lo largo del territorio nacional y fácil acceso.

Otros desinfectantes químicos pueden ser utilizados bajo este mismo esquema de aplicación tales como, amonio cuaternario, detergentes con desengrasante, peróxido de hidrógeno u otro, conservando los criterios de vigilancia (pH u otro) específicos para cada

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
2		21	

solución descontaminante y los riesgos asociados a su composición (incompatibilidad química, inflamabilidad u otro).

Tabla 5: Parámetros de inducción

Volumen de agua que se aplicará:	2.000 litros
Diámetro de la manguera:	52 [mm]
Presión de operación:	7 [bar]
Inductor en línea:	200 [lt/min].
% de inducción:	3%

Cabe destacar que, en el caso de hipoclorito de sodio, este puede presentar una solución concentrada entre 5% o 10% la cual se recomienda diluir previamente a un recipiente de mezclado (recomendando 60 litros) en una relación de mezcla 2:1, esto quiere decir 2 partes de hipoclorito de sodio por 1 parte de agua. En el caso del recipiente de mezclado propuesto (60 litros), corresponden 40 litros de hipoclorito y 20 litros de agua potable.


Posteriormente, la solución se corrige con el inductor en línea, el cual podrá variar entre 1% y 3% hasta obtener una solución a la salida del pitón con un pH 10, que será la variable de control para verificar que la inducción ejecutada es la correcta. En caso de que sea más bajo (<10) volver a corregir en pre-mezclador hasta lograr el pH indicado.

Graduar el pitón en chorro neblina o cono de poder, que permita reducir al mínimo posible el tamaño de la gota aplicada (aplicación tipo lluvia).

Posteriormente se deberá lavar todo el material por un tiempo no inferior a 10 minutos.

El escenario de aplicación planteado, permite dosificar la correcta dosis de hipoclorito de sodio, recomendada por la Guía de Aplicación de Biocidas a partir de criterios técnicos y recomendados por la Organización Mundial de la Salud, a razón de 200 litros/min por un tiempo de 10 minutos, totalizando un volumen desalojado de 2.000 litros.

No seguir las recomendaciones señaladas, no solo comprometerá la seguridad de los operadores, sino además pondrá en riesgo los objetivos de sanitización requeridos por la autoridad convocante, por cuanto se deben seguir estrictamente las reglas de trabajo señaladas en este procedimiento.

 BOMBEROS CHILE	GUIA APLICACIÓN BIOCIDA COVID – 19 BOMBEROS DE CHILE	GUIA	
		HAZ-GUIA-001	
Versión		Página No.	
2		22	

Control de residuos

Todos los residuos generados durante la aplicación de biocidas deberán ser inactivados antes de ser enviados a disposición final. Esto es independiente del proceso de descontaminación que debe ser aplicado conforme a los procedimientos estándares de operación.

Se deberá desactivar el residuo con una solución de agua oxigenada al 3%, aplicada con un atomizador manual, procurando cubrir toda la superficie asociada al residuo o su respectivo envase.

Posteriormente se deberá disponer transitoriamente en espacios abiertos y envases cerrados, hasta que su retiro sea gestionado por la autoridad competente o una empresa autorizada para ello.

Adicionalmente, es importante evaluar el uso de soluciones descontaminantes en el ambiente, dado que su aplicación fuera de los parámetros analizados puede tener un efecto nocivo sobre la flora, fauna local, cursos de agua subterráneos y en superficie. Por tal motivo, antes de desplegar las operaciones en terreno, el oficial o bombero a cargo deberá analizar las características del entorno y posibles receptores ambientales vulnerables, disponiendo medidas complementarias necesarias para su protección y resguardo.