



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Determinación de la eficacia microbiológica del proceso de  
limpieza y desinfección de espacios al aire libre en la ciudad de  
Guayaquil, utilizando un equipo de alta presión y temperatura,  
durante la emergencia sanitaria por el virus SARS-CoV-2  
(COVID-19)”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN GERENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL  
TRABAJO**

**Presentada por:**

**Allan Rolando Viteri Verdy**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2022**

# **AGRADECIMIENTO**

A Dios por sus bendiciones, a la ESPOL por su excelencia académica y a quienes colaboraron en territorio para poder desarrollar este proyecto.

# DEDICATORIA

A mis hijos: Allan Fernando y Danna  
Victoria Viteri Armijos.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

**Ángel Ramírez M., PhD.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE**

---

**Cristina Morales L., MSc.  
DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Ingrid Adanaqué B., MSc.  
VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

**Allan Rolando Viteri Verdy**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en determinar la eficacia microbiológica de un proceso de limpieza y desinfección aplicado a los espacios al aire libre en la ciudad de Guayaquil, durante la emergencia sanitaria por la COVID-19, mediante el uso de los parámetros de presión y temperatura.

La empresa objeto de estudio es una organización dedicada al servicio de limpieza y desinfección de superficies exteriores de la ciudad, para lo cual, mantiene como equipo principal operativo a la “hidrolavadora”, que funcionan a niveles de presión y temperatura específicos.

La finalidad de este trabajo de investigación se centró en determinar la eficacia microbiológica, representado en el porcentaje de reducción de la carga microbiológica de los hongos y bacterias, posterior a la aplicación del proceso de limpieza y desinfección de las superficies seleccionadas, por la correlación que pudiese existir entre esta variable y aquellas operativas, como son la presión y temperatura del equipo denominado “hidrolavadora”

La metodología contempló el levantamiento inicial del proceso de limpieza y desinfección, identificando los recursos, materias primas y equipos utilizados. Seguido, en presencia de las corridas operativas de la limpieza y desinfección de superficies, se realizaron las tomas de muestras, con personal técnico de un laboratorio acreditado localmente, quienes a través de procedimientos internos determinaron los niveles de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) por la superficie calculada, por cada sitio seleccionado. A partir de estos datos, se calculó el porcentaje de reducción de carga microbiológica, tanto para hongos y bacterias en las superficies. Con el porcentaje de reducción microbiológica y los niveles de operación de presión y temperatura utilizados en el equipo se determinaron los coeficientes de correlación de Pearson para variables cualitativas.

La hipótesis de investigación planteada fue: La carga microbiológica del proceso de limpieza y desinfección de superficies al aire libre tiene relación con los niveles de operación (presión y temperatura) del equipo.

El resultado que dio este estudio fue que con suficiente evidencia estadística existe una relación directa entre la variable “presión” y la eficacia microbiológica del proceso de limpieza y desinfección de superficies al aire libre en la ciudad de Guayaquil. Sin embargo, no se evidenció lo mismo para la variable temperatura.

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento y justificación del problema.....	1
1.2. Objetivo del Trabajo Final de Graduación.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Hipótesis de investigación.....	6
1.4. Metodología usada para el desarrollo del Trabajo Final de Graduación.....	7
1.5. Estructura del Trabajo Final de Graduación.....	9
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1. Superficies y contaminación .....	10
2.2. Procesos de higienización.....	17
2.2.1. Limpieza y Desinfección .....	18
2.3. Limpieza y desinfección.....	21
2.3.1. Principios.....	21
2.3.2. Técnicas .....	21
2.4. Desinfectantes .....	23
2.4.1. Tipos.....	23
2.4.2. Evaluación de la eficacia .....	26
2.5. Tecnologías de limpieza y desinfección a presión .....	28
2.6. Métodos para el análisis de contaminación en superficies .....	29
2.7. La seguridad en un proceso de limpieza y desinfección .....	31
2.8. Enfermedad COVID-19 .....	32
2.8.1. Recomendaciones de limpieza y desinfección .....	32

	<b>Pág.</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>3. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	36
3.1. Levantamiento inicial del proceso.....	36
3.1.1. Descripción del proceso y recursos.....	36
3.1.2. Procedimiento de limpieza y desinfección .....	40
3.2. Identificación de peligros y evaluación de riesgos .....	43
3.2.1. Identificación de los factores de riesgos .....	43
3.2.2. Evaluación cualitativa de los riesgos.....	46
3.2.3. Identificación de las medidas de control .....	48
3.3. Trabajo de campo .....	49
3.3.1. Determinación de escenario o contexto .....	49
3.3.2. Población – Muestra objetivo .....	49
3.3.3. Variable (s) a medir.....	49
3.3.4. Tipo de medición.....	50
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	53
4.1. Eficacia microbiológica de bacterias .....	54
4.1.1. Análisis y muestreo microbiológico de bacterias totales antes de los procesos de limpieza y desinfección .....	54
4.1.2. Análisis y muestreo microbiológico de bacterias totales después de los procesos de limpieza y desinfección .....	54
4.1.3. Determinación de Eficacia microbiológica de bacterias.....	55
4.2. Eficacia microbiológica de hongos .....	57
4.2.1. Análisis y muestreo microbiológico de hongos totales antes de los procesos de limpieza y desinfección .....	57
4.2.2. Análisis y muestreo microbiológico de hongos totales después de los procesos de limpieza y desinfección .....	57
4.2.3. Determinación de Eficacia microbiológica de hongos .....	58
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	60
5.1. Conclusiones.....	60
5.2. Recomendaciones.....	61

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**



## ABREVIATURAS

OMS	Organización Mundial de la Salud.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
CDC	Centers for Disease Control and Prevention (Siglas en inglés), o también llamado en español “Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades”.
SAE	Servicio de Acreditación Ecuatoriano.
EPA	Environmental Protection Agency (Siglas en inglés). Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.
RTU	Ready To Use (Siglas en inglés). Listo para su uso.
DAN	Desinfección del Alto Nivel.
FDA	Food and Drug Administration. Administración de Medicamentos y Alimentos.
EPP	Equipo de Protección Personal.
PCI	Prevención y Control de Infecciones.
SEIs	Superficies de Entorno Inmediato.
NFPA	National Fire Protection Association.
PSI	Pound per Square Inch, por sus siglas en inglés. Medida de presión).
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
IRTA	Institute of Agrifood Research and Technology
UFC	Unidades Formadoras de Colonias

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura 1.1	Diagnóstico del problema (árbol de problema) .....	5
Figura 1.2	Metodología del trabajo final de graduación .....	8
Figura 2.1	Formas de transmisión del virus SARS-Cov-2.....	16
Figura 2.2	Inactivación del virus a través de los desinfectantes. Adaptada de Jing y Cols .....	24
Figura 2.3	Productos para usar contra SARS-CoV-2. Adaptada de la EPA (2020) .....	25
Figura 2.4	Desinfectantes de alto nivel según la FDA y su concentración ...	26
Figura 2.5	Fases de evaluación de eficacia de los desinfectantes bactericidas.....	26
Figura 2.6	Componentes de hidrolavadora de alta presión y temperatura	29
Figura 3.1	Diagrama de flujo del proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre.....	37
Figura 3.2	Limpieza y recolección de residuos “basureo”.....	41
Figura 3.3	Colocación de señalización de precaución “Cuidado, piso mojado” en el área a limpiar .....	41
Figura 3.4	Preparación de mezcla a base de sustancias químicas.....	42
Figura 3.5	Enjuague y cepillado del área.....	42
Figura 3.6	Aplicación de agua fría en el área.....	43
Figura 3.7	Mapeado o secado del área .....	44
Figura 3.8	Nivel de riesgo laboral bajo la metodología de evaluación del INHST .....	46
Figura 3.9	Acción y temporización de acuerdo al nivel de riesgo – INHST.	46
Figura 3.10	Formas de muestreo en las superficies .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1	Clasificación de superficies duras .....	12
Tabla 2	Clasificación de la suciedad .....	13
Tabla 3	Facilidad de limpieza de los materiales.....	19
Tabla 4	Nivel de desinfección frente a las bacterias, hongos y virus en superficies de trabajo.....	20
Tabla 5	Métodos de limpieza, ventajas y desventajas.....	22
Tabla 6	Métodos de verificación de eficacia de la limpieza y desinfección de superficies.....	27
Tabla 7	Productos químicos que no se deben mezclar.....	35
Tabla 8	Resumen de la evaluación cualitativa de riesgos laborales por actividad – metodología INSHT.....	47
Tabla 9	Resumen de la evaluación cualitativa de riesgos laborales por actividad – metodología INSHT.....	51
Tabla 10	Datos de la presión y temperatura utilizados en la hidrolavadora para el proceso de limpieza y desinfección.....	53
Tabla 11	UCF / cm <sup>2</sup> de bacterias presentes en las superficies antes del proceso de limpieza y desinfección.....	54
Tabla 12	UCF / cm <sup>2</sup> de bacterias presentes en las superficies después del proceso de limpieza y desinfección.....	54
Tabla 13	Porcentaje de reducción (eficacia microbiológica) de bacterias en las superficies de estudio.....	55
Tabla 14	Datos de la presión y temperatura utilizados en la hidrolavadora para el proceso de limpieza y desinfección y la eficacia microbiológica - % reducción bacterias.....	56
Tabla 15	UCF / cm <sup>2</sup> de hongos presentes en las superficies antes del proceso de limpieza y desinfección.....	57
Tabla 16	UCF / cm <sup>2</sup> de hongos presentes en las superficies después del proceso de limpieza y desinfección.....	57
Tabla 17	Porcentaje de reducción (eficacia microbiológica) de hongos en las superficies de estudio .....	58
Tabla 18	Datos de la presión y temperatura utilizados en la hidrolavadora para el proceso de limpieza y desinfección y la eficacia microbiológica - % reducción hongos .....	59

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Planteamiento y Justificación del Problema

Sobre las publicaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud OMS, éstas se han venido actualizando a medida que los estudios se realicen y respondan, de forma comprobada, cada una de las interrogantes que este brote por el virus SARS-CoV-2 y su enfermedad la COVID-19 han dado origen desde el 31 de diciembre del 2019.

Entre las temáticas manejadas en la página oficina de la OMS sobre la COVID-19 se encuentran: las investigaciones epidemiológicas y clínicas, los equipos biomédicos utilizados, las mejores prácticas e inclusive las diferentes recomendaciones para la prevención, entre otras (Organización Mundial de la Salud, 2021).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), elabora y difunde material bibliográfico referente al virus y la forma de actuación. Entre las principales temáticas que aborda la OPS se encuentran las guías técnicas y materiales de comunicación, que de forma didáctica ayuda a conocer y comprender desde la naturaleza, la bioseguridad, el manejo clínico, e inclusive en el ámbito laboral sobre la salud, la salud mental y la propia salud de los trabajadores del sector sanitario (Organización Panamericana de la Salud OPS, 2020).

En su portal web, los “Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades” o también llamado por sus siglas en inglés “Centers for Disease Control and Prevention” (CDC) publica entorno a la COVID-19 temas como: Guías técnicas, publicaciones e investigaciones científicas, datos a nivel de los Estados Unidos, entre otros (CDC Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2021).

Todo el banco de información generado desde el año 2019 por las distintas organizaciones mundiales, es y sigue siendo de utilidad para la humanidad, ya que con la implementación se puede prevenir o reducir la probabilidad de contagio con la COVID-19.

Sobre la gestión de riesgos, las formas de prevención se enfocan a trabajar sobre la fuente, al medio y/o a la persona. Actualmente, se conocen que las medidas preventivas estándar a nivel mundial promulgadas, hasta la creación y aplicación de la vacuna, son el distanciamiento social, el uso de mascarilla y lavado de manos con agua, jabón y desinfección de las mismas.

Dos de estas medidas se dirigen inicialmente a la persona, con el uso de la mascarilla y el lavado de manos; el distanciamiento social, como medida aplicada en el medio donde posiblemente se interactúan con personas contagiadas o no. Todas previenen el ingreso del virus a su sistema respiratorio.

Se analiza a detalle la razón del lavado y desinfección de manos frente a la exposición al virus SARS-CoV-2 y el riesgo de contraer la enfermedad de la COVID-19. En secuencia, desde la exposición frente a personas contagiadas, que, en los momentos de hablar, toser o estornudar, expulsan gotículas que contienen el virus. Estas gotículas

pueden, a más de ser inhaladas por personas, caer en superficies de fácil acceso a las manos, como son mesas, escritorios, sillas, pasamanos, etc., o directamente al piso.

En el contexto de las superficies, donde se tiene fácil acceso con las manos, la OMS explica que una persona puede contagiarse luego de haber tocado superficies donde reside el virus, llevándose las manos a tocar la nariz, la boca e inclusive los ojos. Sobre el tiempo de permanencia del virus de la COVID-19 en superficies, se conoce que éste puede sobrevivir hasta 72 horas en superficies de plástico y acero inoxidable, menos de 4 horas en superficies de cobre y menos de 24 horas en superficies de cartón, por lo que es importante su limpieza con desinfectantes domésticos comunes, así como el lavado y desinfección de manos (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Es decir, la limpieza y desinfección de superficies o áreas de contacto, es una medida de prevención o control del riesgo de contagio con el virus de la COVID-19.

Algunos de los recordatorios que realizan los CDC, “Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades”, indican que los coronavirus que se encuentran en las superficies y objetos mueren de forma natural, al exponerse a la luz solar, pero se hace necesaria una rutina de limpieza normal con agua y jabón, ya que elimina los gérmenes y suciedad, esto a su vez reduce el riesgo de propagar la infección por el virus de la COVID-19. Finalmente, la desinfección complementa la prevención, ya que este proceso mata los gérmenes de las superficies, posterior a la limpieza y esto reduce más la probabilidad de propagación de las infecciones y por ende el contagio (CDC Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2021).

De forma conjunta, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) publican las recomendaciones sobre la limpieza y desinfección en casa (sin casos sospechosos, ni confirmados) (OPS Organización Panamericana de la Salud, 2020); las recomendaciones para la limpieza y desinfección en sitios públicos (supermercados, mercados, tiendas de barrio, bancos, transporte público y otros) (OPS Organización Panamericana de la Salud, 2020); las recomendaciones para la preparación de soluciones de desinfección (OPS Organización Panamericana de la Salud, 2020). En todas consideran la limpieza y desinfección de piso, con la secuencia de acciones y concentraciones de los insumos químicos utilizados.

En materia de seguridad química, la OPS emite una publicación sobre las recomendaciones en torno al uso de elementos de limpieza y desinfección, donde se detalla aquellas mezclas de químicos que no se deben realizar, debido a la reacción que puede producir y el efecto tóxico para la salud de las personas que las realizan en dichos procesos (OPS Organización Panamericana de la Salud, 2020).

En Latinoamérica, el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Hospital General de Enfermedades, zona 9 emite la Guía de Limpieza y Superficies ambientales, la cual tiene como objetivo la estandarización de procesos de limpieza y superficies ambientales en la unidad hospitalaria, que garantice el ambiente limpio y minimice los riesgos de infecciones y por ende contagios. Este estudio considera a las superficies con potencial riesgo de contagio por el contacto de las manos de los profesionales de la salud con las éstas, la falta de técnicas de limpieza, el mantenimiento de las superficies húmedas, mojadas o polvorientas, entre otras. (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Hospital General de Enfermedades, 2020)

Ecuador, en revisión de sus documentos normativos por el COVID19 en la página del Ministerio de Salud Pública se encuentran publicados los acuerdos ministeriales aplicables, los medicamentos y dispositivos médicos, los documentos para servicios de salud como de vigilancia de la salud durante la pandemia de la COVID-19, manejo de cadáveres, salud mental, entre otros (MSP Ministerio de Salud Pública, 2021).

Mediante Acuerdo Ministerial 00126-2020- RO-S 160, con fecha 12 de marzo de 2020, se declara el “estado de emergencia sanitaria en todos los establecimientos del Sistema Nacional de Salud, los prestadores de salud pública y privada deben garantizar la oportuna y eficaz atención médica, la disponibilidad de los recursos para el diagnóstico y tratamiento integral de los usuarios o pacientes relacionados con el COVID-19”. Así, en Decreto Ejecutivo 1017, (RO-S 163: 17 de marzo de 2020, el Gobierno Nacional oficializa la “Declaratoria de estado de excepción por calamidad pública en todo el territorio nacional por los casos de coronavirus - COVID-19” (Corporación de Estudios y Publicaciones CEP, 2020).

Por la criticidad de la pandemia, Ecuador se acoge a la prolongación, por más de una ocasión a la medida de cuarentena, teniendo que expedir más de un acuerdo ministerial declarando la medida. Siendo el Acuerdo Ministerial No. 00044-2020, con fecha 15 de agosto de 2020, el Ministerio de Salud Pública, extiende por treinta (30) días la Emergencia Sanitaria a partir de la finalización de la vigencia del Acuerdo Ministerial No. 00024-2020 de 16 de junio de 2020. Es decir, a septiembre del año 2020 todas las personas ya deben haber interiorizado e implementado las medidas de prevención, también llamadas de bioseguridad, ante el virus de la COVID-19.

Frente a esta situación, en la ciudad de Guayaquil, las empresas, tanto del sector público y privado del país, relacionadas al sector sanitario, como son las empresas de limpieza, optan por permanecer en una operación continua, que demanda la bioseguridad de su personal y la seguridad propia en los procesos operativos.

Con la finalidad de brindar al cliente interno y externo de la organización, la seguridad en sus procesos, las empresas de limpieza actualizan sus metodologías, tecnologías y niveles de alcance, hasta entonces aplicados. Esto es, que ya no solo se consideran para la limpieza las áreas internas de las empresas, sino también las externas. Sumado el compromiso de las empresas públicas, tal es el caso de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, éstas demandan las limpiezas de áreas externas, como lo son las calles, parques, avenidas de la ciudad, durante la emergencia sanitaria, es decir, la pandemia por la COVID-19.

Sin embargo, con la demanda de los procesos de limpieza y desinfección, la empresa que es objeto de estudio, dedicada a esta actividad reconoce que sus procesos no cuentan con la evaluación de la eficacia de los parámetros de operación, como lo son la temperatura y la presión del equipo utilizado, frente al virus de la COVID-19.

En la figura 1.1 se detalla el problema de investigación, el cual se genera o tiene origen en diferentes causas, adicional los efectos del problema planteado.

Entre las principales causas del problema “falta de determinación de la eficacia del proceso de limpieza y desinfección de superficies a partir de los parámetros de operación, presión y temperatura del equipo utilizado” se identifican:

- **No existe la identificación y revisión de la literatura técnica sobre los procesos de limpieza y desinfección de superficies:** A nivel internacional o local, existen

estudios, publicaciones oficiales que exponen los criterios técnicos para la aplicación de procesos de limpieza y desinfección de superficies en tiempos de pandemia por la COVID-19. La falta de su aplicabilidad pudiera aumentar el riesgo de infección y/o propagación del virus.

- **No existe el diagnóstico del proceso actual de limpieza y desinfección de superficies:** Al no contar con un diagnóstico del proceso, por ende, no estar estandarizado impide controlar y mejorarlo para que finalmente cumpla con la demanda de servicio que solicitan las empresas en tiempos de pandemia por COVID-19.
- **No existe la identificación del peligro (factores de riesgo) y evaluación de riesgos laborales:** Se conoce que para la limpieza y desinfección el trabajador se expone a diferentes factores de riesgos laboral, entre los que se encuentra el de tipo biológico por la exposición al virus de la COVID-19. Al no estar identificados, evaluados y por ende controlados, cada uno de éstos puede representar accidentes laborales durante la ejecución del proceso.
- **No existe la evaluación de los parámetros operativos del proceso de limpieza y desinfección:** La ejecución del proceso de limpieza y desinfección se basa en la operatividad del equipo utilizado y la aplicabilidad de los insumos químicos adquiridos para el servicio. Sin embargo, el no saber con certeza si la aplicación de los niveles de operación, presión y temperatura genera un proceso eficiente de limpieza y desinfección de las superficies, minimizando el riesgo de propagación del virus, es una oportunidad de estudio.
- **No existen mediciones o monitoreos ambientales:** Un proceso que no está diagnosticado y no se ha medido, a través monitoreos que cuantifiquen el nivel de carga microbiológica, ya sea antes o después de la aplicación del proceso de limpieza y desinfección, no puede ser controlado.
- **No existen controles para la ejecución del proceso de limpieza y desinfección:** Concatenado a las mediciones, de no tener el proceso valorizado sus resultados operativos, en este caso, saber cuán eficaz es, no se puede mejorar de forma continua en el tiempo. A nivel de servicio, no se cumple con la promesa de limpieza y desinfectar las superficies de tal forma que se reduzca la posibilidad de propagación del virus de la COVID-19.

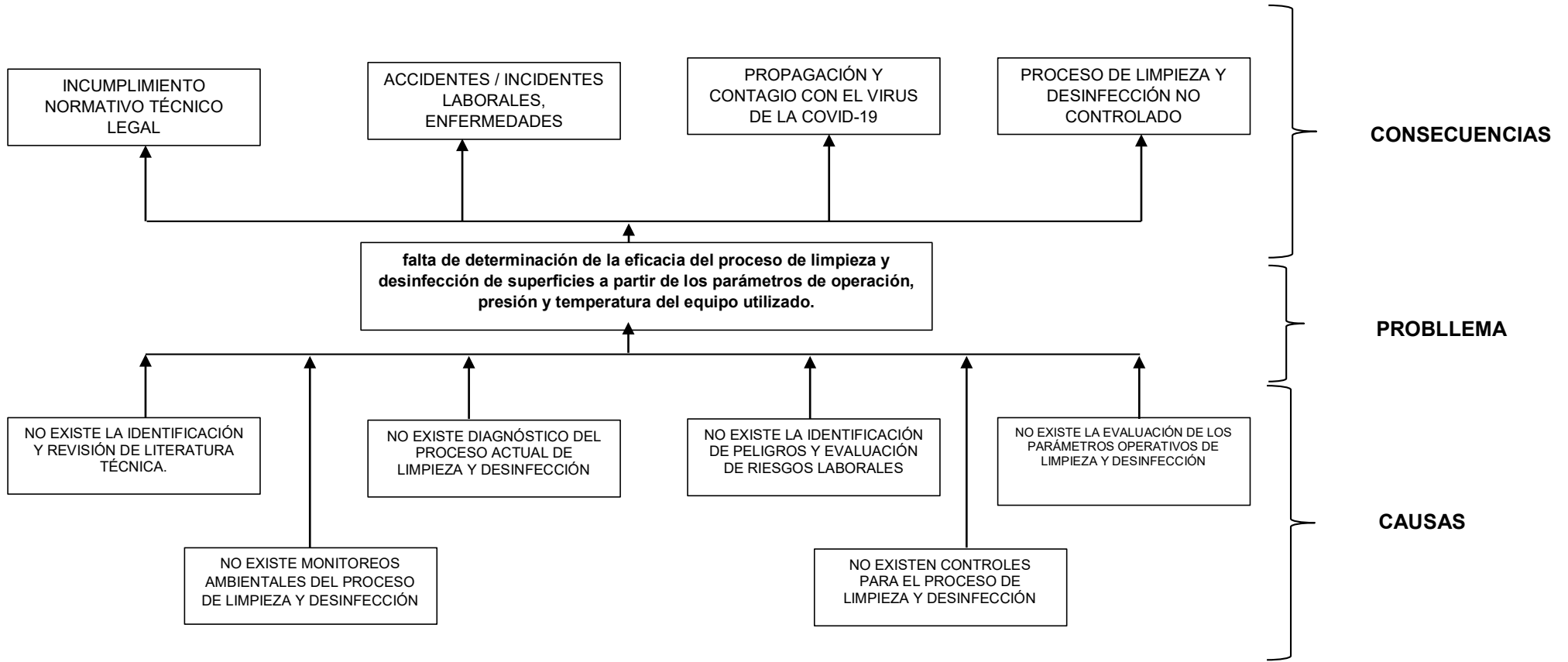


Figura 1.1 Diagnóstico del problema (árbol de problema)

Fuente: Autor



## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la eficacia microbiológica del proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre en la ciudad de Guayaquil, utilizando un equipo de alta presión y temperatura, durante la emergencia sanitaria por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19).

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

- Realizar un levantamiento inicial del proceso actual de limpieza y desinfección (parámetros) de espacios al aire libre y los recursos utilizados por la organización de estudio.
- Realizar los muestreos microbiológicos, en las corridas operativas (antes y después) del proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre con un laboratorio acreditado por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano).
- Evaluar la correlación entre los niveles de operación de presión y temperatura utilizados en el equipo con el nivel de eficacia microbiológica (carga microbiológica) obtenidos en el proceso limpieza y desinfección de espacios al aire libre.
- Proponer los controles del proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre.

## **1.3. Hipótesis de investigación**

La hipótesis de investigación planteada para este trabajo final de graduación es: La eficacia microbiológica del proceso de limpieza y desinfección de superficies al aire libre guarda relación con los niveles de operación del equipo utilizado.

### **Identificación y caracterización de las variables**

Una vez determinado el problema, se identifican las variables de estudio:

- **Variable dependiente (efecto):** Carga microbiológica (Eficacia microbiológica).
- **Variable independiente (causa):** niveles de operación de presión y temperatura.

#### **1.4. Metodología usada para el desarrollo del Trabajo Final de Graduación**

La metodología a desarrollar en el presente trabajo final de graduación, se expone en la figura 1.2, y se detalla a continuación:

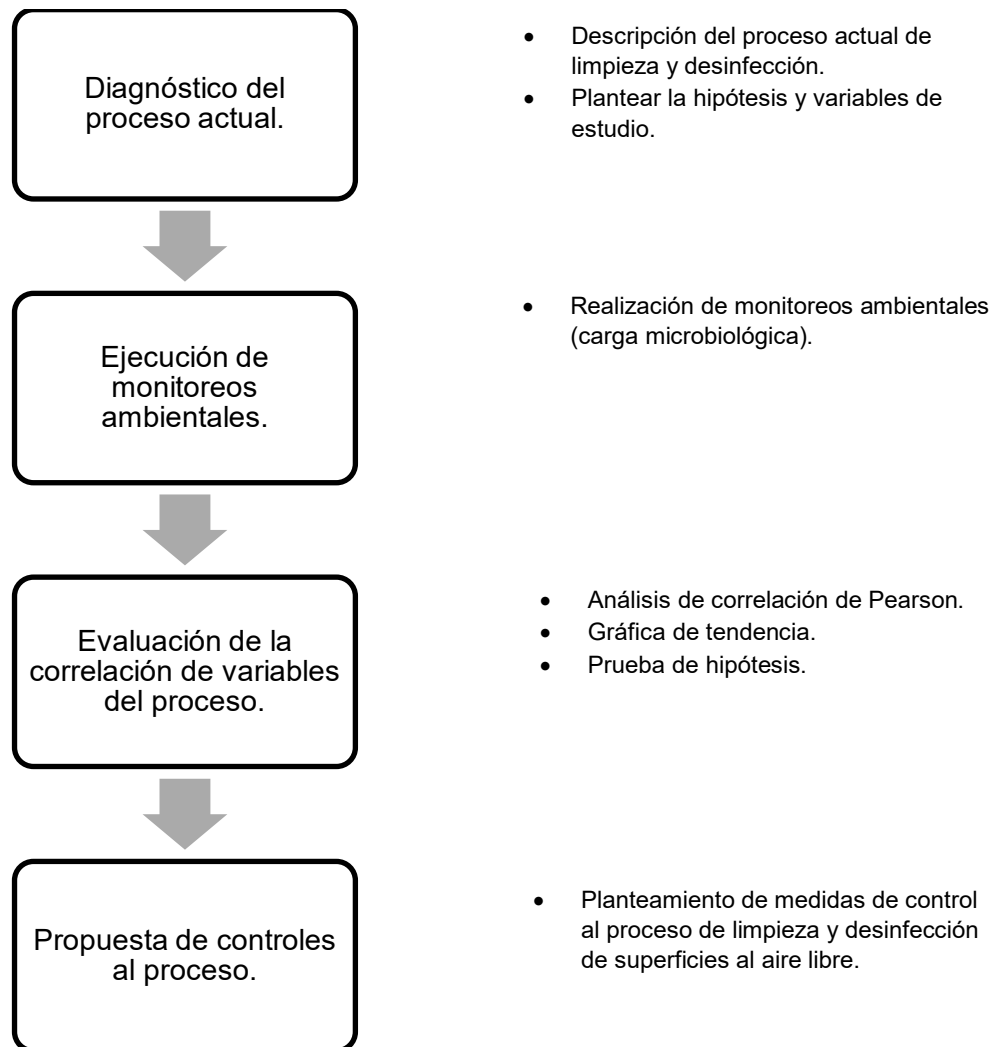
En primera instancia se establece qué tipo de estudio, reconocido en las Metodologías de la Investigación, se va desarrollar. El presente es un estudio observacional, descriptivo y transversal. Esto es, se va realizar por observación y medición de parámetros de operación y control de un proceso, lo que permite describir cómo se lleva a cabo la limpieza y desinfección de las superficies. Es transversal, porque a partir de lo observado, planteado como hipótesis y medido, se analizan los datos de las variables seleccionadas en el estudio.

Definido el tipo de estudio, se inicia con el levantamiento de la información relacionada a al proceso de limpieza y desinfección actual, incluyendo los recursos operativos, insumos, materiales, equipos tecnológicos, personales que son utilizados en el mismo. Para la identificación, medición y/o evaluación de los parámetros operativos y de control, en el ámbito laboral, del proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre, se planifica un trabajo de campo, con la finalidad de observar el desarrollo del proceso.

A partir de las corridas del proceso de limpieza y desinfección de las superficies, se procede a registrar los datos de operación, tanto de la presión y temperatura utilizadas en el equipo. Mediante la contratación de un laboratorio local acreditado por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano), que son miembros de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC) (ILAC, 2020), se realiza un análisis y muestreo microbiológico de bacterias y hongos totales, mediante el método de hisopado, para determinar el nivel de la carga microbiológica, antes y después de la limpieza y desinfección de las superficies.

Con los valores obtenidos y asignados a las variables de estudio, se determina su correlación mediante el Coeficiente de Pearson. De esta manera, determinar si se tiene una eficacia microbiológica en el proceso de limpieza y desinfección a partir de los niveles de presión y temperatura en el equipo utilizado.

Finalmente, a través de la evaluación de riesgos laborales a los que se exponen los trabajadores a este proceso de limpieza y desinfección de superficies, y con la conclusión de la existencia o no de la correlación entre variables, se propones medidas o controles para el proceso, de tal forma que se minimicen, tanto los riesgos laborales para los trabajadores, y el riesgo de permanencia del virus de la COVID-19 en las superficies.



**Figura 1.2 Metodología del trabajo final de graduación**

Fuente: Autor

## **1.5. Estructura del Trabajo Final de Graduación**

La estructura del trabajo final de graduación es la siguiente:

El capítulo 1 denominado generalidades e incluye el planteamiento del problema, los objetivos tanto general como los específicos, la hipótesis de investigación, la metodología y estructura del trabajo final de graduación.

El capítulo 2, se refiere al marco teórico y considera la revisión bibliográfica sobre las superficies de contaminación, el detalle de los procesos de higienización, la limpieza y desinfección, las características de los desinfectantes, las técnicas de limpieza y desinfección a presión, el análisis de la contaminación de superficies, la seguridad en el proceso de limpieza y desinfección, finalizando con las recomendaciones de la limpieza y desinfección ante el virus de la COVID-19.

El capítulo 3 describe la metodología utilizada para el diagnóstico del proceso actual de limpieza y desinfección, considerando la gestión de riesgos laborales; posteriormente la planeación y ejecución de las corridas operativas del proceso para la toma de muestras de carga microbiológica. Seguido, mediante la utilización del coeficiente de Pearson se determina la correlación entre las variables de estudio, es decir, si la eficacia microbiológica del proceso de limpieza y desinfección de superficies tiene relación o depende de los parámetros de presión y temperatura del equipo utilizado.

El capítulo 4 comprende el análisis e interpretación de resultados obtenidos en capítulo anterior, a partir del coeficiente de Pearson y las gráficas de las variables planteadas, con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis de investigación.

El capítulo 5 comprende las conclusiones y recomendaciones del estudio.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Superficies y contaminación

La base teórica del presente trabajo final de graduación inicia con la revisión de estudios sobre la contaminación microbiológica en diferentes industrias.

Se conoce que la contaminación microbiológica se da en superficies y es de alto interés determinarla en lugares de trabajo, como son: centros de salud, hospitales, clínicas, restaurantes, establecimientos farmacéuticos, y con mayor relevancia, aquellos donde se procesan alimentos.

Con la revisión bibliográfica de algunos estudios se conoce la definición de superficie y contaminación en el contexto de microbiología. La evaluación de la eficacia de los procesos de limpieza y desinfección en estos estudios permiten mejorar los procesos de servicio o producción en diferentes industrias.

En el estudio denominado “Eficacia de la desinfección sobre la contaminación microbiana en superficies hospitalarias, Huancayo 2019” sus autoras justifican el estudio en torno a tres ejes, el social, científica y metodológica. En el campo social, el estudio enmarca su importancia en el uso de las sustancias utilizadas en el proceso de limpieza y desinfección con la finalidad de evitar problemas en la salud del personal sanitario y los pacientes susceptibles (Zavala G., Caisahuana L., 2020).

La Universidad Peruana Los Andes presenta el estudio llamado “Eficacia de procedimientos de limpieza y desinfección sobre la contaminación microbiológica en superficies de un centro de salud” y bajo el mismo esquema que el estudio antes mencionado, éste enfatiza que para evitar la contaminación cruzada entre pacientes, personal médico y asistencial se hace necesario llevar a cabo las Buenas Prácticas de Higiene (BPH) y Buenas Prácticas de Bioseguridad (BPB) (Bonifacio M., Huzco C., 2019).

En el estudio titulado “Eficacia de un programa de limpieza y desinfección sobre la contaminación microbiana en superficies de un restaurante, Huancayo, 2018”, donde sus autoras justifican el estudio en la necesidad de los procedimientos de limpieza y desinfección en la industria de alimentos, con el afán de disminuir la concentración de microbios en las superficies de contacto que tienen los alimentos y sus manipuladores (Valenzuela J., Granados T., 2019).

En la industria farmacéutica, mediante en estudio denominado “Efecto de un protocolo de limpieza y desinfección sobre la contaminación microbiana al interior de un establecimiento farmacéutico”, sus autores priorizan los protocolos de limpieza y desinfección, ya que éstos inciden sobre la calidad microbiológica de los establecimientos farmacéuticos, disminuyendo el riesgo de contaminación cruzada en los productos (Perez B., Egoavil H., 2018).

## Superficie

Con bases a estos estudios recientes, la importancia de los procesos de limpieza y desinfección de superficies, se define el término de “superficie” como a la parte exterior de un objeto, equipo o área, por lo general de metal, vidrio, plástico y aleaciones de metales. Estas partes mantienen una clasificación y su respectiva descripción:

- **Blandas:** Las constituyen materiales con nivel de dureza y resistencia al rozamiento menor. Sin embargo, tienen mayor grado de porosidad, por lo que acumulan suciedad, y los procesos de limpieza en este tipo de superficie son complicados. Entre ellas se encuentran: el plástico, la madera.
- **Duras:** Superficies de gran dureza y resistencia. Consideradas duraderas, tienen poca porosidad, con fácil aplicación para la limpieza.
- **Textiles:** Son superficies sujetas a mayor o menor desgaste en función del rozamiento, de las pisadas y del tipo de fibras que las componen. La porosidad que presentan, hacen que se ensucien con facilidad. Ejemplo: textiles de mobiliario, alfombra (García A., Uribe M., 2005).

A partir de estos conceptos, se sugiere considerar algunos aspectos relevantes en cuanto a las superficies, y se detallan a continuación:

- a. El material denominado acero inoxidable es un material recomendable para la minimización de la suciedad o contaminación, así como para los riesgos de corrosión. Es un material que no demanda mantenimiento periódico, y es muy utilizado en las industrias de alimentos.
- b. Considerando un orden sobre las superficies más fáciles de limpiar, se pueden enlistar: vidrio, acero inoxidable, aluminio y plástico.
- c. El cuidado de los equipos y la infraestructura o instalaciones de una empresa, favorece notablemente en la productividad y la seguridad de los trabajadores.

En referencia a la dureza que presentan las superficies existe una clasificación de éstas, considerando el origen, la descripción y los respectivos ejemplos.

En la tabla 1 se hace una descripción breve de la clasificación de las superficies duras.

Para la finalidad de este estudio se tiene relación con el análisis de superficies duras, en las categorías de concreto, cerámica y porcelana.

## Contaminación

La contaminación considerada como un estado en el que ingresan elementos o sustancias a un entorno, en el que normalmente no deberían estar, estos elementos afectan al equilibrio del mismo.

A través del término “suciedad”, autores relacionan la contaminación de superficies con la presencia de cuerpo extraños indeseables, independiente de su origen y composición; mantienen la fácil adherencia física a objetos, equipos y áreas (García A., Uribe M., 2005).

**Tabla 1**  
**Clasificación de superficies duras**

<b>Origen</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipos</b>
<b>Metálica</b>	Superficie de cuerpo simple, con brillo, llamado "brillo metálico". Considerado buen conductor de calor y electricidad.	Aluminio, bronce, cobre, hierro, oro, plata, cromo, acero inoxidable, titanio entre otras.
<b>Cristal</b>	Superficie de cuerpo sólido transparente y frágil, que es resultado de la fusión de arena, arcilla, calcio, sodio, entre otros.	Vidrios comerciales: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vidrio sencillo, transparente y traslúcido, usado en ventanas de casas.</li> <li>- Vidrio aislante, absorbe rayos ultravioletas y rayos X.</li> <li>- Vidrio de seguridad o templado, usado en parabrisas de vehículos.</li> </ul>
<b>Concreto</b>	Material considerado artificial, utilizado en ingeniería, que se obtiene mezclando cemento, agua y otros materiales.	Las paredes (repello de cemento) se encuentran revestidas con pintura de agua o aceite y recubrimiento de lujo como: paneles de yeso, piedras, mármoles, etc.
<b>Cerámica y porcelana</b>	Cerámica: mezcla de arcilla y roca molida. Porcelana: loza blanca, impermeable y traslúcida.	La cerámica es utilizada como recubrimiento de pisos y paredes. La porcelana se encuentra en vajillas, sanitarios, lavamanos, etc.

Fuente: García, Uribe 2011

Bajo esta definición, la suciedad puede generarse en los procesos de producción o servicio, ya sea por el diseño o la infraestructura de las instalaciones, así como los equipos, procedimientos de limpieza empleados. Existe la clasificación de la suciedad a partir del origen y composición de la misma. Ver Tabla 2.

Para el presente trabajo de investigación se hace referencia al tipo de suciedad microbiológica, que refiere a la contaminación por microorganismos, específicamente a un virus que ha provocado una pandemia mundial, denominado SARS-Cov-2.

### **Contaminación por microorganismos**

Esta clasificación de suciedad se refiere a la introducción involuntaria o no intencionada de microorganismos infecciosos, entre ellos: las bacterias, levaduras, mohos, hongos, virus, priones, protozoos o de sus toxinas y/o subproductos (B Braun, 2021).

**Tabla 2**  
**Clasificación de la suciedad**

<b>ORIGEN</b>	
<b>Física</b>	Partículas visibles al ojo: tierra, metales, papel.
<b>Química</b>	Trazas (restos invisibles) de sustancias químicas de los agentes de limpieza o de los ingredientes activos del producto a fabricar.
<b>Microbiológica</b>	Contaminación por microorganismos
<b>COMPOSICIÓN</b>	
<b>Orgánica</b>	Grasa, proteínas, azúcares. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa: animal, vegetal, mineral.</li> <li>• Proteínas: huevos, sangre, clorofila.</li> <li>• Azúcares: almidones</li> </ul>
<b>Inorgánica</b>	Trazas de minerales, cemento, óxido de hierro.

Fuente: García, Uribe 2011

Para el estudio de los microorganismos se hace necesario describir el término de “patógenos”, ya que se utiliza principalmente para describirlos. Así, los patógenos son considerados como agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a la biología de quien los hospeda, ya sean plantas, animales y el ser humano. El término se emplea para hacer referencia a virus, bacterias, hongos, entre otros (ESNM, 2021).

A continuación, se describen, con bases en autores, los tipos de microorganismos patógenos entre ellos:

- **Bacterias**

Microorganismos con un tamaño de hasta 5  $\mu\text{m}$  (micrómetros). Representan el grupo más importante de patógenos cuando se habla de contaminación microbiológica. Sobre la constitución de su pared celular, las bacterias se dividen en grampositivas y gramnegativas.

A las bacterias se las puede distinguir así:

- **Bacterias «comensales»:** pertenecen a la flora normal de los seres humanos sanos. Son consideradas inofensivas para las personas sanas, tienen una función protectora significativa al evitar la colonización por parte de microorganismos patógenos. Sin embargo, algunas de estas bacterias pueden causar infección si el huésped natural está inmunodeprimido o si penetran dentro del tejido del huésped.
- **Bacterias patógenas:** se caracterizan por tener una virulencia mayor y causar infecciones independientemente del estado del huésped.



- **Virus:**

Son elementos biológicos subcelulares que presentan un tamaño de entre 20 y 200 nm (nanómetros). Existen virus con y sin envoltura (éstos derivan principalmente de las membranas del huésped que cubren al virus) y pueden causar infecciones graves.

- **Priones:**

Son partículas proteicas infecciosas, considerados los patógenos más pequeños, con un tamaño por debajo de los 5 nm (nanómetros).

Los priones y los virus no son organismos vivos, ya que son partículas sin metabolismo propio. Para la reproducción, dependen del metabolismo de un organismo huésped.

- **Los hongos, levaduras y protozoos**

Presentan un tamaño de hasta 200  $\mu\text{m}$  de diámetro; considerados como tres grupos adicionales de fuentes de infección.

### **Contaminación por virus SARS-CoV-2**

En términos de contaminación por el virus SARS-CoV-2, el periodo de diciembre 2019 hasta abril 2020, datan algunos estudios realizados a nivel mundial, donde se explica la presencia del virus en diferentes superficies y el tiempo de permanencia.

De 266 artículos de los estudios realizados se hace una exclusión de aquellos que hacen referencia a la presencia del virus en lugares de atención médica, es decir, lugares no hospitalarios. La justificación se remite a la alta probabilidad de presencia del virus en los lugares de salud. Así, solo 7 estudios son considerados para el análisis de la presencia del virus SARS-CoV-2, de los cuales, tres están relacionados con la contaminación y viabilidad del virus, tres guardan relación con reporte de casos por medio de contagio indirecto y uno enfocado en sustancias desinfectantes (Barrera D., Torres L., León-Maldonado L., Stern D., 2020).

Uno de los artículos refiere a un centro universitario, donde personas a nivel de pacientes en cuarentena, sin requerimiento de atención médica, su entorno es sometido al análisis de la presencia del virus. Los resultados, a través de la prueba por reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (PCR-TR) indicaron que el virus estaba presente en ollas para calentar agua, inodoros, bicicleta y el control remoto de la televisión. Sin embargo, se hace la distinción que las muestras de las pruebas positivas solo corresponden a evidencia de contaminación mas no de viabilidad, es decir con capacidad de replicación viral (Barrera D., Torres L., León-Maldonado L., Stern D., 2020).

A manera de práctica, el virus SARS-Cov-2 fue depositado en forma de aerosol sobre cobre, cartón, acero inoxidable y plástico, y se mantuvo por siete días entre 21 y 23 °C, con una humedad relativa de 40%, para un siguiente estudio. En todas estas superficies el virus se mantuvo viable por al menos tres horas mientras, que, en el plástico y acero inoxidable hasta 72 horas. Adicional y en lo posterior de este estudio, se aplicó el virus en otras superficies como el vidrio, pañuelo desechable, billetes y ambas caras del cubrebocas, a una temperatura de 22 °C y a una humedad relativa de 65%. Se observó que el virus es capaz de permanecer viable en todas las superficies evaluadas por al

menos tres horas con una duración de cuatro días en el plástico y el acero inoxidable y del al menos siete días en la cara externa del cubrebocas (Barrera D., Torres L., León-Maldonado L., Stern D., 2020).

En Brasil, mediante un estudio se detectó la contaminación por virus en múltiples espacios públicos como, estaciones y barandales de transporte público, así como bancas y mesas en plazas públicas. Sobre la probabilidad de la presencia viral, se tuvo una mayor, en aquellos espacios públicos ubicados de forma cercano a los hospitales (Barrera D., Torres L., León-Maldonado L., Stern D., 2020).

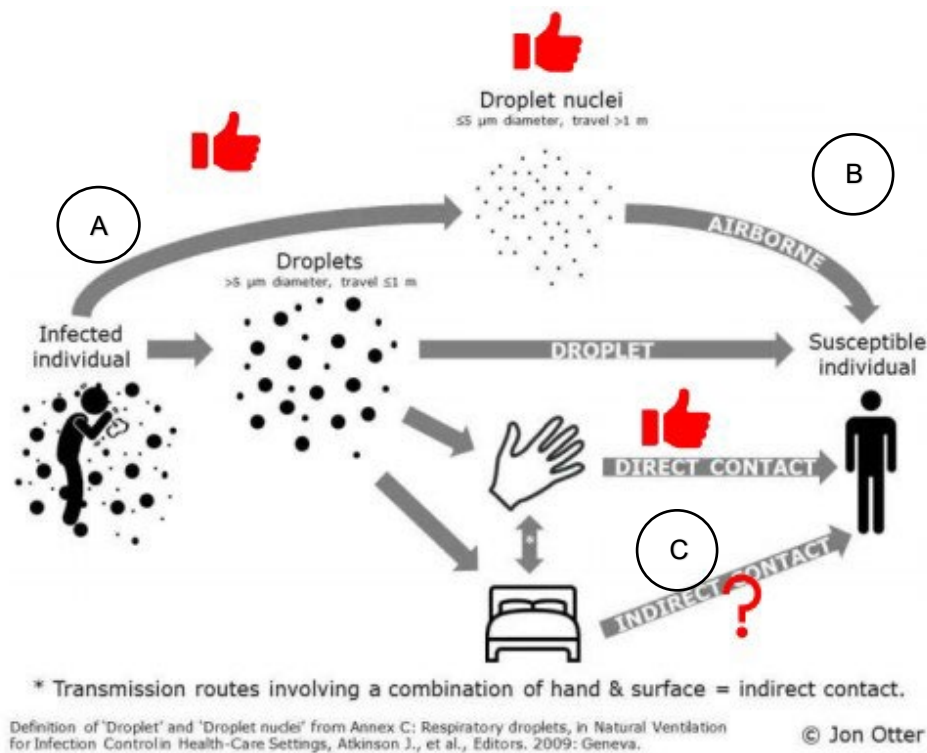
En su publicación sobre la “Enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19)”, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades – CDC, por sus siglas en inglés – menciona las formas de propagación del virus SARS-CoV-2. Principalmente se destaca la forma de propagación persona a persona, ya sea por el contacto cercano, por las gotitas respiratorias que se generan cuando la persona infectada tose, estornuda o habla; inclusive la publicación indica que el virus puede propagarse mediante una persona que no presenta síntomas (Centro Nacional de Vacunación y Enfermedades Respiratorias (NCIRD), División de Enfermedades, 2020).

En la misma publicación se manifiesta que la propagación del virus también es posible a través del contacto con superficies u objetos contaminados. A pesar de no ser la principal forma en la que se propaga, pero es muy probable que una persona que toque una superficie u objeto, donde permanezca el virus, y lleve sus manos contaminadas a la boca, la nariz o los ojos, generando el contagio. Bajo esta premisa, se fundamenta la medida de higiene sobre el lavado de manos, con agua y jabón, así como la desinfección de éstas con alcohol (CDC Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2021). Al ser un medio de propagación del virus, siempre y cuando, la persona entre en contacto con una superficie contaminada, otra medida de higiene a considerar en la limpieza y desinfección permanente de las superficies.

De forma conjunta, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud en su publicación denominada “Prevención y control de infecciones (PCI) Limpieza y desinfección de superficies del entorno inmediato en el contexto de COVID 19” hacen referencia a la forma de transmisión del virus SARS-CoV-2 (OPS, OMS, 2020).

En la figura 2.1 se observan las tres formas de transmisión del virus SARS-CoV-2, entre una persona infectada y una persona sana, entre ellas:

- a. *Transmisión por gotitas respiratorias (A)*. El tamaño de las gotitas es mayor o igual a 5 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) de diámetro. Estas gotitas circundan en el entorno a la persona infectada y viajan a una distancia menor igual a 1 metro.
- b. *Transmisión por aire (B)*. Son los núcleos de las gotitas con un diámetro menor a 5 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ). Estas gotitas circundan en el medio cuando se llevan a cabo procedimientos que generan aerosoles, y viajan a una distancia mayor a 1 metro de distancia.
- c. *Transmisión por contacto (C)*. Comprenden a los contactos directos con la persona infectada, y la forma indirecta de contacto con superficies en el entorno inmediato o con objetos usados en la persona con COVID 19 (ej. estetoscopio o termómetro).



**Figura 2.1 Formas de transmisión del virus SARS-Cov-2**

Fuente: OPS - OMS 2021

### Superficies de contaminación

Con las siglas SEIs se conoce a las superficies de entorno inmediato, entre ellas se encuentran las que están dentro del ámbito de salud y aquellas que están fuera (OPS, OMS, 2020).

SEIs en lugares de atención médica incluyen el mobiliario, objetos fijos dentro y fuera de las habitaciones, baños de pacientes, mesas, sillas, paredes, interruptores eléctricos, computadoras, equipos electrónicos, lavabos, superficies de equipo médico, como tensiómetro, estetoscopios, entre otras.

La recomendación principal que se debe cumplir en estos sitios es la limpieza y desinfección de superficies para prevenir la transmisión.

Por otro lado, se encuentran aquellas áreas fuera de los establecimientos de salud, que tienen la probabilidad de ser contaminadas por el contacto de aquellas personas contagiadas con la enfermedad COVID-19. Entre las áreas más comunes de este grupo se encuentran: los lavabos, inodoros, aparatos electrónicos como los teléfonos móviles, las pantallas táctiles y controles, elementos fijos como mostradores, pasamanos de escaleras, pisos y paredes (OPS, OMS, 2020).

No existen protocolos específicos para la limpieza y desinfección de este tipo de áreas, sin embargo, la OPS y OMS indican que los protocolos establecidos se encuentran adaptados, de tal forma que se puedan aplicar a este tipo de áreas diferentes a los de un establecimiento de salud. Hacen énfasis en mantener el lavado frecuente de manos,

y evitar el contacto de éstas con la cara, ojos, nariz y boca, en caso de no existir los recursos para la limpieza y desinfección de áreas.

### **Persistencia del virus en superficies**

El artículo del portal “enfermería clínica” sobre las recomendaciones para el aislamiento domiciliario en la pandemia de COVID-19, hace referencia además al tiempo de permanencia del virus, acorde al tipo de superficies, cuando no existe un proceso de desinfección en las mismas (Abad E., Sánchez D., Moreno M. , 2020).

Así, la permanencia en superficies, si no se realiza la desinfección de superficies, el virus puede permanecer un tiempo menor o igual a  $\leq 8$  h en guantes de látex; entre 2 a 8 horas en aluminio; 2 días en batas desechables; 2 días en acero; entre 4 a 5 días en plástico, papel, cerámica, teflón, cristal, metal y madera (Abad E., Sánchez D., Moreno M. , 2020).

Las organizaciones OPS y OMS indican que la persistencia del virus en las superficies, varían y están acorde a un amplio intervalo de pH y temperaturas ambientales, entre las superficies y el tiempo de permanencia se puede citar:

- En el cobre, 4 horas.
- En la tela, la madera y el cartón, 1 día.
- En el vidrio hasta 2 días.
- En el plástico y acero inoxidable hasta 3 días.
- En el acero inoxidable y el plástico, 4 días.
- En la capa exterior de una mascarilla médica, hasta 7 días (OPS, OMS, 2020).

A nivel mundial, los estudios continúan desarrollándose en torno a la enfermedad del COVID-19 provocada por el virus SARS-Cov-2. La información de dichos estudios puede variar entre sí, tal es el caso el tiempo de permanencia. Sin embargo, todos concuerdan en la forma de propagación del virus, que es de persona a persona, teniendo en cuenta, además, aquella por el contacto con superficies contaminadas. Todos concuerdan y dan la importancia a la medida de higiene sobre el lavado de manos constante y la desinfección de superficies de uso frecuente, evitando el uso compartido de objetos personales.

Para el presente estudio, haciendo referencia a la base bibliográfica, se conoce que el virus está presente en áreas externas que no están relacionadas necesariamente a la actividad de atención médica, y es una potencial fuente de contaminación o propagación del virus, en caso de que no exista el proceso de limpieza y desinfección de dichas áreas.

## **2.2. Procesos de higienización**

Se conoce como proceso de higienización a todo conjunto de actividades que tienen como finalidad de eliminar o reducir al mínimo los microorganismos patógenos que puedan producir una contaminación bacteriana en diferentes industrias, así como los ambientes domésticos. Considerado como un método eficaz para el control de microorganismos (Ríos A., 2013).

En la industria de alimentos, los procesos de higienización son fundamentales para prevenir la alteración de alimentos.

El principio fundamental de la higienización es la correcta aplicación de los programas de limpieza y desinfección. En el ámbito doméstico, el autor de la tesis doctoral indica que la eficacia de productos desinfectantes se ve perjudicada cuando el proceso de higienización no es aplicado de la manera correcta. Esto corresponde a no lograr la reducción de la carga o niveles de contaminación bacteriana (Ríos A., 2013).

A continuación, se detallan cada uno de los procesos de limpieza y desinfección, de tal forma que se comprenda cómo estos procesos aportan a la descontaminación de las superficies.

### **2.2.1. Limpieza y Desinfección**

#### ***Limpieza***

A partir del concepto de la limpieza, se conoce que corresponde a la eliminación física de la materia orgánica, polvo y cualquier material extraño visible en las superficies, con la finalidad es remover los microorganismos (García A., Uribe M., 2005).

Se considera a la limpieza como un proceso imperativo en todas las actividades del ser humano. Para una efectividad en el proceso, se recomienda realizar la limpieza antes de la desinfección y esterilización, con detergente o sin él, con acción mecánica y con agua. La finalidad, a más de eliminar la suciedad, es conseguir superficies integrales, y por ende prevenir la contaminación de las mismas.

Sobre las áreas o lugares donde existe atención médica, producción de alimentos y fármacos, el proceso de limpieza se requiere sea más riguroso, por los riesgos asociados y los impactos en la vida humana. Lo que demanda sobre la limpieza, a más de retirar el polvo, el aplicar técnicas de control de infección y la contaminación, a través de procedimientos de limpieza estandarizados (García A., Uribe M., 2005).

En sí, la limpieza contempla la eliminación de la suciedad orgánica e inorgánica, cuerpos extraños, entre otros, bajo la acción mecánica y aplicación de detergentes (Ríos A., 2013).

Se conoce que los microorganismos, se encuentran unidos en su mayoría a la parte orgánica de los elementos expuestos, porque se nutren de estos. Es vital una correcta aplicación de la limpieza, que logre la desaparición de los microorganismos, junto con la suciedad, antes del proceso de desinfección.

La facilidad de aplicación de un proceso de limpieza está acorde al tipo de material o superficie sobre el que se trabaje (Ríos A., 2013). En la tabla 3 se muestran los materiales, que acorde a una escala de 0 a 100, tienen una menor o mayor facilidad de limpieza, respectivamente.

#### ***Desinfección***

La desinfección por su parte es un programa que pretende reducir la cantidad de microorganismos contaminantes a niveles que no represente un peligro, a nivel de la salud y en el sector alimenticio (Ríos A., 2013).

Tabla 3

## Facilidad de limpieza de los materiales

Material	Nivel de facilidad
Vidrio	100
Acero inoxidable	80
Aluminio	70
Goma	30
Plástico	20

Fuente: Ríos 2013

Es un proceso que elimina los microorganismos patógenos, con la excepción de las endosporas bacterianas, de los objetos inanimados. Se lleva a cabo con líquidos químicos (Molina R., García O., 2003).

Existen niveles de desinfección, basados en el efecto que tienen los agentes químicos sobre los microorganismos, entre ellos:

- *Desinfección de alto nivel (DAN)*: Desinfección realizada con agentes químicos líquidos que eliminan los microorganismos, entre los que se encuentran: ácido peracético, dióxido de cloro, peróxido de hidrógeno, formaldehído, entre otros.
- *Desinfección de nivel intermedio (DNI)*: Se utilizan agentes químicos para eliminar bacterias vegetativas y algunas esporas bacterianas. En este grupo se encuentran los fenoles, el hipoclorito de sodio, el alcohol, la cetrimida y el cloruro de benzalconio.
- *Desinfección de bajo nivel (DBN)*: Realizada por agentes químicos que eliminan bacterias vegetativas, hongos y algunos virus en un período de tiempo corto (menos de 10 minutos). Por ejemplo, el grupo de amonios cuaternarios (Secretaría Distrital de Salud - Dirección Pública de Salud, 2011).

Sobre los efectos que mantienen los tipos de desinfección, acorde a su nivel, se valora el resultado obtenido con cada uno de ellos. La valoración es cualitativa, utilizando los signos de “+” y “-”. El signo “+” indica un efecto de desinfección esperado a partir de concentraciones de uso normal del desinfectante químico. En el caso del signo “-” indica que hay poco o ningún efecto de eliminación.

En la tabla 4 se detalla por cada nivel de desinfección y la valoración del efecto obtenido frente a las bacterias, hongos y virus que se encuentran en las superficies de trabajo.

En general, el proceso de desinfección tiene un potencial efecto sobre las bacterias, hongos y virus solo a un nivel alto, ya que, en los niveles intermedios y bajos, los niveles varían entre resultados positivos y negativos a la vez.

En el caso de los virus, el nivel intermedio y bajo de desinfección tiene resultados entre positivos y negativos, en aquellos que son no lípidos y de tamaño pequeño.

Tabla 4

**Nivel de desinfección frente a las bacterias, hongos y virus en superficies de trabajo**

Nivel de desinfección	Bacterias			Hongos	Virus	
	<i>Vegetativas</i>	<i>Bacilos tuberculosos</i>	<i>Esporas</i>		<i>Lípido y tamaño medio</i>	<i>No lípido y tamaño pequeño</i>
Alto	+	+	+	+	+	+
Intermedio	+	+	-	+	+	-
Bajo	+	-	-	+	+	-

Fuente: Centers for Disease Control and Prevention 2003

***Etapas de limpieza y desinfección***

Existen protocolos, procedimientos, estándares sobre la limpieza y desinfección. Para la finalidad de este estudio se consideran por etapas al proceso, que, según los autores potencializan la capacidad de los detergentes y desinfectantes (Salvat y Collin, 1995).

En el sector de la salud, con el término de higienizar o sanitizar se enmarca la acción de reducir la población microbiana a niveles no peligrosos, con la utilización de un agente químico o físico (García A., Uribe M., 2005).

En conjunto, la higienización o también llamada sanitización comprende a la limpieza y desinfección, es decir, la operación de ambas es sinónimo de una operación de higienización o sanitización. Sobre su efectividad microbiológica, ésta depende de las dos fases sucesivas, la limpieza y desinfección (García A., Uribe M., 2005).

Entre las etapas de estas dos operaciones y en el orden descrito se encuentran:

- ***Acondicionamiento del lugar:*** Consiste en el retiro de los residuos de basura de la superficie a limpiar. En esta etapa se protege todo sistema o parte eléctrica, en el mejor de los casos, el desmontaje de dichos equipos o aquellos que pudiesen verse afectado en un servicio o proceso productivo.
- ***Prelavado:*** Considerada como la limpieza inicial, es la etapa donde se utiliza agua para la eliminación de la suciedad visible sobre la superficie. El autor asevera que la temperatura del agua depende del tipo de suciedad que se encuentre, esto es, mayor temperatura si existe suciedad como grasa y parte de la carga bacteriana adherida a la superficie.
- ***Limpieza (lavado):*** En esta etapa se da la aplicación del agente limpiador o detergente, seleccionado para disolver o solubilizar la suciedad en la superficie.
- ***Aclarado:*** Con la aplicación de agua potable a media – baja presión, normalmente fría o templada se realiza el aclarado para eliminar la suciedad ya disuelta previamente.
- ***Aplicación de desinfectante:*** Consiste en la aplicación del producto seleccionado como desinfectante de forma manual o mecánica, considerando el tiempo de actuación requerido por el propio producto.
- ***Aclarado final:*** Su finalidad es eliminar los residuos de los desinfectantes utilizados. En el caso de que la limpieza y desinfección se han realizado de manera

paralela, este aclarado final permitirá el arrastre de la suciedad disuelta y los residuos de los desinfectantes.

- **Secado:** Corresponde a un tiempo de espera para que la superficie, de forma automática y a temperatura ambiente, se seque (Salvat y Collin, 1995).

## 2.3. Limpieza y Desinfección

### 2.3.1. Principios

Siendo el sector de la salud, el campo de acción más restrictivo para la aplicación de un proceso de limpieza, autores consideran que se deben cumplir con los siguientes principios básicos:

- Evitar esparcir las partículas de polvo
- Limpiar de arriba hacia abajo
- Limpiar en línea recta
- Iniciar en zonas limpias y terminar en las contaminadas
- Evitar la humedad
- Trabajar de adentro hacia afuera
- Usar un sistema de dos baldes (García A., Uribe M., 2005)

Sobre la desinfección, los principios se basan en un plan de acción y la política reglamentaria dirigida a la desinfección. Esto en resumen consiste en:

**Plan de acción para la desinfección:** sobre la acción de aplicación específica de los desinfectantes o agentes de limpieza a utilizar. Este plan debe considerar los objetivos de aplicación y los microorganismos específicos a destruir. Adicional, se debe describir el proceso de limpieza necesario, previo a la desinfección, las medidas de seguridad, las instrucciones de dilución y aplicación. Finalmente, considera los procedimientos de post-desinfección, con la finalidad de evaluar la eficacia del proceso.

**Política reglamentaria y normas de desinfección:** Estas deben garantizar las algunas condiciones:

- El producto utilizado, se ha procurado que sea en su mayor eficacia.
- Las medidas de seguridad son tomadas para proteger a las personas, flora, fauna, medio ambiente.
- La ejecución previa de un proceso de limpieza eficaz y seguro.
- Los desinfectantes son aplicados correctamente sobre las superficies que necesitan desinfección.

En general, los procedimientos de desinfección y reglamentaciones deben ser periódicamente revisados y evaluados, considerando la seguridad de las personas y protección del medio ambiente, así como los riesgos inherentes a la generación de residuos de la actividad (R.f.Kahrs, 1995).

### 2.3.2. Técnicas

También denominados como métodos de limpieza, se pueden mencionar, tres tipos, manuales, mecánicos y automatizados. A continuación, se detallan los métodos de limpieza con sus respectivas ventajas y desventajas en la tabla 5.



Tabla 5

## Métodos de limpieza, ventajas y desventajas

Método	Descripción	Ventajas y desventajas
<b>Manuales</b>	Es un procedimiento sencillo, controlado por una persona que realiza la maniobra, sin uso de máquinas de limpieza.	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina todas las suciedades.</li> <li>- Varía según la necesidad: remojado, inmersión, cepillado, barrido.</li> <li>- Se puede corregir sobre la marcha.</li> <li>- Comprende procedimiento simples y sencillos, económicos y prácticos.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevadas exigencias del personal, tiempo y costos.</li> <li>- El éxito de la limpieza, depende del cuidado que le entregue el personal.</li> <li>- La persona está en contacto con líquidos, sustancias químicas, cepillos, paños, es decir, tiene alto riesgo higiénico.</li> </ul>
<b>Mecánicos</b>	Se realiza por circulación del detergente en el equipo sucio, por la acción de la energía cinética (movimiento)	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ahorra personal, tiempo y costos.</li> <li>- Tiene menor riesgo de contaminación.</li> <li>- Menor contacto de la persona con los productos químicos de limpieza.</li> <li>- Se tiene calidad higiénica de los productos.</li> </ul> <p><b>Desventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La suciedad en su total no se puede eliminar.</li> </ul>
<b>Automatizados</b>	Se refiere a máquinas o equipos de limpieza altamente automatizados.	<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta los ritmos de trabajo y producción.</li> </ul> <p><b>Desventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No es necesaria la intervención del factor humano.</li> <li>- Existen tensiones psicológicas por trabajo automatizado.</li> </ul>

Fuente: García, Uribe 2005

A partir de este contenido se visualiza las diferencias entre los tres métodos, resaltando que, a partir del manual hasta el automatizado, las desventajas disminuyen.

Entre los métodos de limpieza mecánico y automatizado, la finalidad de limpieza se cumple con cierta limitación, pero se favorece el proceso, por la no intervención del factor humano, y su contacto con los productos químicos. A nivel de la producción, se mejoran los tiempos operativos y la calidad a nivel de la higiene del área o lugar a limpiar.

La conferencia avalada por la OPS y OMS “Desinfección de Alto Nivel (DAN): desafíos de su práctica”, establecen dos métodos de desinfección y describe sus principales características:

- **Desinfección térmica:**
  - También llamado pasteurización, es utilizado originalmente por Louis Pasteur.
  - Proceso aplicable para la DAN, donde el agua se la lleva a 77°C de temperatura y se mantiene por un período de tiempo de 30 minutos.
  - Destruye todos los microorganismos, excepto las esporas bacterianas.
- **Desinfección por métodos químicos:**
  - Consiste en poner en contacto el material o superficies con agentes químico, catalogados como desinfectantes de alto nivel (OPS; OMS, 2020).

## 2.4. Desinfectantes

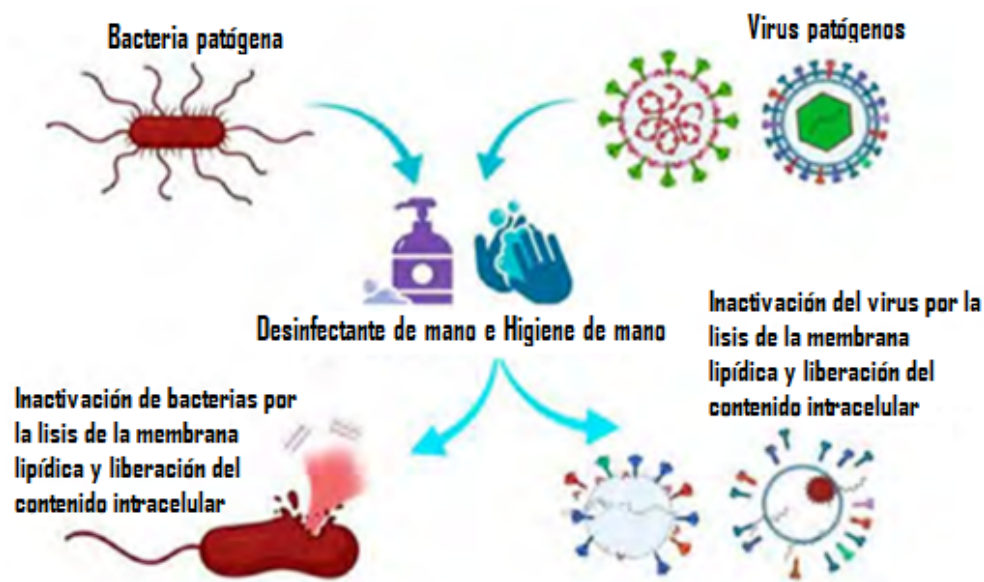
### 2.4.1. Tipos

Acogiendo el concepto del término “desinfectante”, se conoce que es un compuesto químico que inhibe el crecimiento, o en su caso destruye microorganismos sobre una superficie u objetos desanimados. Similar a este término se encuentra al “antiséptico”, sustancia química con la misma acción que el desinfectante, pero, sobre tejido vivo (Bilbao, 2009).

La activación de un desinfectante se da, tanto sobre las bacterias como de los virus patógenos, mediante el proceso de desinfección con la higiene de manos, con la finalidad de inactivar, ya sea a la bacteria y/o el virus, por la lisis de la membrana lipídica y liberación del contenido intracelular de éstos. Ver figura 2.2.

Entre las características de un buen desinfectante se pueden mencionar:

- Que sean eficaces para el mayor espectro de microorganismos.
- No provoquen fenómenos de resistencia.
- Se mantengan estables en presencia de residuos orgánicos y de aguas duras.
- Que sean solubles en el agua y se elimine fácilmente con el enjuagado.
- No transmitan olores ni sabores a los alimentos, superficies, o área objetivo.
- No sean tóxicos por inhalación o sean irritantes para la piel o las mucosidades en condiciones normales de empleo.
- No deterioren las superficies con las que entran en contacto.
- Tenga acción bactericida de efecto prolongado sobre las superficies.
- No resulten contaminantes para el ambiente (Widbrett, 2000).



**Figura 2.2 Inactivación del virus a través de los desinfectantes. Adaptada de Jing y Cols**

Fuente: Campos, Cabrera 2020.

La clasificación de los desinfectantes considera tres niveles: alto, intermedio y bajo.

Los desinfectantes de alto nivel eliminan a todos los microorganismos, por lo que en condiciones especiales pueden esterilizar, entre ellos se encuentran orthophthaldehido, glutaraldehido, ácido paracetico, dióxido de cloro, peróxido de hidrogeno, formaldehido, entre otros (Hoyos, M; Gutiérrez, N, 2014).

Sobre la letalidad, los desinfectantes de nivel intermedio tienen la capacidad de actuar sobre bacterias vegetativas y algunas esporas bacterianas, los más conocidos en este grupo son fenoles e hipoclorito de sodio (Hoyos, M; Gutiérrez, N, 2014).

En el último nivel, los desinfectantes de nivel bajo son agentes químicos que eliminan bacterias vegetativas, hongos y algunos virus en un periodo de tiempo corto (menos de 10 minutos), como, por ejemplo, el grupo de amonios cuaternarios (Hoyos, M; Gutiérrez, N, 2014).

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) a principios de marzo (2020) emite una lista denominada "N: Desinfectantes para usar contra SARS-CoV-2", con frecuencia de uso semanal, la forma de uso, tipo de formulación y superficie de los productos, como se muestra en la figura 2.3.

Los 14 productos descritos en la figura 2.3 tienen su tiempo de contacto, expresado en minutos, y que máximo no puede ser mayor a 10 minutos. Entre los principales tipos de formulación que se utilizan en estos productos son la dilución, aplicación con toallas, o aplicación directa, ya que por sus presentaciones algunos de ellos están listos para su uso (RTU). Finalmente, las superficies de aplicación, las más recurrentes donde se los puede aplicar son superficies duras, no porosas, sin embargo, en casos puntuales se requiere el enjuague luego de la aplicación.

Ingrediente/activo	Tiempo de contacto en minutos	Tipo de formulación	Tipo de superficie
Amonio cuaternario	5-10	Diluyente, toallitas, RTU*	Dura, no porosa, requiere enjuague posterior tras contacto con alimentos.
Peróxido de hidrógeno; ácido peroxiacético	10	Diluyente, toallitas	Dura, no porosa
Amonio cuaternario, isopropanol	0.5 (30 segundos)	Toallita, RTU*	Dura, no porosa
Hipoclorito de sodio	5-10	Diluyente	Dura, no porosa
Ácido octanoico	2	Diluyente	Dura, no porosa
Hipoclorito de sodio, carbonato de sodio	0.5 (30 segundos)	RTU*	Dura, no porosa
Amonio cuaternario, etanol	2	RTU*, diluyente	Dura, no porosa
Trietilenglicol, amonio cuaternario	5	Líquido a presión	Dura, no porosa
Ácido láctico L	10	RTU*	Dura, no porosa
Ácido peroxiacético	1	Diluyente	Dura, no porosa
Iones de plata, ácido cítrico	1	RTU*	Dura, no porosa
Etanol	0.5 (30 segundos)	RTU*	Dura, no porosa, requiere enjuague posterior tras contacto con alimentos.
Clorito de sodio	10	Diluyente, sólida	Dura, no porosa
Peróxido de hidrógeno, Carbonato de amonio, bicarbonato de amonio	3-5	RTU*, líquido a presión, toallita	Dura, no porosa, requiere enjuague posterior tras contacto con alimentos.

**Figura 2.3 Productos para usar contra SARS-CoV-2. Adaptada de la EPA (2020)**

Fuente: Campos, Cabrera 2020.

En conjunto, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) presentan a la Desinfección de Alto Nivel (DAN), la cual corresponde a:

***“Un proceso de desinfección que destruye todos los microorganismos de objetos inanimados, con excepción de alto número de esporas bacterianas, mediante la inmersión total de un artículo en un germicida químico durante un tiempo definido”*** (OPS; OMS, 2020).

Donde los factores que determinan que la desinfección sea de alto nivel, son:

- Limpieza previa del objeto.
- Tipo y nivel de contaminación microbiana.
- Concentración y tiempo de exposición al desinfectante.
- Configuración física del objeto a desinfectar.
- Temperatura y pH del proceso (OPS; OMS, 2020).

Para la FDA (Food and Drugs Administration) entre los desinfectantes aptos para un alto nivel de desinfección y su grado de concentración, se encuentran: Ver figura 2.4.

<b>Germicida</b>	<b>Concentración</b>
Glutaraldehído	≥ 2%
Orto-phtalaldehído	0.55%
Peróxido de hidrógeno*	7.5%
Peróxido de hidrógeno y Ácido peracético*	1.0%/0.08%
Peróxido de hidrógeno y Ácido peracético*	7.5%/0.23%

**Figura 2.4 Desinfectantes de alto nivel según la FDA y su concentración**

Fuente: FDA 2020

### 2.4.2. Evaluación de la eficacia

Para la evaluación de la eficacia en la referencia bibliográfica se mencionan factores que influyen y pueden afectar la acción de los desinfectantes. Entre ellos se encuentran:

- Naturaleza de los microorganismos.** Para los ensayos de eficacia, los expertos contemplan cepas de colección acreditadas y conservadas adecuadas para garantizar su estabilidad genética. En el caso de los virus, su sensibilidad depende de su estructura; esto es, aquellos virus que poseen envoltura son más sensibles a los que no las poseen (García A., Uribe M., 2005).
- Temperatura de acción.** Existen desinfectantes que se hacen inestables a medida que la temperatura se eleva, tal es el caso del peróxido de hidrógeno, a más de 45°C.
- Efecto del pH.** La alteración del pH puede afectar la ionización del desinfectante y por ende a su actividad.

En Europa, en el año 1989 se establece la estandarización de la evaluación sobre la actividad bactericida de los desinfectantes, a través del Comité Europeo de Normalización (CEN), identificando tres fases para el proceso de evaluación, cada una con su respectivo propósito, como se muestra en la figura 2.5.

Fase	Tipo de test	Propósito
Fase 1	Normativa básica para la evaluación de ensayos de suspensión.	Establecer si un producto presenta actividad bactericida, fungicida o esporicida, sin tener en cuenta condiciones específicas de uso.
Fase 2, Etapa 1	Ensayo cuantitativo en suspensión bajo condiciones representativas de uso.	Los ensayos reproducen condiciones similares a los esperados en los campos agroalimentario, médico, veterinario e industrial.
Fase 2, Etapa 2	Ensayo cuantitativo en superficies bajo condiciones representativas de uso.	Establecer si un producto tiene actividad bactericida en superficies.
Fase 3	Ensayo en condiciones reales de uso	Evaluación en condiciones prácticas de uso del producto a emplearse.

**Figura 2.5 Fases de evaluación de eficacia de los desinfectantes bactericidas**

Fuente: García, Uribe 2005

Los test aplicados por fases en el proceso de evaluación de la eficacia de los desinfectantes, consideran la aplicación de la normativa básica para ensayos de suspensión en Europa, hasta los ensayos cuantitativos y ensayos reales de uso de los desinfectantes.

En cada fase, considerando más de una etapa para el proceso de evaluación, se mantiene el propósito de corroborar la actividad bactericida en una superficie, de diferentes campos de acción, agroalimentario, médico, veterinario, industrial, etc.

En referencia a lo que establece el Manual de Limpieza y Desinfección, se conoce que para la verificación de la eficacia de la limpieza y desinfección de las superficies existen diversos métodos. Entre ellos, los visuales, químicos, ambientales y microbiológicos (García A., Uribe M., 2005). A continuación, en la tabla 6 se describen los métodos de verificación de la eficacia de la limpieza y desinfección incluyendo la forma de aplicación:

**Tabla 6**

**Métodos de verificación de eficacia de la limpieza y desinfección de superficies**

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Visual</b>	Verifica la ausencia de residuos de la limpieza. Lo deben realizar dos personas (un operario y un supervisor), para ejecutar y revisar la actividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar todas las superficies en búsqueda de residuos y manchas. Acorde al material se debe tener en cuenta:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Acero: evaluar brillo y manchas.</li> <li>○ Máquinas: Pasar hisopo por ángulos.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Químico</b>	Analiza químicamente si los residuos son inocuos o no.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar trazar del producto utilizado y de los agentes de limpieza y desinfección.</li> <li>• Controlar pH de productos.</li> </ul>
<b>Ambientales</b>	Evalúa la adecuada disposición de los vertimientos líquidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediciones de emisiones líquidas por entidades de control ambiental.</li> </ul>
<b>Microbiológico</b>	Detecta por diferentes técnicas de muestreo la presencia de microorganismos contaminantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frotar con hisopo una superficie ya limpia y desinfectada, después depositar esta muestra en un medio de cultivo.</li> <li>• Tuberías, envases y botellas se enjuagan con agua purificada. Este enjuague se recoge para cultivo.</li> </ul>

Fuente: García, Uribe 2005

Al aplicar cualquiera de estos métodos, y se llega a detectar que la superficie no cumple con los requisitos de limpieza y desinfección, ésta se cataloga como no conforme y se necesita repetir el procedimiento.

Según la OMS, la limpieza es un proceso inicial que permite la eliminación de los agentes patógenos o de su concentración en las superficies contaminadas, pero la

desinfección es necesaria para la destrucción de los microorganismos (Organización Mundial de la Salud, 2020).

La finalidad de eliminar o destruir los microorganismos es porque éstos impiden que los productos desinfectantes lleguen a la superficie, o en su defecto, bloquean la acción de cualquier método de limpieza utilizado.

Por esta razón, el presente estudio se establece para verificar la eficacia, través del método de verificación microbiológica, que tiene el proceso de limpieza y desinfección de espacios abiertos utilizando un equipo a presión y temperatura.

## **2.5. Tecnologías de limpieza y desinfección a presión**

En la publicación titulada “Limpieza y Desinfección: Tecnología todo dentro / todo fuera” basada en los procesos de producción animal, desarrollada en la Universidad de Murcia menciona entre las tecnologías de limpieza y desinfección más efectivas, a la que se realiza bajo presión (A. Quiles: M.L Hevia, 2020).

Se conoce que, en procesos de producción animal, los agentes de contaminación, sean virus, bacterias, gérmenes, tienen alta probabilidad de impactar o causar un daño a quienes se relacionan con las áreas de contacto.

Entre las razones por las que se debe emplear la presión como método de limpieza, se pueden mencionar, acorde a la publicación:

- El trabajar con presión, combinada con una temperatura de agua, se logra una mayor capacidad de arrastre de los restos de suciedad.
- La mayoría de los desinfectantes tienen un excelente comportamiento con el agua caliente, para eliminar gran parte de los gérmenes.
- Equipos automatizados para limpieza, con una presión de 100 bar, son considerados adecuados para área de almacenamiento de animales.
- Referente a las boquillas de los equipos de limpieza a presión, éstas pueden ser boquillas de chorro plano o de chorro redondo.
- Con boquillas planas, la aplicación de la presión del agua debe ser a una distancia mínima de 30 cm respecto a la superficie de limpieza. En cuanto a las boquillas redondas, la eficacia de limpieza se alcanza a una distancia de 1 a 1.5 m.
- La dosificación de los detergentes es importante, en el proceso de limpieza con equipos mecánicos de alta presión.
- Entre los tres grandes grupos de detergentes que se pueden emplear en equipo mecánicos de limpieza de alta presión, están: alcalinos, ácidos y neutros (A. Quiles: M.L Hevia, 2020).

De forma comercial, existe una máquina de alta presión de agua caliente para el proceso de limpieza y desinfección de grandes superficies.

Entre las áreas objetivos de limpieza con esta máquina de alta presión están: techos, paredes y pisos, o partes de éstos, donde manualmente es difícil llegar o limpiar.

El alto nivel de higiene se alcanza con la máquina de alta presión, porque combate eficazmente a los gérmenes, bacterias y virus.

## Hidrolavadora de agua caliente

Con el término de “hidrolavadora”, la máquina de limpieza con agua caliente acelera el proceso hasta en un 40% en comparación con las unidades de agua fría, especialmente debido al proceso de secado más rápido de las superficies limpias (Karcher, 2020).

Con estas máquinas, de alta presión con agua caliente y una temperatura del agua de al menos 85°C, los resultados son eficientes, ya que el tiempo de limpieza y secado son más rápidos, se obtiene una reducción medible de gérmenes. No solo se puede combatir eficazmente la suciedad, sino también las bacterias y los virus. Con la ayuda de la etapa de vapor, incluso es posible limpiar a temperaturas de hasta 155 ° C (Karcher, 2020).

En la figura 2.6., se hace referencia a los componentes de una hidrolavadora de alta presión y temperatura de agua.



**Figura 2.6 Componentes de hidrolavadora de alta presión y temperatura**

Fuente: Karcher 2020

## Uso de agentes de limpieza para interrumpir las cadenas de infección

Se establece que al usar las hidrolavadoras de alta presión, también se deben aplicar agentes de limpieza, para eliminar los residuos de suciedad. Es así, que la espuma de limpieza, es considerada la mejor alternativa, ya que es una forma estable y de adherencia a las superficies, logrando un aumento en el tiempo y efecto de la limpieza.

En referencia a los productos de limpieza, se sugiere un cambio de productos de limpieza de espuma ácida y alcalina para eliminar de manera confiable la base de la vida de los microorganismos (Karcher, 2020).

## Después de limpiar con alta presión

Después de una limpieza meticulosa con hidrolavadoras de alta presión, se recomienda una desinfección posterior completa, esto es, en un orden de ejecución: remojar, limpiar, deje secar y finalmente desinfectar las superficies.

## 2.6. Métodos para el análisis de contaminación en superficies

En su publicación, AENOR (2020) la revista de la evaluación de la conformidad en su respectivo laboratorio, sobre el análisis de coronavirus en superficies indica que la



verificación de su limpieza y desinfección se lo hace a través de ensayos para la detección del SARS-CoV-2 (AENOR, 2020).

El análisis de las superficies es aplicable a distintas industrias, entre ellas: alimentaria, hotelera, hostales y toda empresa que requiera de la evaluación de la limpieza en sus superficies, en zonas operativas, de oficinas, áreas comunes, etc.

El análisis del coronavirus en superficies contempla los siguientes pasos, acorde a AENOR:

- a. Toma de muestra
- b. Traslado del hisopo al laboratorio de AENOR en un medio de transporte para virus.
- c. Extracción del ARN vírico.
- d. Detección mediante real-time PCR.
- e. Interpretación de resultados, evaluando el correcto funcionamiento de los distintos controles y la presencia de SARS-CoV-2 en las muestras.
- f. Comunicación inmediata al cliente en caso de resultado positivo.

Para la verificación del proceso de limpieza y desinfección AENOR realiza ensayos, los cuales contemplan los siguientes pasos en orden de ejecución:

- Toma de muestra
- Extracción del ARN vírico
- Detección mediante PCR (AENOR, 2020).

### **Toma de muestra**

Se selecciona la superficie a analizar, se prioriza aquellas con mayor riesgo, por ejemplo, las manijas de las puertas, interruptores de luz o todo elemento de uso común en un área de trabajo.

La toma la puede realizar personal técnico del laboratorio, como el usuario o trabajador del lugar. El elemento utilizado para la toma de muestra es un hisopo. El cual, una vez usado en la toma de muestra, es enviado al laboratorio en un medio de transporte para virus que lo inactiva y conserva el material genético, durante un tiempo prolongado.

### **Extracción del ARN vírico**

Consiste en un protocolo de extracción del ARN, que dependiendo de la matriz que se trate, que está acorde a la carga o concentración del virus, se aplica.

### **Detección mediante PCR**

La finalidad de esta acción es la amplificación de las zonas exclusivas del material genético del SARS-CoV-2, y así lograr detectarlo.

A partir de los controles, negativo y positivo se ejecuta la detección. El control negativo se usa para verificar la no contaminación del proceso. Por su parte, el control positivo garantiza que las condiciones del ensayo son las efectivas para la detección del virus.

AENOR, a partir de esta detección, incluye la interpretación de los resultados, sobre la presencia o no del virus en la superficie analizada. En la misma incluye la evaluación de los controles del proceso de limpieza y desinfección que se ha tenido en el área.

## 2.7. La seguridad en un proceso de limpieza y desinfección

Limpiar y desinfectar de forma segura significa cumplir algunas directrices que autores concuerdan en sus publicaciones.

A continuación, y de forma general las medidas de seguridad para realizar un proceso de limpieza y desinfección:

- No obligar a trabajar con un aparato eléctrico, destinado para la limpieza y desinfección, que tenga algún defecto. Tampoco se debe hacer voluntariamente.
- Se deben inspeccionar y reportar las fallas o averías en las herramientas, máquinas o instalaciones inmersas en un proceso de limpieza y desinfección.
- No improvisar, en materia de mecánica o electricidad, para atender averías o fallas, de los equipos, máquinas o herramienta utilizadas en el proceso de limpieza y desinfección.
- Evitar la contaminación cruzada por el uso de los implementos de limpieza destinadas para un área con otra.
- Se debe mantener un espacio o área para el almacenamiento de los implementos, máquinas, equipos, herramientas de limpieza, que cuente con:
  - Suelos y paredes con baldosas.
  - Lavadero con agua fría y caliente.
  - Estanterías con productos y herramientas, traperos y escobas.
  - Espacio suficiente para máquinas rotativas, aspiradoras, etc.
  - Ganchos para colgar en paredes.
  - Buena iluminación y ventilación (García A., Uribe M., 2005).

Entre las orientaciones provisionales, publicadas por la OMS (2020) sobre la limpieza y desinfección de las superficies del entorno inmediato en el marco de la COVID-19, se establecen las medidas sobre la seguridad personal, cuando se preparan y usan desinfectantes (Organización Mundial de la Salud, 2020).

En general, el personal que se desempeña en el proceso de limpieza debe usar equipo de protección personal apropiado y recibir capacitación para usarlo de una manera segura. En lugares donde existe la potencial exposición a personas enfermas con la COVID-19 presuntos o confirmados, el personal debe usar el siguiente equipo: bata, guantes gruesos, mascarilla, protección ocular (si hay riesgo de salpicaduras de materia orgánica o sustancias químicas) y botas o zapatos de trabajo cerrados.

En los lugares que no son médicos donde se preparan y usan desinfectantes, el equipo de protección personal (EPP) mínimo necesario, comprenden: guantes de goma, delantales impermeables y zapatos cerrados. La protección ocular y la mascarilla pueden ser necesarios también para protegerse de las sustancias químicas o si hay riesgo de salpicaduras.

Para la preparación de las soluciones de desinfectante se deben prepara siempre en zonas ventiladas.

Se debe evitar la combinación de desinfectantes, tanto durante la preparación como en el uso, pues esas mezclas pueden causar irritación respiratoria y liberar gases potencialmente mortales, en particular cuando se combinan con soluciones de hipoclorito (Organización Mundial de la Salud, 2020).

## **2.8. Enfermedad COVID -19**

### **2.8.1. Recomendaciones de limpieza y desinfección**

A partir de la emergencia mundial, sobre la enfermedad COVID-19, la literatura de prevención se desarrolla en torno a los lugares donde existe la probabilidad de exposición al virus SARS-CoV-2 y el riesgo de contagio entre distintas personas, como son los lugares de salud. Para la finalidad de este estudio, se hace énfasis en la revisión de la literatura sobre la limpieza y desinfección en lugares distintos, que no son asistenciales de salud.

Entre los otros lugares, que no son casas de salud, se encuentran: hogar, la oficina, las escuelas, los gimnasios o los restaurantes. De estos lugares, se han determinado las superficies que son tocadas con alta frecuencia, entre ellas: las manijas de puertas y ventanas, la cocina y las zonas donde se preparan alimentos, las superficies de los mostradores, las superficies del cuarto de baño, los inodoros y las llaves del agua, los dispositivos personales de pantalla táctil, los teclados de computadoras personales y las superficies de trabajo.

Para el proceso de limpieza y desinfección de superficies en estos lugares, como son los lugares públicos, se debe seleccionar el desinfectante y su concentración, para no dañar las superficies y reducir al mínimo los efectos tóxicos sobre el personal que ejecuta el proceso o los usuarios de dichos lugares.

La OMS, indica que las superficies de estos lugares se deben limpiar siempre con agua y jabón o detergente para eliminar la materia orgánica, y a continuación se desinfecta. En los lugares públicos, el hipoclorito de sodio (lejía) se puede utilizar a una concentración recomendada de 0,1% (1000 ppm). En caso de no contar con este elemento, para desinfectar las superficies se puede usar alcohol a una concentración de 70-90% (Organización Mundial de la Salud, 2020).

Las organizaciones, OPS y OMS, en su publicación “COVID-19 Prevención y Control de Infecciones (PCI) Limpieza y desinfección de superficies del entorno inmediato en el contexto de COVID-19”, describen a las Superficies de Entorno Inmediato (SEIs) y éstas se asocian con los lugares públicos, es decir, son aquellos que están fuera de los establecimiento de salud (OPS; OMS, 2020).

En la publicación se mencionan las principales consideraciones sobre las SEIs:

- Las principales SEIS son lavabos, inodoros, aparatos electrónicos (pantallas táctiles y controles), mobiliarios y otros elementos fijos (mostradores, pasamanos, pisos y paredes).
- Para la creación de los principios de limpieza y desinfección de los SEIs se han considerado los PCI de los lugares de salud.
- Frente a la falta de recursos de limpieza y desinfección de las superficies, el lavado de las manos y evitar el tocarse la cara son los métodos de prevención de la COVID-19 por contacto con las SEIs (OPS; OMS, 2020).

## **Principios de limpieza y desinfección de SEIs**

### **Limpieza**

La limpieza de SEIs mantiene los siguientes principios:

- Eliminar o reducir la concentración de agentes patógenos en superficies contaminadas.
- Limpiar con agua, jabón (o detergente neutro) y aplicar una fuerza mecánica (cepillado o frotado), retirar y reducir materia orgánica, pero no destruye microorganismos.
- La materia orgánica puede impedir el contacto directo de un desinfectante con la superficie y anular las propiedades microbicidas o el modo de acción de los desinfectantes (OPS; OMS, 2020).

### **Desinfección**

La desinfección de SEIs mantiene los siguientes principios:

- Las variables importantes para este proceso son: el método, la concentración y el tiempo de contacto del desinfectante.
- Las soluciones deben prepararse y usarse acorde a las recomendaciones del fabricante.
- La dilución incorrecta afecta la eficacia del desinfectante.
- Las concentraciones elevadas aumentan el riesgo en el usuario y pueden dañar las superficies.
- Se debe humedecer las superficies con el desinfectante, y no se debe tocar durante el proceso de desinfección (OPS; OMS, 2020).

### **Técnicas y suministros para la limpieza y desinfección**

Como técnicas generales para la limpieza y desinfección, que la OPS y OMS establecen se encuentran:

- Preparar diariamente las soluciones al comienzo de cada proceso de limpieza.
- Utilizar elementos o insumos para el proceso, que estén limpios al inicio de cada limpieza.
- Avanzar de la parte menos sucia a la más sucia, y de arriba hacia abajo.
- Ejecutar el proceso de limpieza de una manera sistemática, de tal manera que no se omita ninguna área.
- Mantener el equipo, máquina, herramienta de limpieza en buen estado.
- Procesar los insumos sucios después de cada uso y elaborar un Procedimiento Operativo Estándar, que indique la frecuencia de cambios.
- Descartar las soluciones de desinfectantes luego de cada uso.
- Lavar los recipientes de almacenamiento o preparación de soluciones de desinfectante, con detergente, enjuagar, secar escurrir completamente (OPS; OMS, 2020).

## **Desinfectantes a utilizar luego de la limpieza**

Entre los desinfectantes a utilizar luego de la limpieza, en los lugares públicos, para la descontaminación de las superficies que tienen una alta frecuencia de contacto se encuentran el hipoclorito de sodio al 0,1% (1000 ppm) o alcohol etílico a una concentración de 70-90% (OPS; OMS, 2020).

En un estudio realizado por investigadoras del IRTA (Institute of Agrifood Research and Technology), se concluye que el 99,99% de la carga vírica de coronavirus presente en espacios cerrados y superficies se inactivaría si éstos se sometieran a una temperatura de 56°C durante 52 minutos o, lo que sería equivalente, a 65°C durante 7,5 minutos. Es decir, se considera la desinfección térmica como una buena alternativa para eliminar el virus del SARS-CoV-2 (Prevencion Integral, 2020).

## **Recomendaciones de seguridad química y preparación de soluciones para la limpieza y desinfección**

La mezcla de diferentes productos químicos es riesgosa, por lo que se debe tener en cuenta las siguientes directrices y recomendaciones de seguridad química:

- Los jabones están hechos para eliminar la suciedad, pero también pueden matar microorganismos, ya que descomponen y destruyen las membranas externas de los virus.
- Los desinfectantes están hechos para matar microorganismos.
- La lejía es peligrosa si se usa sin diluir.
- Los jabones y la lejía (blanqueador o hipoclorito), están hechos para diferentes propósitos y no deben combinarse. Deben usarse por separado.
- Para desinfectar superficies (metales, plástico, cartón) se pueden usar varios productos. Sin embargo, estos productos no deben mezclarse (Ver tabla 6). Cuando estos productos se mezclan, las reacciones químicas producidas a menudo generan gases tóxicos.
- Los productos químicos no deben mezclarse nunca en interiores, especialmente donde hay poca ventilación.
- Todos los productos químicos requieren un manejo adecuado y deben manipularse según las indicaciones de la etiqueta.
- Se deben usar guantes y mascarilla al manipular productos químicos.
- Todos los productos químicos deben mantenerse fuera de la vista y del alcance de los niños.
- No se deben reutilizar los envases de los productos comestibles para preparar la solución desinfectante.
- Los productos químicos deben mantenerse en lugares frescos y oscuros.
- El alcohol es inflamable. No usar desinfectantes con alcohol cerca de llama abierta o fogones (OPS; OMS, 2020).

## **Productos químicos que no deben mezclarse**

En la tabla 7 se muestra las combinaciones que están prohibidas, acorde a lo indicado por la OPS y OMS, el resultado de la combinación y los efectos tóxicos que se generan para la persona que se expone a la misma.

En el proceso de limpieza y desinfección es importante considerar estas combinaciones, las cuales se deben evitar de forma definitiva. El personal que cumple este proceso debe estar capacitado sobre el contenido de la tabla 6, de forma tanto teórica como práctica.

**Tabla 7**

**Productos químicos que no se deben mezclar**

<b>Productos que no deben mezclarse</b>	<b>Qué produce</b>	<b>Efectos tóxicos</b>
Blanqueador + Vinagre	Produce un gas de cloro tóxico	Quemaduras químicas, especialmente de los ojos y las vías respiratorias, desde la nariz hasta los pulmones.
Amoníaco + Lejía	Produce vapores tóxicos de cloramina	La inhalación de los vapores puede causar daño respiratorio y quemaduras en la garganta
Alcohol + lejía	Produce cloroformo	Efectos tóxicos: daño al sistema nervioso, ojos, pulmones, piel, hígado y riñones. Los niveles extremadamente altos de exposición al cloroformo pueden provocar la muerte, mientras que los niveles más bajos pueden provocar mareos y náuseas.
Peróxido de hidrógeno + vinagre	Produce ácido peracético (ácido peroxiacético)	Efectos tóxicos: potencialmente corrosivos e irritantes para la piel, los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones con el potencial de causar cicatrices permanentes en la piel, la córnea y la garganta.
Bicarbonato de sodio + Vinagre	Es ineficaz como solución de limpieza	No es tóxico, no es efectivo como solución de limpieza. puede causar irritación de la piel
Lejía y potasa (carbonato de potasio)	Ingrediente en algunos jabones y suavizantes	Efectos tóxicos: como irritante, puede causar daños graves en la piel, los ojos y las membranas mucosas. La inhalación puede causar irritación bronquial, dificultad para respirar y edema pulmonar. La ingestión puede ser letal.

Fuente: OPS, OMS 2020.

## **CAPÍTULO 3**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Levantamiento inicial del proceso**

Para el levantamiento del proceso empleado para la limpieza y desinfección de espacios al aire libre en la ciudad de Guayaquil, se realiza la planificación de visitas en sitio, de manera conjunta con el personal de la empresa, objeto de estudio.

La planificación incluye la observación en sitio y el registro de datos en cuanto a los pasos o actividades que comprende el proceso de limpieza y desinfección, la identificación del equipo de presión y temperatura, los productos químicos empleados y el personal involucrado.

Con el registro de los datos se estructura el proceso y se describen los recursos utilizados, entre ellos, los humanos, las materias primas, los insumos, así como los equipos, con sus respectivos niveles de operación.

##### **3.1.1. Descripción del proceso y recursos**

Con el esquema de diagrama de flujo el proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre inicia con la organización de actividades por parte del supervisor de turno, quien está acompañado por cinco operarios. Esta organización comprende la designación del personal para cada actividad a realizar, así como la revisión y distribución de equipos y productos químicos a utilizar. Ver figura 3.1.

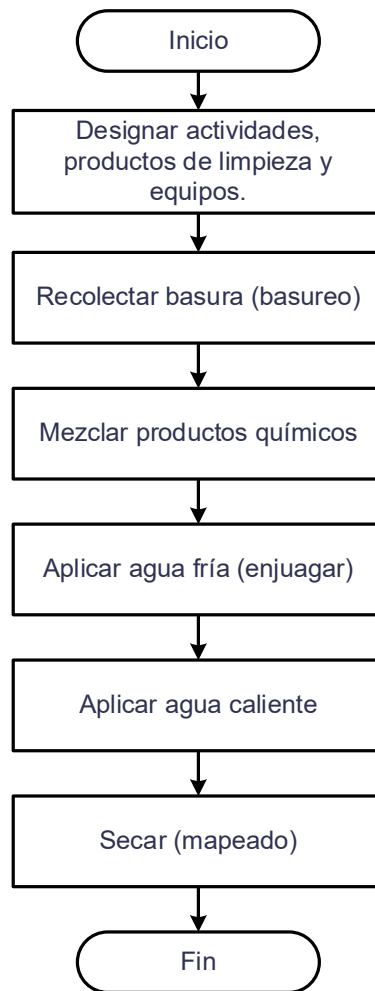
Luego, se hace la recolección de basura del espacio designado, colocando la respectiva señalización del área para evitar accidentes. Posteriormente, se realiza la mezcla de los productos químicos, los cuales son vertidos sobre el espacio o área a limpiar. Para enjuagar el área, se vierte agua fría utilizando un equipo de presión denominado "hidrolavadora". Ese equipo permite accionar la función de los químicos, mezclándolos con el agua que se expulsa a presión. Seguido, se aplica agua caliente con el mismo equipo, generando la acción de limpieza y desinfección, de forma conjunta, mediante el uso de temperatura en la hidrolavadora. Finalmente, se realiza la actividad de secado - o también llamado "mapeado"-.

Entre los recursos que se utilizan para el proceso se tienen:

##### **Recursos humanos**

La empresa objeto de estudio tiene una nómina de 30 trabajadores, de los cuales 24 corresponden al área operativa y 6 personas al área administrativa.

En la observación del proceso en sitio se identifica que los grupos de trabajo son de 6 personas, el cual incluye a 1 supervisor de turno y 5 personas operativas que cumplen el proceso en cada sitio asignado.



**Figura 3.1 Diagrama de flujo del proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre**

Fuente: Autor

### **Materia prima (productos químicos)**

Se identifican como materia prima el siguiente listado de productos químicos, con el detalle de sus características, para la limpieza y desinfección de espacios al aire libre de la ciudad de Guayaquil:

- **Creolina concentrada**

Es un producto formulado a base de creso y tensoactivos. Elimina la proliferación de microorganismos. Es utilizado como limpiador general, desodorante y desinfectante en servicios sanitarios, galpones y en general todos los lugares constituidos como foco de infección.

Entre los niveles de riesgo de incendio que establece la NFPA, por sus siglas en inglés -National Fire Protection Association- esta sustancia representa un riesgo a la salud en nivel 2 que corresponde a peligroso, grado 0 de inflamabilidad y reactividad, y en riesgo especial la característica de la sustancia es corrosiva.



- **Detergente en polvo**

Producto formulado a base de alkyl Aril Sulfonato de Sodio, Tripolifosfato Sodio, Carbonato de Sodio, Poliacrilato de Sodio y Fragancia. Producto de color blanco y azul cielo. No contiene cloro. Ingrediente activo biodegradable. Posee un alto poder de detergencia para el lavado y el nivel ideal de espumación.

Al revisar su rombo de seguridad, bajo especificación de la NFPA, este producto químico tiene riesgo a la salud en grado 1, es decir nivel bajo de peligrosidad, tiene 0 en riesgo de inflamabilidad, es decir, no es inflamable, a nivel de reactividad, este producto es estable y en riesgo especial la característica de la sustancia es alcalino.

- **Desincrustante eliminador de sarro**

Es un producto elaborado a base de ácidos, detergentes y secuestrantes, lo cual permite la acción de limpieza y remoción de incrustaciones. Es un producto específico ideal para limpiar el sarro de baños, sanitarios, paredes o pisos de cerámica, pisos de cemento o superficies duras, especialmente donde exista residuos de materia orgánica, actuando como un desincrustante efectivo.

En su ficha técnica, el rombo de seguridad bajo la especificación de la NFPA se especifica que la sustancia tiene un nivel de riesgo 2 que corresponde a peligroso, sobre su inflamabilidad y reactividad, la sustancia tiene un nivel de riesgo 0, lo que significa que la sustancia no es inflamable y es estable, sobre el riesgo especial, la característica de la sustancia es corrosiva.

- **Removedor de ceras, selladores y manchas**

Es una mezcla de agentes tensoactivos, emulsificantes e ingredientes alcalinos en una base acuosa estable. Es un producto eliminador de ceras, grasas o suciedades adheridas a cualquier tipo de pisos. Tiene una gran eficiencia y es de fácil aplicación, sin ser tóxico ni dañar las superficies. Deja los pisos listos para una nueva aplicación de cera, ayudando a una mayor absorción y uniformidad de la futura capa de cera aplicada.

Acorde al rombo de seguridad, bajo la especificación de la NFPA, la sustancia química tiene un nivel de riesgo a la salud de 1, que corresponde a poco peligroso, en riesgo de inflamabilidad de grado 0 lo que significa que no es inflamable, en riesgo de reactividad de grado 0, que corresponde a una sustancia química estable, y no mantiene un riesgo especial.

- **Limpiador rápido**

Elaborado a base de amonio, espesantes, trietanolamina, alcohol, preservantes, fragancia, colorante vegetal, agua (en cantidad suficiente). Producto fabricado con materias primas biodegradables. Es un bactericida, que permite desinfectar, limpiar, perfumar y desodorizar a la vez. Actúa como un eficaz germicida, fungicida y bactericida. Especialmente formulado para la limpieza y desinfección de pisos, paredes, sanitarios, mesones y equipos utilizados en la industria alimenticia (lácteos, alimentos procesados y bebidas), es ideal para su uso en colegios, restaurantes, oficinas, espacios públicos, centros comerciales, y en todo lugar que necesite desinfectar áreas de uso público.

Sobre sus niveles de riesgo, según la NFPA, el riesgo a la salud de la sustancia química es de 2 que corresponde a peligroso, en cuanto a la inflamabilidad, es de grado 0, es decir no es inflamable, en cuanto a la reactividad tiene nivel 0, es decir es estable y en riesgo especial la característica de la sustancia es alcalina.

- **Cloro al 5%**

Es un producto elaborado a base de hipoclorito de sodio al 10% y agua (cantidad suficiente para). Es un desinfectante y blanqueador a base de hipoclorito de sodio altamente concentrado para desinfectar áreas contaminadas y también para blanquear o quitar manchas de artículos de telas y otros. También sirve para purificar el agua. Es capaz de eliminar bacterias encapsuladas y por su versatilidad se convierte en el desinfectante universal de bajo costo y alto rendimiento.

Sobre los niveles de riesgos, bajo la especificación del rombo de la NFPA la sustancia tiene un nivel de riesgo a la salud de 3, que corresponde a extremadamente riesgoso, en cuanto a la inflamabilidad es de nivel 0, es decir no es inflamable, en riesgo de reactividad tiene un nivel 0, esto es estable y en riesgo especial la característica de la sustancia es oxidante.

- **Ambiental Líquido**

Es una mezcla de alcoholes, fragancias, estabilizadores y fijadores de fragancia, los cuales les dan características excepcionales que potencian su acción. Puede ser usado en el ambiente de su oficina, casa, baño, automóvil o en cualquier otro lugar que requiera de un olor agradable, fresco y limpio. Producto fabricado con materias primas biodegradables, es un desodorante y aromatizante altamente concentrado, líquido germicida ambiental elimina y neutraliza olores desagradables y las bacterias causantes de ellos, no contiene aceites. Perdurable debido a su efecto residual. Es un líquido libre de gas propulsor, por lo que no daña la capa de ozono. Es concentrado y tiene un alto rendimiento con aromas agradables y que permanecen por varias horas en el ambiente, ideal para casas, oficinas, hoteles, baños, etc. De gran utilidad para ambientar áreas enmascarando malos olores y proporcionado agradable aroma. Por contener un porcentaje de tensoactivos puede usarse también para la limpieza ligera, sustituyendo a los limpiadores multiusos con aroma.

Sobre sus niveles de riesgo, acorde al rombo de seguridad según la NFPA, se conoce que del riesgo a la salud es nivel 1, que corresponde a poco peligroso, en riesgo de inflamabilidad tiene un nivel 0, lo cual significa que no es inflamable, en riesgo de reactividad es de nivel 0 que corresponde a que es estable, y no contiene un riesgo especial.

- **Detergente desengrasante con solvente**

Está formulado para realizar fácil y económicamente una gran variedad de tareas de limpieza, por ejemplo, para remover residuos de grasa y suciedad en maquinaria, equipos, utensilios, superficies de adobe, concreto, hierro, acero inoxidable, cerámica, mármol y terrazo.

Los riesgos según la NFPA de la sustancia química, en término de la salud es nivel 2 que corresponde a peligroso, en riesgo de inflamabilidad es nivel 0, lo cual significa que

no es inflamable, sobre la reactividad es de nivel 0 que significa que es estable, y finalmente esta sustancia química no contiene un riesgo especial.

### **Insumos**

Entre los principales productos que se utilizan para el proceso de limpieza y desinfección en espacios al aire libre en la ciudad de Guayaquil tenemos:

- Escobas plásticas y de madera.
- Cepillos de piso, escobillones y escurridores.
- Mopas cosidas con estructura enroscable.
- Tachos, recogedores de basura.
- Coches utilitarios, dobles y exprimidores.
- Fundas de basura de todos los tamaños.
- Equipo de protección personal.

### **Equipos**

Se conoce que la empresa objeto de estudio cuenta para el proceso de limpieza y desinfección con cinco máquinas de hidrolavadoras de modelo EZO4035G-K-GP-120, las cuales son utilizadas directamente por el personal operativo, bajo la dirección de un supervisor, en las áreas o espacios designados.

#### **3.1.2. Procedimiento de limpieza y desinfección**

Una vez realizada la visita en sitio, conociendo los recursos, materias primas, insumos y equipos, se detalla cada una de las actividades para el proceso de limpieza y desinfección.

##### **a. Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza**

La revisión y distribución de los equipos y personal es realizado por el jefe de operaciones desde oficina, de forma conjunta con el supervisor de turno. El supervisor, antes de asistir al sitio donde se realiza el proceso, hace la revisión exhaustiva de los equipos y maquinaria en el taller, utilizando el check list para verificar su estado y funcionamiento antes de ser trasladados al sitio de operación. El personal operativo comparte esta función de verificación con el supervisor; asegurada la funcionalidad de los equipos y disponibilidad de los recursos, todo el personal se traslada en un vehículo de la empresa hacia los diferentes sitios planificados para realizar la limpieza y desinfección, en la ciudad de Guayaquil.

##### **b. Limpiar y recolectar (basureo)**

El personal operativo que arriba al sitio, con el equipo y recursos ubicados procede a limpiar de manera superficial el área, retirando todo residuo que pueda visualizar en la mismo. Utilizan escobas, palas para esta actividad que es manual. Esta actividad es conocida por el personal operativo como "basureo". Una vez recolectado los residuos, estos son depositados en fundas plásticas y ubicadas en tachos de basura, la cual es recolectada por el proveedor de recolección de basura en la ciudad de Guayaquil. Ver foto 3.1.



**Figura 3.2 Limpieza y recolección de residuos “basureo”**

Fuente: Autor

### **c. Colocar señalización**

Una vez realizada la actividad de limpieza “basureo”, el personal procede a la colocación de las señales de precaución “Cuidado, piso mojado”, debido a que se va a aplicar agua sobre el área, ya que es un factor de riesgo, que, si no se controla, puede provocar caídas al mismo nivel de los peatones que caminan por el área, como se observa foto 3.2.



**Figura 3.3 Colocación de señalización de precaución “Cuidado, piso mojado” en el área a limpiar**

Fuente: Autor

#### d. Preparar y aplicar químicos

La preparación de las sustancias químicas se lo realiza de forma manual, utilizando un contenedor plástico de capacidad de 20 litros. En este contenedor se vierten 500 mililitros de cloro y 500 mililitros de ácido quita sarro, a esta mezcla se agrega agua. Una vez obtenida la mezcla, el contenido es vertido al piso y paredes del área, la finalidad es eliminar microorganismos que se encuentren en el área. Ver foto 3.3.



**Figura 3.4 Preparación de mezcla a base de sustancias químicas**

Fuente: Autor

#### e. Enjuagar y cepillar

Aplicada la mezcla de sustancias químicas, el personal espera al menos 05 minutos antes de enjuagar el área, esto con la finalidad de que el químico se disperse a lo largo de toda el área. Transcurridos los 05 minutos se procede al enjuagar, que contempla el cepillado del área, para quitar escombros e impurezas en el área. Posterior al cepillado se vierte agua mezclada con detergente industrial, generando una espuma. Ver foto 3.4.



**Figura 3.5 Enjuague y cepillado del área**

Fuente: Autor

#### f. Aplicar agua fría

La utilización del agua fría sirve para remover los químicos aplicados en la actividad anterior, así como los residuos que se desprende a partir del cepillado del área, con la utilización de la hidrolavadora eléctrica, con una presión de 130 psi. Ver foto 3.5.



**Figura 3.6 Aplicación de agua fría en el área**

Fuente: Autor

#### g. Aplicar agua caliente

Posteriormente a la limpieza con agua fría, se enciende el caldero que mantiene la hidrolavadora, la finalidad es elevar la temperatura del agua, hasta un nivel de 155°C para lograr la desinfección. Este proceso de desinfección tiene como finalidad eliminar los microorganismos restantes presentes en sitio.

#### h. Mapeado o secado

Eliminados los microorganismos, se procede a la actividad de secado del área utilizando los trapeadores. Esta actividad es necesaria para cerrar el proceso de limpieza y desinfección; para la gestión preventiva, esta actividad evita que los peatones se expongan al riesgo de caída al mismo nivel por piso húmedo. Ver foto 3.6.

Finalmente, con el área seca se procede al retiro de la señal de precaución y así dar paso a la circulación de las personas por el área.

### 3.2. Identificación de peligros y evaluación de riesgos

#### 3.2.1. Identificación de los factores de riesgos

La identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales en el proceso de limpieza y desinfección se realiza basados en metodología del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT).



**Figura 3.7 Mapeado o secado del área**

Fuente: Autor

La finalidad es de manera cualitativa valorar los niveles de riesgos a los que se exponen, los trabajadores y personal externo (peatones) que interactúan con el proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre en la ciudad de Guayaquil.

A continuación, se describen los factores de riesgos identificados por cada una de las actividades del proceso de limpieza y desinfección, para luego ser valoradas su nivel de probabilidad y severidad del daño a los trabajadores de la empresa.

#### **a. Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza**

Entre los factores de riesgos identificados en la revisión y distribución de recursos se encuentran:

- **Físico:** representado por el ruido de los vehículos que transitan en las avenidas o calles aledañas al área de limpieza.
- **Ergonómico:** debido al levantamiento manual de cargas y posiciones forzadas que adoptan los trabajadores durante la limpieza y desinfección.
- **Mecánico:** por golpes contra objetos, caídas al mismo o distinto nivel, atropellos con vehículos que transitan alrededor.

#### **b. Limpiar y recolectar (basureo)**

En la actividad de limpieza y recolección de residuos, también conocida como “basureo” se identifican los factores de riesgos laborales:

- **Ergonómico:** por los movimientos repetitivos realizados durante la recolección de residuos.
- **Mecánico:** por los pisos irregulares y resbaladizos por los que transitan los trabajadores.

- **Biológico:** por el contacto con partes o superficies donde se encuentran concentrados los microorganismos, como hongos, virus, bacterias, en grandes cantidades, pero no son visibles.

#### c. Colocar señalización

En la colocación de la señal de precaución el factor de riesgo laboral principal es:

- **Mecánico:** por los pisos irregulares y resbaladizos por los que transitan los trabajadores.

#### d. Preparar y aplicar químicos

En la actividad de preparación y aplicación de las sustancias químicas se identifica como el siguiente y principal factor de riesgo:

- **Químico:** por el contacto durante la manipulación con sustancias químicas de características causticas, corrosivas, toxicas, así como por la exposición a material particulado de estas sustancias. En el uso del caldero, la exposición a diésel, utilizado para la generación de la energía del mismo.

#### e. Enjuagar y cepillar

Durante el enjuague y cepillado del área se puede identificar como factor de riesgo:

- **Ergonómico:** por los movimientos repetitivos realizados en estas actividades.

#### f. Aplicar agua fría

En la aplicación de agua fría al área que se limpia y desinfecta, los factores de riesgos laborales identificados son:

- **Físico:** por el ruido provocado por la hidrolavadora en el momento en que se aplica la mezcla y el agua fría.
- **Mecánico:** debido al manejo de recipientes pesados, donde se realizan las mezclas y la exposición a la presión de la hidrolavadora.

#### g. Aplicar agua caliente

En la aplicación de agua caliente al área que se limpia y desinfecta, los factores de riesgos laborales identificados son:

- **Físico:** provocado por la exposición al agua que se encuentra a un nivel de temperatura elevado, así como la exposición al vapor generado por el caldero.
- **Mecánico:** Manejo de recipientes y equipos a presión.

#### h. Mapeado o secado

En el mapeado o secado del área se identifican el principal factor de riesgo como:

- **Ergonómico:** debido a los movimientos repetitivos realizados en la actividad.



### 3.2.2. Evaluación cualitativa de los riesgos

Con los factores de riesgos identificados en las actividades del proceso de limpieza y desinfección de áreas se procede hacer la evaluación cualitativa de riesgo laborales, utilizando la metodología del INSHT.

La evaluación cualitativa se basa en la probabilidad de ocurrencia de algún evento no deseado frente a los factores de riesgos laborales, con sus niveles de probabilidad baja, media y alta. Sobre el nivel de severidad del evento se tienen los niveles ligeramente dañino, dañino y extremadamente dañino. Ver la figura 3.2.

		Niveles de riesgo		
		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Figura 3.8 Nivel de riesgo laboral bajo la metodología de evaluación del INHST

Fuente: INSHT 2000

Obtenidos los niveles de riesgos, de acuerdo a su nivel, la metodología establece la acción y la temporización para reducir y/o controlar el riesgo laboral, como se muestra en la figura 3.3.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Figura 3.9 Acción y temporización de acuerdo al nivel de riesgo - INHST

Fuente: INSHT 2000

A continuación, se resumen por cada actividad el nivel de riesgo obtenido de la evaluación cualitativa. Ver la tabla 8.

**Tabla 8**

**Resumen de la evaluación cualitativa de riesgos laborales por actividad – metodología INSHT**

<b>Actividad</b>	<b>Factor de riesgo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza	Físico: ruido de los vehículos.	Tolerable
Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza	Ergonómico: levantamiento manual de cargas y posiciones forzadas que adoptan los trabajadores.	Moderado
Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza	Mecánico: por golpes contra objetos, caídas al mismo o distinto nivel, atropellos por vehículos que transitan alrededor.	Tolerable
Limpiar y recolectar (basureo)	Ergonómico: por los movimientos repetitivos.	Moderado
Limpiar y recolectar (basureo)	Mecánico: por los pisos irregulares y resbaladizos.	Tolerable
Limpiar y recolectar (basureo)	Biológico: por el contacto con partes o superficies donde se encuentran concentrados los microorganismos, como hongos, virus, bacterias.	Importante
Colocar señalización	Mecánico: por los pisos irregulares y resbaladizos.	Tolerable
Preparar y aplicar químicos	Químico: por el contacto durante la manipulación con sustancias químicas. En el uso del caldero, la exposición a diésel.	Moderado
Enjuagar y cepillar	Ergonómico: por los movimientos repetitivos.	Moderado
Aplicar agua fría	Físico: por el ruido provocado por la hidrolavadora.	Moderado
Aplicar agua fría	Mecánico: debido al manejo de recipientes pesados y la exposición a la presión de la hidrolavadora.	Moderado
Aplicar agua caliente	Físico: exposición al agua que se encuentra a un nivel de temperatura elevado, así como la exposición al vapor generado por el caldero.	Importante
Aplicar agua caliente	Mecánico: Manejo de recipientes y equipos a presión.	Importante
Mapeado o secado	Ergonómico: debido a los movimientos repetitivos realizados.	Moderado

Fuente: Autor

La matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales del presente estudio se encuentra en el Anexo A.

### 3.2.3. Identificación de las medidas de control

Para la priorización de la gestión preventiva este estudio considera los niveles de riesgos de las actividades que son calificadas como importantes.

En las actividades del proceso de limpieza y recolección (basureo), y la aplicación de agua caliente sobre el área a limpiar y desinfectar, los niveles de evaluación de riesgos son importantes por los factores identificados.

Para el planteamiento de acciones de prevención se considera los principios de jerarquización de NIOSH (NIOSH, 2000), donde se describen desde los controles de ingeniería hasta la protección individual al trabajador, así:

#### **Actividad: Limpiar y recolectar (basureo), riesgo biológico importante por exposición a virus, hongos, bacterias**

- **Control de ingeniería:** Realizar un estudio para la determinación de la eficacia que tiene el proceso de limpieza y desinfección, a partir de la presión y temperatura.
- **Control administrativo:** Capacitar sobre el factor de riesgo biológico a los trabajadores y la forma de protección, así como el proceso de limpieza y desinfección.
- **Equipos de Protección Personal:** Definir las características de los EPP para el proceso de limpieza y desinfección.

#### **Actividad: Aplicar agua caliente, riesgo físico importante por manejo de temperatura en equipo**

- **Control de ingeniería:** Agregar una barrera de protección térmica en el caldero del equipo, de tal forma que se minimice el riesgo por contacto entre el trabajador y el caldero.
- **Control administrativo:** Capacitar sobre el factor de riesgo mecánico y colocar señal de riesgo de quemadura.
- **Equipos de Protección Personal:** Definir las características de los EPP para el proceso de limpieza y desinfección.

#### **Actividad: Aplicar agua caliente, riesgo físico importante por manejo de presión en equipo**

- **Control administrativo:** Capacitar sobre el factor de riesgo mecánico, por el manejo de equipos a presión, y colocar la señal de riesgo en el equipo.
- **Equipos de Protección Personal:** Definir las características de los EPP para el proceso de limpieza y desinfección.

Estas acciones propuestas para la empresa objeto de estudio están descritas en la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales en el Anexo A.

### 3.3. Trabajo de campo

#### 3.3.1. Determinación de escenario o contexto

En revisión con el gerente de la empresa objeto de estudio sobre la operación de servicio que mantiene se conoce que la empresa ejecuta el proceso de limpieza y desinfección en al menos dos áreas distintas por día y por grupo de trabajo.

Acorde al número de trabajadores operativos, 24 en total, se hace la distribución del personal en grupos de seis personas, quedando 4 grupos por día.

Cada grupo de trabajo, distribuidos en la ciudad de Guayaquil cumple con el proceso de limpieza y desinfección de dos espacios al aire libre por jornada laboral. Es decir, por día laboral, la empresa ejecuta el proceso en al menos 8 espacios en total.

Bajo el análisis del número de sitios en los que se ejecuta el proceso, el gerente de la empresa aprueba la propuesta de considerar como escenario de estudio los 8 espacios al aire libre en la ciudad de Guayaquil. Por experiencia y criterio de administración del negocio, el gerente indica que estos espacios son los que están ubicados en el sector norte de la ciudad, corresponde a los exteriores de lugares con mayor concurrencia de personas como parques, iglesias, centros médicos, y el horario indicado para realizar el estudio es el matutino.

#### 3.3.2. Población – Muestra objetivo

Haciendo referencia a las características que tienen estos espacios al aire libre, en un día de jornada laboral matutina, con los 4 grupos de trabajo operativo activos, distribuidos en los exteriores de un parque, iglesia y centro médico, los 8 sitios de trabajo son la población de estudio.

Bajo aprobación del gerente se considera realizar el estudio en los 8 espacios al aire libre en la ciudad de Guayaquil. Por lo que, se establece que la población y la muestra de estudio son las mismas.

#### 3.3.3. Variable (s) a medir

En estos 8 espacios al aire libre, se realiza la observación y el levantamiento del proceso, así como el monitoreo de las variables de estudio, que permitan determinar la eficacia microbiológica del proceso de limpieza y desinfección con la utilización de equipos de alta presión y temperatura.

Entre las principales variables a considerar se encuentran:

- Presión del equipo.
- Temperatura del equipo.
- Carga microbiológica de la superficie.

Estas variables para el estudio se categorizan:

- **Variables independientes:** presión y temperatura del equipo.
- **Variable dependiente:** carga microbiológica de la superficie.

Los factores que influyen en el proceso, pero que se mantienen en el contexto de la ejecución de la limpieza y desinfección son el tiempo de duración de todo el proceso, el tipo y cantidad y concentración de los productos químicos de limpieza.

### Prueba de hipótesis

**H1:** La carga microbiológica del proceso de limpieza y desinfección de superficies al aire libre tiene relación con los niveles de operación (presión y temperatura) del equipo.

**H0:** La carga microbiológica del proceso de limpieza y desinfección de superficies al aire libre no tiene relación con los niveles de operación (presión y temperatura) del equipo.

### 3.3.4. Tipo de medición

Sobre el tipo de medición se hace necesario describir el proceso de monitoreo o proceso de toma de muestras en cada sitio donde se ejecuta el proceso de limpieza y desinfección.

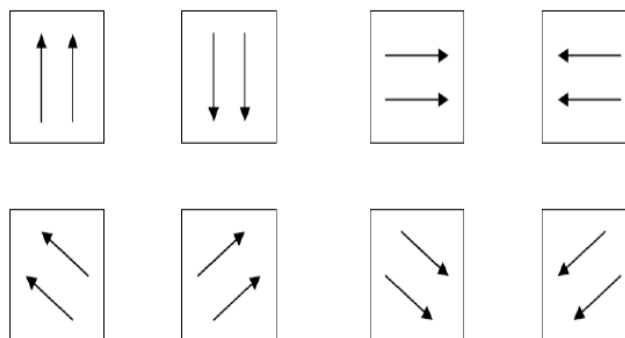
#### Proceso de monitoreo (toma de muestras)

En los 8 sitios o espacios al aire libre donde se realiza el proceso de limpieza y desinfección se lleva a cabo la toma de muestras, antes y después de todo el proceso.

Por cada sitio o espacio a limpiar y desinfectar se toman al menos 2 puntos o muestras, antes y después del proceso, es decir, 4 muestras en total.

Para la recolección de muestras en cada sitio, la empresa contrata a un laboratorio acreditado, con personal técnico especializado.

La técnica para la toma de muestras es la del hisopado, la cual se realiza por medio de una cartulina estéril, por el tamaño del área que el personal técnico defina (60 cm<sup>2</sup> aproximadamente). La cartulina se coloca en un punto central del área y con un hisopo humedecido previamente, se frota de forma horizontal, vertical y transversal por la superficie seleccionada. Ver figura 3.3. Este procedimiento se repite dos veces en el sitio de muestreo definido.



**Figura 3.10 Formas de muestreo en las superficies**

Fuente: Autor

Con un mayor detalle, se toman dos muestras antes y dos muestras después de la limpieza y desinfección de la superficie, en cada sitio. Es decir, se realizan 4 muestras microbiológicas por cada sitio, al ser 8 sitios, se tienen 32 muestras en total.

Recolectadas las 32 muestras microbiológicas, el personal técnico las traslada al laboratorio para su respectivo procesamiento y análisis.

### **Análisis de correlación de Pearson (coeficiente de correlación de Pearson)**

Considerado como el método más común para determinar si existe asociación lineal entre dos variables cuantitativas continuas. El coeficiente de correlación de Pearson, se presenta por la letra "R", a partir de una muestra de estudio obtiene un estimado del coeficiente de conexiones poblacional, "r" (Camacho J., 2008).

A más de la determinación de la correlación, el coeficiente de Pearson permite conocer en qué sentido se da esa correlación y qué fuerza ésta tiene.

Son dos los aspectos importantes que comprende el coeficiente de Pearson, es decir la magnitud y su signo. Es así que, el coeficiente de correlación de Pearson oscila entre  $-1$  y  $+1$ , por ende:

Un valor menor que 0 indica que existe una correlación negativa, es decir, que las dos variables están asociadas en sentido inverso. Cuánto más se acerca el valor a  $-1$ , mayor es la fuerza de esa relación inversa (con un valor muy alto, el valor en la otra variable es muy bajo). Cuando es exactamente  $-1$ , eso significa que tienen una correlación negativa perfecta.

Un valor mayor a 0 indica que existe una correlación positiva. Las variables están asociadas en sentido directo. Cuanto más el valor se acerca a  $+1$ , más alta es su asociación. Un valor exacto de  $+1$  indicaría una relación lineal positiva perfecta.

Finalmente, una correlación de 0, o próxima a 0, indica que no hay relación lineal entre las dos variables (CIMEC, 2020).

En la tabla 9 se resume la interpretación de los valores del coeficiente de correlación de Pearson:

**Tabla 9**

#### **Resumen de la evaluación cualitativa de riesgos laborales por actividad – metodología INSHT**

<b>Valor del coeficiente</b>	<b>Interpretación</b>
$r = -1$	Correlación inversa perfecta
$-1 < r < 0$	Correlación inversa
$r = 0$	No hay correlación
$0 < r < 1$	Correlación directa
$r = 1$	Correlación directa perfecta

Fuente: Autor

Para el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson se hace uso de la herramienta informática de Microsoft Excel y su función estadística "coef.de.correl". Considerando los datos de la presión y temperatura del equipo, así como los resultados de la carga microbiológica proporcionados por el laboratorio acreditado, de cada uno de los 8 sitios de operación observados.

## CAPÍTULO 4

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el análisis e interpretación de los resultados se deben especificar los datos de inicio del estudio, considerados en la parametrización del proceso de limpieza y desinfección, como se muestra en la tabla 10:

Tabla 10

**Datos de la presión y temperatura utilizados en la hidrolavadora para el proceso de limpieza y desinfección**

Sitio	Descripción	Presión (psi)	Temperatura (°C)
1	Exterior – centro médico	130	155
2	Exterior – centro iglesia	135	155
3	Exterior – parque	132	152
4	Exterior – parque	128	150
5	Exterior – avenida	129	153
6	Exterior – centro médico	133	155
7	Exterior – parque	134	155
8	Exterior – avenida	130	160

Fuente: Autor

Bajo estos parámetros de operación se lleva a cabo el proceso de limpieza y desinfección, por cada uno de los 8 sitios considerados en el estudio.

Tal lo indicado en secciones anteriores, el área seleccionada por el personal técnico del laboratorio es de 60 cm<sup>2</sup>, que corresponden a dos puntos de 30 cm<sup>2</sup> cada uno, por sitio. Con esta dimensión de área el personal técnico toma dos muestras antes y dos muestras después del proceso de limpieza y desinfección de la superficie.

Para la determinación de la eficacia microbiológica y bajo aprobación del gerente de la empresa, se considera el muestro microbiológico de hongos y bacterias, en los 8 sitios de estudio. La unidad de carga microbiológica es de UFC / cm<sup>2</sup> (Unidades Formadoras de Colonias por cm<sup>2</sup>). Es decir, tanto para los hongos y bacterias se mide la cantidad de unidades formadoras de colonias en los 60m<sup>2</sup> contemplados por sitio, antes y después de la limpieza y desinfección.

En las siguientes secciones se especifican los valores de los muestreos microbiológicos, por hongos y bacterias, antes y después del proceso de limpieza y desinfección, tomados directamente del informe del laboratorio acreditado. El porcentaje de reducción de la carga microbiológica se calcula a partir de dichos valores.

Finalmente, obtenidos los porcentajes de reducción de la carga microbiológica (eficacia microbiológica) se realiza el análisis de correlación con el coeficiente de Pearson, con los datos de presión y temperatura previamente especificados, tanto para los hongos y las bacterias.



#### 4.1. Eficacia microbiológica de bacterias

##### 4.1.1. Análisis y muestreo microbiológico de bacterias totales antes de los procesos de limpieza y desinfección.

A continuación, en la tabla 11 se recopilan los datos del informe de laboratorio sobre las UFC encontradas en cuanto a bacterias, en la superficie (60 cm<sup>2</sup>) seleccionada por cada sitio de estudio, antes de la ejecución del proceso de limpieza y desinfección.

**Tabla 11**

##### UCF / cm<sup>2</sup> de bacterias presentes en las superficies antes del proceso de limpieza y desinfección

Elemento microbiológico	Fase de la muestra	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Bacterias	Antes (T1)	63	51	50	43	61	39	58	46
Bacterias	Antes (T2)	70	43	38	49	57	40	47	34
Bacterias	Promedio antes	<b>66,5</b>	<b>47</b>	<b>44</b>	<b>46</b>	<b>59</b>	<b>39,5</b>	<b>52,5</b>	<b>40</b>

Fuente: Autor

En referencia al promedio, se observa que los sitios 7, 5 y 1, que corresponden al exterior de un parque, avenida y centro médico, arrojan los valores de carga microbiológica de bacterias elevados, así, **52,5 UFC/cm<sup>2</sup>**, **59 UFC/cm<sup>2</sup>**, **66,5 UFC/cm<sup>2</sup>**.

##### 4.1.2. Análisis y muestreo microbiológico de bacterias totales después de los procesos de limpieza y desinfección.

En la tabla 12 se muestran los datos de muestreo sobre la carga microbiológica, de bacterias en superficies, posterior a la aplicación del proceso de limpieza y desinfección.

**Tabla 12**

##### UCF / cm<sup>2</sup> de bacterias presentes en las superficies después del proceso de limpieza y desinfección

Elemento microbiológico	Fase de la muestra	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Bacterias	Después (T1)	2	8	10	11	12	3	4	3
Bacterias	Después (T2)	10	3	5	7	10	5	3	10
Bacterias	Promedio después	6	5,5	7,5	9	11	4	3,5	6,5

Fuente: Autor

Los valores promedio obtenidos de las dos muestras tomadas, se observa que los sitios 7, 6 y 2, que corresponden al exterior de un parque, centro médico e iglesia, arrojan los valores de carga microbiológica de bacterias más bajos, así, **3,5 UFC/cm<sup>2</sup>**, **4 UFC/cm<sup>2</sup>**, **5,5 UFC/cm<sup>2</sup>**.

Para la determinación de la eficacia microbiológica respecto a las bacterias, se consideran los valores promedios de la carga, antes y después de la aplicación del proceso de limpieza y desinfección.

#### 4.1.3. Determinación de Eficacia microbiológica de bacterias.

La eficacia microbiológica de bacterias es el valor resultante de la diferencia entre el 100% que ésta debe alcanzar, menos el porcentaje que representa el valor medido después del proceso de limpieza y desinfección. Esta diferencia se la conoce como “porcentaje de reducción” de la carga microbiológica.

En la tabla 13 se muestran los valores del porcentaje de reducción (eficacia microbiológica) alcanzado después del proceso de limpieza y desinfección, sobre las bacterias en las superficies de estudio.

**Tabla 13**

#### **Porcentaje de reducción (eficacia microbiológica) de bacterias en las superficies de estudio**

<b>Elemento microbiológico</b>	<b>Fase de la muestra</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
Bacterias	Antes	66,5	47	44	46	59	39,5	52,5	40
Bacterias	Después	6	5,5	7,5	9	11	4	3,5	6,5
Bacterias	Porcentaje de reducción	91%	88%	83%	80%	81%	90%	93%	84%

Fuente: Autor

Los mayores porcentajes de reducción obtenidos se encuentran en los sitios 6, 1 y 7, con 90%, 91% y 93% que corresponden a exteriores de centros médicos y parque.

En el anexo B se encuentran las gráficas de la eficacia microbiológica (porcentaje de reducción) de bacterias.

Se procede a correlacionar los valores de los parámetros de presión y temperatura (tabla 10) con los porcentajes de reducción obtenidos sobre las bacterias (tabla 13), mediante el coeficiente de Pearson.

#### **Coeficiente de correlación de Pearson**

En la tabla 14 se unifican los valores de los parámetros de presión y temperatura utilizados en el proceso de limpieza y desinfección, así como los valores de reducción de carga microbiológica (bacterias).

Con la función estadística “coef.de.correl” de la herramienta Microsoft Excel se calcula el coeficiente de correlación entre variables. En primera instancia se correlaciona la variable “presión” con la variable “eficacia microbiológica – % de reducción de bacterias”. Posteriormente, se correlaciona la variable “temperatura” con la variable la variable “eficacia microbiológica – % de reducción de bacterias”.

Con estos valores de las variables se obtiene el coeficiente de correlación, los cuales se detallan y analizan a continuación:

**Tabla 14**

**Datos de la presión y temperatura utilizados en la hidrolavadora para el proceso de limpieza y desinfección y la eficacia microbiológica - % reducción bacterias**

Sitio	Presión (psi)	Temperatura (°C)	Eficacia microbiológica - Bacterias %
1	130	155	91
2	135	155	88
3	132	152	83
4	128	150	80
5	129	153	81
6	133	155	90
7	134	155	93
8	130	160	84

Fuente: Autor

**Correlación Presión - Eficacia microbiológica (Bacterias)**

Coefficiente de Pearson ( r )	0,67948513
Determinación (r <sup>2</sup> )	0,46170005

Sobre la correlación entre la variable “presión” y la “eficacia microbiológica – % de reducción de bacterias” con el valor de 0,46 el coeficiente de Pearson indica que existe una relación directa entre las mismas.

**Correlación Temperatura - Eficacia microbiológica (Bacterias)**

Coefficiente de Pearson ( r )	0,40191639
Determinación (r <sup>2</sup> )	0,16153678

Sobre la correlación entre la variable “temperatura” y la “eficacia microbiológica – % de reducción de bacterias” con el valor de 0,16 el coeficiente de Pearson indica que existe una relación directa entre las mismas.

Si se compara este valor 0,16 con el obtenido previamente 0,46, este último está más cercano al valor “1”, por lo que su relación es más alta. Es decir, existe una relación más cercana entre las variables de presión y la eficacia microbiológica – porcentaje de reducción de bacterias.

## 4.2. Eficacia microbiológica de hongos

### 4.2.1. Análisis y muestreo microbiológico de hongos totales antes de los procesos de limpieza y desinfección.

En la tabla 15 se recopilan los datos del informe de laboratorio sobre las UFC encontradas en cuanto a los hongos, en la superficie (60 cm<sup>2</sup>) seleccionada por cada sitio de estudio, antes de la ejecución del proceso de limpieza y desinfección.

**Tabla 15**

**UCF / cm<sup>2</sup> de hongos presentes en las superficies antes del proceso de limpieza y desinfección**

Elemento microbiológico	Fase de la muestra	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Hongos	Antes (T1)	45	38	43	51	52	40	50	41
Hongos	Antes (T2)	51	37	50	42	41	36	39	47
Hongos	Promedio antes	48	37,5	46,5	46,5	46,5	38	44,5	44

Fuente: Autor

En referencia al promedio, se observa que los sitios 3, 4, 5 y 1, que corresponden al exterior de parques, avenida y centro médico, arrojan los valores de carga microbiológica de bacterias elevados, así, **46,5 UFC/cm<sup>2</sup>, 46,5 UFC/cm<sup>2</sup>, 46,5 UFC/cm<sup>2</sup> y 48 UFC/cm<sup>2</sup>.**

### 4.2.2. Análisis y muestreo microbiológico de hongos totales después de los procesos de limpieza y desinfección.

En la tabla 16 se muestran los datos de muestreo sobre la carga microbiológica, de hongos en superficies, posterior a la aplicación del proceso de limpieza y desinfección.

**Tabla 16**

**UCF / cm<sup>2</sup> de hongos presentes en las superficies después del proceso de limpieza y desinfección**

Elemento microbiológico	Fase de la muestra	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Hongos	Después (T1)	3	5	6	10	5	8	12	11
Hongos	Después (T2)	8	6	10	2	3	3	13	2
Hongos	Promedio después	5,5	5,5	8	6	4	5,5	12,5	6,5

Fuente: Autor

Los valores promedio obtenidos de las dos muestras tomadas, se observa que los sitios 5, 6 y 1, que corresponden al exterior de avenida, centro médico y parque, arrojan los valores de carga microbiológica de hongos más bajos, así, **4 UFC/cm<sup>2</sup>, 5,5 UFC/cm<sup>2</sup>, 5,5 UFC/cm<sup>2</sup>.**

### 4.2.3. Determinación de Eficacia microbiológica de hongos.

La eficacia microbiológica de hongos es el valor resultante de la diferencia entre el 100% que ésta debe alcanzar, menos el porcentaje que representa el valor medido después del proceso de limpieza y desinfección. Esta diferencia se la conoce como “porcentaje de reducción” de la carga microbiológica.

En la tabla 17 se muestran los valores del porcentaje de reducción (eficacia microbiológica) alcanzado después del proceso de limpieza y desinfección, sobre los hongos en las superficies de estudio.

**Tabla 17**

#### **Porcentaje de reducción (eficacia microbiológica) de hongos en las superficies de estudio**

<b>Elemento microbiológico</b>	<b>Fase de la muestra</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
Hongos	Antes	48	37,5	46,5	46,5	46,5	38	44,5	44
Hongos	Después	5,5	5,5	8	6	4	5,5	12,5	6,5
Hongos	Porcentaje de reducción	89%	85%	83%	87%	91%	86%	72%	85%

Fuente: Autor

Los mayores porcentajes de reducción obtenidos se encuentran en los sitios 6, 1 y 5, con 86%, 89% y 91% que corresponden a exteriores de centros médicos y avenida.

En el anexo B se encuentran las gráficas de la eficacia microbiológica (porcentaje de reducción) de hongos.

Se procede a correlacionar los valores de los parámetros de presión y temperatura (tabla 10) con los porcentajes de reducción obtenidos sobre los hongos (tabla 16), mediante el coeficiente de Pearson.

#### **Coefficiente de correlación de Pearson**

En la tabla 18 se unifican los valores de los parámetros de presión y temperatura utilizados en el proceso de limpieza y desinfección, así como los valores de reducción de carga microbiológica (hongos).

Con la función estadística “coef.de.correl” de la herramienta Microsoft Excel se calcula el coeficiente de correlación entre variables. En primera instancia se correlaciona la variable “presión” con la variable “eficacia microbiológica – % de reducción de hongos”. Posteriormente, se correlaciona la variable “temperatura” con la variable la variable “eficacia microbiológica – % de reducción de hongos”.

Con estos valores de las variables se obtiene el coeficiente de correlación, los cuales se detallan y analizan a continuación:

Tabla 18

**Datos de la presión y temperatura utilizados en la hidrolavadora para el proceso de limpieza y desinfección y la eficacia microbiológica - % reducción hongos**

Sitio	Presión (psi)	Temperatura (°C)	Eficacia microbiológica - Hongos %
1	130	155	89
2	135	155	85
3	132	152	83
4	128	150	87
5	129	153	91
6	133	155	86
7	134	155	72
8	130	160	85

Fuente: Autor

#### **Correlación Presión - Eficacia microbiológica (Hongos)**

Coeficiente de Pearson ( r )	-0,60042275
Determinación (r <sup>2</sup> )	0,36050748

Sobre la correlación entre la variable “presión” y la “eficacia microbiológica – % de reducción de hongos” con el valor de 0,36 el coeficiente de Pearson indica que existe una relación directa entre las mismas.

#### **Correlación Temperatura - Eficacia microbiológica (Hongos)**

Coeficiente de Pearson ( r )	-0,14715499
Determinación (r <sup>2</sup> )	0,02165459

Sobre la correlación entre la variable “temperatura” y la “eficacia microbiológica – % de reducción de bacterias” con el valor de 0,02 el coeficiente de Pearson indica que existe una relación directa entre las mismas.

Si se compara este valor 0,02 con el obtenido previamente 0,36, este último está más cercano al valor “1”, por lo que su relación es más alta. Es decir, existe una relación más cercana entre las variables de presión y la eficacia microbiológica – porcentaje de reducción de hongos.

En ambos casos, la eficacia microbiológica por la reducción de hongos y bacterias se logra con la aplicación del parámetro de presión en el proceso de limpieza y desinfección de superficies. Para la variable de temperatura no existe suficiente evidencia estadística para correlacionarla con la eficacia microbiológica.

Con estos resultados no se puede rechazar la hipótesis nula en su totalidad, dado que al menos una variable, la “presión” si tiene relación cercana a la eficacia microbiológica.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Una vez desarrollado el trabajo de investigación, se establecen las siguientes conclusiones:

1. Se realizó el levantamiento inicial del proceso actual de limpieza y desinfección (parámetros) de espacios al aire libre, identificando todos los recursos utilizados por la organización de estudio.
2. Se realizaron los muestreos microbiológicos, en las corridas operativas (antes y después) del proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre con un laboratorio acreditado por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano), donde se obtuvieron los mayores porcentajes de reducción microbiológica:
  - En cuanto a la reducción de bacterias, los mayores porcentajes de reducción obtenidos son 90%, 91% y 93% que corresponden a exteriores de centros médicos y parque.
  - Los porcentajes de reducción obtenidos para los hongos son 86%, 89% y 91% que corresponden a exteriores de centros médicos y avenida.
3. Se evaluó la correlación entre los niveles de operación de presión y temperatura utilizados en el equipo con el nivel de eficacia microbiológica (carga microbiológica) mediante el coeficiente de Pearson y se obtuvo:
  - Con un valor de 0,46 se determinó la correlación entre la variable “presión” y la eficacia microbiológica – porcentaje de reducción de bacterias.
  - Con un valor de 0,36 se determinó la correlación entre la variable “presión” y la eficacia microbiológica – porcentaje de reducción de hongos.
  - En el caso de la variable temperatura y la eficacia microbiológica, sea para hongos y bacterias, existió una relación directa, pero no tan fuerte como con la variable “presión”.
  - Es decir, se alcanzó la eficacia microbiológica, tanto con la reducción de hongos y bacterias aplicando los niveles de presión en el proceso de limpieza y desinfección en superficies al aire libre en la ciudad de Guayaquil, durante la emergencia sanitaria por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19).
4. Se propusieron los controles del proceso de limpieza y desinfección de espacios al aire libre, acorde a las siguientes actividades significativas del proceso:

Actividad: Limpiar y recolectar (basureo), riesgo biológico importante por exposición a virus, hongos, bacterias.

  - Control de ingeniería: Realizar un estudio para la determinación de la eficacia que tiene el proceso de limpieza y desinfección, a partir de la presión y temperatura.
  - Control administrativo: Capacitar sobre el factor de riesgo biológico a los trabajadores y la forma de protección, así como el proceso de limpieza y desinfección.

- Equipos de Protección Personal: Definir las características de los EPP para el proceso de limpieza y desinfección.

Actividad: Aplicar agua caliente, riesgo físico importante por manejo de temperatura en equipo

- Control de ingeniería: Agregar una barrera de protección térmica en el caldero del equipo, de tal forma que se minimice el riesgo por contacto entre el trabajador y el caldero.
- Control administrativo: Capacitar sobre el factor de riesgo mecánico y colocar señal de riesgo de quemadura.
- Equipos de Protección Personal: Definir las características de los EPP para el proceso de limpieza y desinfección.

Actividad: Aplicar agua caliente, riesgo físico importante por manejo de presión en equipo

- Control administrativo: Capacitar sobre el factor de riesgo mecánico, por el manejo de equipos a presión, y colocar la señal de riesgo en el equipo.
- Equipos de Protección Personal: Definir las características de los EPP para el proceso de limpieza y desinfección.

## 5.2. Recomendaciones

1. La organización debe plantear un segundo estudio a partir de los obtenidos en el presente que permita determinar con suficiente evidencia estadística la correlación entre la eficacia microbiológica y la variable “temperatura”.
2. Para la estandarización y mejora continua del proceso de limpieza y desinfección de las superficies al aire libre, la organización debe considerar un plan de muestreo periódico que permita determinar los niveles de operación de cada una de las variables del proceso, entre ellas, el tiempo, la dosificación de las sustancias químicas, la temperatura, etc.
3. Adquirir equipos de medición de carga microbiológica, que, aunque no sean acreditados por el organismo regulador local, permita controlar la reducción de la carga microbiológica de las superficies.



## BIBLIOGRAFÍA

- A. Quiles: M.L Hevia. (mayo de 2020). Limpieza y desinfección: Tecnología todo dentro / todo fuera. *Limpieza y desinfección: Tecnología todo dentro / todo fuera*. España.
- Abad E., Sánchez D., Moreno M. . (11 de MAYO de 2020). *ELSEVIER*. Obtenido de ELSEVIER: [www.elsevier.es/enfermeriaclinica](http://www.elsevier.es/enfermeriaclinica)
- AENOR. (junio de 2020). Análisis de coronavirus en superficies. *Análisis de coronavirus en superficies*.
- B Braun. (Febrero de 2021). *B Braun Sharing Expertise*. Obtenido de B Braun Sharing Expertise: <https://www.bbraun.es/es/productos-y-terapias/bbraun-for-safety/contaminacion-microbiologica.html#>
- Barrera D., Torres L., León-Maldonado L., Stern D. (21 de Diciembre de 2020). Revisión rápida de la transmisión del SARS-CoV-2 por contacto con objeto y superficies. *Revisión rápida de la transmisión del SARS-CoV-2 por contacto con objeto y superficies*. Cuernavaca, México.
- Bilbao. (2009). Antisépticos y Desinfectantes. Revista Farmacia. EEUU.
- Bonifacio M., Huzco C. . (2019). *Universidad Peruana Los Andes*. Obtenido de Universidad Peruana Los Andes: <http://www.repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/1038/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camacho J. (2008). *Scielo*. Obtenido de Asociación entre variables cuantitativas: análisis de conexiones: [www.scielo.sa.cr](http://www.scielo.sa.cr)
- CDC Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. (24 de Enero de 2021). *Guía para la limpieza y desinfección de espacios públicos, lugares de trabajo, empresas, escuelas y hogares*. Obtenido de Guía para la limpieza y desinfección de espacios públicos, lugares de trabajo, empresas, escuelas y hogares: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/reopen-guidance.html>
- CDC Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (22 de Enero de 2021). *CDC Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades*. Obtenido de CDC Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2003). Guidelines for environmental infection control in health-care facilities: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee.
- Centro Nacional de Vacunación y Enfermedades Respiratorias (NCIRD), División de Enfermedades. (02 de Abril de 2020). *Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC*. Obtenido de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC.
- CIMEC. (2020). *Consultoría Estratégica de Investigación de Mercados IMEC*. Obtenido de [www.cimec.ec](http://www.cimec.ec)

- ESNM. (Febrero de 2021). *GUT MICROBIOTA FOR HEALTH*. Obtenido de GUT MICROBIOTA FOR HEALTH: <https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/es/glossary/agente-patogeno/>
- García A., Uribe M. (2005). *Limpieza y Desinfección de superficies*. Cali: SENA - Regional - Valle.
- García A., Uribe M. (2005). *SENA*. Obtenido de SENA: <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/5106>
- Hidalgo A., Morocho W. (2021). *Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22543/1/T-UCE-0008-CQU-286.pdf>
- Hoyos, M; Gutiérrez, N. (2014). Esterilización, Desinfección, Antisépticos y Desinfectantes. *Revista de actualización clínica*. Volumen 9. .
- INSHT. (2000).
- Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Hospital General de Enfermedades. (2020). *Guía de Limpieza y Superficies ambientales*. Obtenido de Guía de Limpieza y Superficies ambientales: [www.igssgt.org](http://www.igssgt.org)
- Karcher. (2020). Limpiadora de alta presión de agua caliente para limpiar y desinfectar grandes superficies. *Limpiadora de alta presión de agua caliente para limpiar y desinfectar grandes superficies*.
- Molina R., García O. (Septiembre de 2003). *Manual de Limpieza y Deseinfección Hospitalaria*.
- MSP Ministerio de Salud Pública. (2021). *Documentos normativos Coronavirus Ecuador*. Obtenido de Documentos normativos Coronavirus Ecuador: <https://www.salud.gob.ec/documentos-normativos-coronavirus-ecuador/>
- NIOSH. (2000). *NIOSH*. Obtenido de <https://www.osha.gov/sites/default/files/OSHA3885.pdf>
- OPS Organización Panamericana de la Salud. (2020). *La limpieza y desinfección en casa (sin casos sospechosos, ni confirmados)* . Obtenido de La limpieza y desinfección en casa (sin casos sospechosos, ni confirmados) : [www.paho.org/coronavirus](http://www.paho.org/coronavirus)
- OPS Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Recomendaciones para la limpieza y desinfección en sitios públicos*. Obtenido de Recomendaciones para la limpieza y desinfección en sitios públicos: [www.paho.org/coronavirus](http://www.paho.org/coronavirus)
- OPS Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Recomendaciones para la preparación de soluciones de desinfección*. Obtenido de Recomendaciones para la preparación de soluciones de desinfección: [www.paho.org/coronavirus](http://www.paho.org/coronavirus)
- OPS Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Recomendaciones sobre la seguridad química para elementos limpieza y desinfección*. Obtenido de Recomendaciones sobre la seguridad química para elementos limpieza y desinfección: [www.paho.org/coronavirus](http://www.paho.org/coronavirus)

- OPS, OMS. (15 de Junio de 2020). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud: [www.paho.org/arg/coronavirus](http://www.paho.org/arg/coronavirus)
- OPS; OMS. (15 de Junio de 2020). COVID-19 Prevención y control de infecciones (PCI) Limpieza y desinfección de superficies del entorno inmediato en el contexto de COVID-19. *COVID-19 Prevención y control de infecciones (PCI) Limpieza y desinfección de superficies del entorno inmediato en el contexto de COVID-19*.
- OPS; OMS. (2020). Desinfección de alto nivel: desafíos de su práctica.
- OPS; OMS. (2020). Recomendaciones sobre seguridad química para elementos de limpieza y desinfección. *Recomendaciones sobre seguridad química para elementos de limpieza y desinfección*.
- Organización Mundial de la Salud. (15 de mayo de 2020). *Limpieza y Desinfección de las superficies del entorno inmediato en el marco de la COVID-19*.
- Organización Mundial de la Salud. (20 de Enero de 2021). *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19)*. Obtenido de <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>
- Organización Mundial de la Salud. (11 de Septiembre de 2020). Pruebas diagnósticas para el SARS-CoV-2. *Pruebas diagnósticas para el SARS-CoV-2*.
- Perez B., Egoavil H. . (2018). *Universidad Peruana Los Andes*. Obtenido de Universidad Peruana Los Andes: <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/759/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prevencion Integral. (Junio de 2020). Obtenido de <https://www.prevencionintegral.com/actualidad/noticias/2020/06/08/se-establecen-por-primera-vez-temperatura-tiempo-necesarios-para-desinfectar>
- R.f.Kahrs. (1995). *Academia Edu*. Obtenido de Academia Edu: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32204108/desinfeccion\\_y\\_limpieza.pdf?1383231968=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPrincipios\\_generales\\_de\\_la\\_desinfeccion.pdf&Expires=1614139851&Signature=gnKiv-m8EDDK2xQDiDd67pPEx4zLDrgPLXzPzDTtnnYqs](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32204108/desinfeccion_y_limpieza.pdf?1383231968=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPrincipios_generales_de_la_desinfeccion.pdf&Expires=1614139851&Signature=gnKiv-m8EDDK2xQDiDd67pPEx4zLDrgPLXzPzDTtnnYqs)
- Ríos A. (2013). Evaluación del nivel de contaminación de superficies y la eficacia de productos desinfectantes a corto y largo plazo. Nuevos métodos. Barcelona, España.
- Salvat y Collin. (1995). Procedimiento de limpieza y desinfección.
- Secretaria Distrital de Salud - Dirección Pública de Salud. (Septiembre de 2011). LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EQUIPOS Y SUPERFICIES AMBIENTALES EN INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD. Bogotá.
- Terán R., Rosero M. (2020). *Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22073/1/T-UCE-0008-CQU-271.pdf>
- Valenzuela J., Granados T. (Noviembre de 2019). *Universidad Peruana Los Andes*. Obtenido de Universidad Peruana Los Andes:

<http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/1210/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Viteri A. (2022).

Widbrett. (2000). Desinfección y limpieza.

Zavala G., Caisahuana L. (Abril de 2020). *Universidad Peruana Los Andes*. Obtenido de Universidad Peruana Los Andes.: <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/1669/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**

## Anexo A

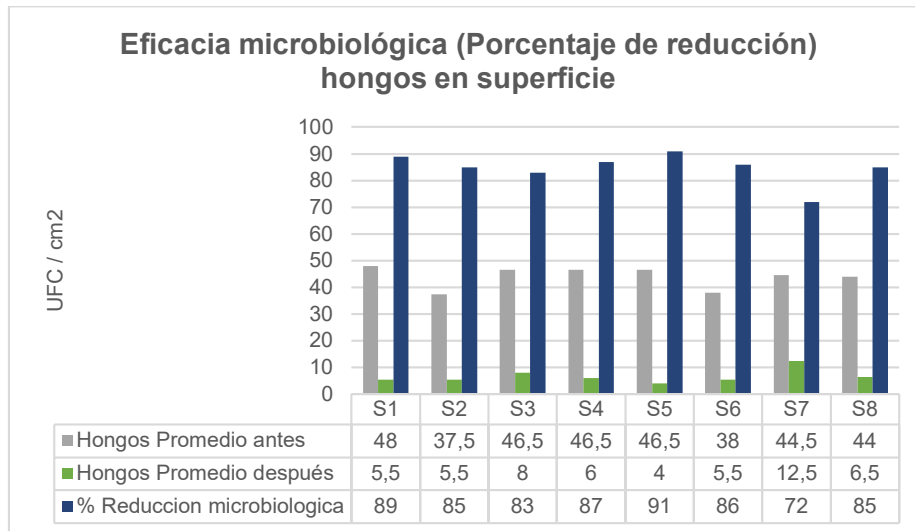
### Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales proceso de limpieza y desinfección

Centro de Trabajo	Proceso	Cargo	Actividad / tarea	Peligro Factor de Riesgo	Riesgo	Probabilidad			Consecuencias			Nivel de riesgo				Medida de Control	Responsable	Fecha implementación	Estado
						B	M	A	LD	D	ED	T	YO	MO	I				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	SUPERVISOR	Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza.	Físicos	Físico. Ruido		1		1					1					
GUAYAQUIL	OPERATIVO	SUPERVISOR	Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza.	Ergonómico	Ergonómico. Levantamiento manual de cargas			1	1						1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	SUPERVISOR	Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza.	Ergonómico	Ergonómico. Posiciones forzadas			1	1						1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	SUPERVISOR	Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza.	Mecánicos	Mecánico. Choque contra objetos		1		1					1					
GUAYAQUIL	OPERATIVO	SUPERVISOR	Revisar y distribuir equipos y personal de limpieza.	Mecánicos	Mecánico. Caídas al mismo nivel		1		1					1					
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Limpiar y recolectar (basureo).	Ergonómico	Ergonómico. Movimientos repetitivos		1			1					1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Limpiar y recolectar (basureo).	Mecánicos	Mecánico. Piso irregular y resbaladizo		1		1						1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Limpiar y recolectar (basureo).	Biológicos	Biológico. Virus, bacterias, hongos y parásitos			1		1					1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Colocar señalización.	Mecánicos	Mecánico. Piso irregular y resbaladizo		1		1						1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Preparar y colocar químicos.	Químicos	Químico. Contacto con sustancias caústicas, corrosivas, tóxicas		1			1					1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Enjuagar y cepillar.	Ergonómico	Ergonómico. Movimientos repetitivos			1	1						1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Aplicar agua fría.	Físicos	Físico. Ruido			1	1						1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Aplicar agua fría.	Mecánicos	Mecánico. Manejo de recipientes y equipos a presión			1	1						1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Aplicar agua caliente.	Físicos	Físico. Estrés térmico (variaciones de temperatura y humedad)			1		1					1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Aplicar agua caliente.	Mecánicos	Mecánico. Manejo de recipientes y equipos a presión			1		1					1				
GUAYAQUIL	OPERATIVO	OPERADOR	Mapeado o secado.	Ergonómico	Ergonómico. Movimientos repetitivos		1			1					1				

Fuente: Autor

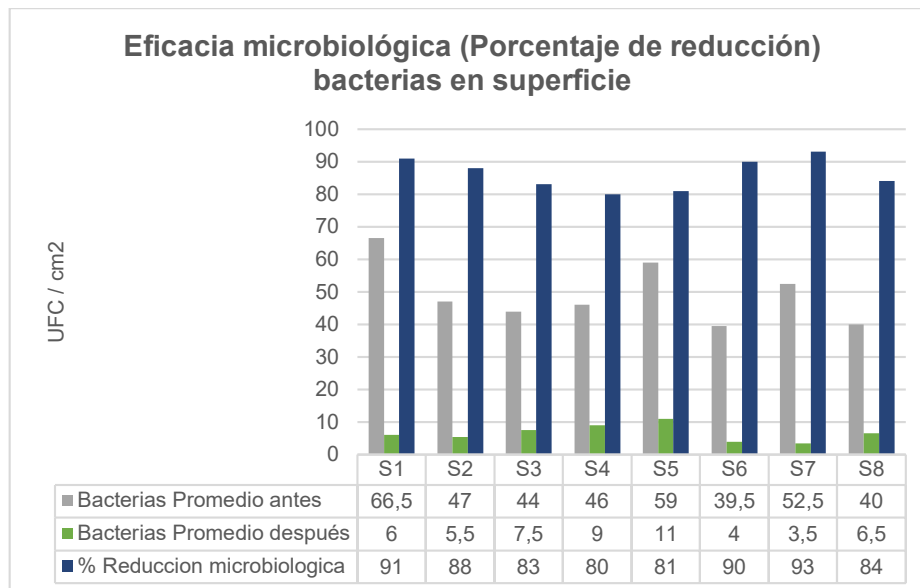
## Anexo B

### Cálculo de eficacia microbiológica – porcentaje de reducción de hongos en las superficies de estudio



Fuente: Autor

### Cálculo de eficacia microbiológica – porcentaje de reducción de bacterias en las superficies de estudio



Fuente: Autor