



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ENTRE RÍOS

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN CRIMINALÍSTICA

**PROYECTO FINAL**

**“Estudio de huellas dactilares latentes expuestas a bajas temperaturas y reveladas mediante vapores de cianoacrilato”**

**Estudiante:**

Tec. Valentina Elizabeth Vizzotto Frías - DNI 42.920.068

**Directora:**

Lic. Mónica Casanave

**Codirector:**

Lic. Marcelo A. Duarte

Oro Verde, 25 de septiembre de 2025

**Cátedra Proyecto Final**

Lic. Patricia Margheim

Lic. Romina Pacheco

**Tribunal Evaluador**

Lic. Ramírez Virginia

Lic. Centurión María

Lic. Ledesma Ceriyoni Germán

## Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto, a mi familia, amigos y los voluntarios cuyo apoyo fue fundamental tanto en lo académico como en lo personal.

A la Facultad de Ciencia y Tecnología y a sus docentes, por brindarme el espacio académico todos estos años de formación y los recursos necesarios para desarrollar este trabajo. A mi directora y codirector, la Lic. Mónica Casanave y el Lic. Marcelo A. Duarte, por su guía, sus observaciones críticas y su paciencia en cada etapa del proceso.

A mis compañeros/as de estudio, gracias por compartir conmigo esta etapa llena de desafíos y aprendizajes, por las horas de esfuerzo compartido y por la compañía que hizo más llevadero el camino.

En lo personal, agradezco profundamente a mi familia, en especial a mi papá y mamá por su apoyo incondicional, comprensión y aliento durante todo este recorrido. Gracias por enseñarme a siempre dar el máximo en todo lo que haga, por acompañarme y aconsejarme siempre. A mis hermanos y familia por cada palabra de aliento y acompañamiento a la distancia.

A mis amigas, que conocí gracias a la facultad, por recordarme la importancia de equilibrar el esfuerzo académico con la vida y por estar presentes en cada momento.

Finalmente, agradezco a Dios por acompañarme en cada paso de este camino, por darme fortaleza en los momentos de dificultad y la confianza en mí misma para culminar esta etapa; sin su presencia, nada de esto habría sido posible.

A todos ustedes, gracias por acompañarme en este recorrido académico y personal, y por haber contribuido de manera significativa a la culminación de esta etapa.

## **Resumen**

A lo largo del tiempo, la adecuada intervención en el lugar del hecho y la correcta preservación de los indicios por parte del perito criminalista han sido objeto de importantes estudios y avances. Uno de los temas de mayor relevancia es el análisis de las huellas dactilares, su composición, cómo se ven afectadas por distintas condiciones ambientales y los métodos utilizados para su revelado con fines de identificación humana.

En este contexto, la presente investigación se centra en analizar las características de las huellas dactilares latentes depositadas en superficies de vidrio, expuestas a condiciones frías y reveladas mediante vapores de cianoacrilato. Se busca determinar el impacto de las bajas temperaturas en la durabilidad y calidad de las huellas, así como evaluar la efectividad del cianoacrilato como método de revelado en este tipo de entorno.

El estudio presenta un enfoque cuantitativo de diseño cuasiexperimental y longitudinal, con una muestra no probabilística de 180 huellas dactilares, tomadas de seis voluntarios masculinos entre 20 y 40 años. Las muestras fueron expuestas durante 90 días a las condiciones climáticas de San Martín de los Andes, provincia de Neuquén, y recolectadas en intervalos específicos para su análisis y revelado en cámara.

Los resultados demostraron que 159 huellas fueron aptas para cotejo, mientras que 21 no presentaron dicha aptitud. En un solo caso se evidenció una pérdida de calidad progresiva. Se concluye que el cianoacrilato es eficaz para revelar huellas en superficies de vidrio expuestas a condiciones frías, siendo de utilidad para futuras intervenciones periciales.

### ***Palabras Claves***

Condiciones frías, Identificación humana, Revelado químico, Sistema Dactiloscópico Argentino, Superficie no porosa.

# Índice

Agradecimientos .....	3
Resumen.....	4
Índice de Tablas .....	6
Índice de Figuras.....	6
Índice de Apéndice A.....	7
Índice de Apéndice B.....	8
Índice de Apéndice C.....	9
Introducción .....	11
Planteamiento del problema.....	13
Objetivos.....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Justificación .....	15
Marco Teórico.....	17
Huellas dactilares .....	17
Composición química del residuo de una huella.....	18
Factores que afectan la composición del residuo de una huella.....	20
Soportes.....	24
Revelados Químicos .....	24
Sistema Dactiloscópico Argentino.....	26
Tesis e Investigaciones previas.....	29
Marco Metodológico.....	32
Variables .....	38
Recolección de datos.....	40
Análisis de Datos .....	46
Discusión de Resultados .....	72
Conclusiones .....	79
Recomendaciones .....	83
Bibliografía .....	84
Apéndices.....	87
Apéndice A .....	87
Apéndice B.....	91

Apéndice C.....	97
-----------------	----

## Índice de Tablas

Tabla 1: Ejemplo del Registro de Temperatura y Humedad.....	36
Tabla 2: Cuadro de Variables.....	39
Tabla 3: Visualización de las Huellas Latentes .....	40
Tabla 4: Visualización de Huellas Latentes .....	41
Tabla 5: Visualización de las Huellas Latentes .....	43
Tabla 6: Visualización del Revelado .....	44
Tabla 7: Visualización de las Huellas Reveladas.....	45
Tabla 8: Visualización de las Huellas Latentes: Totales.....	47
Tabla 9: Visualización de las Huellas Reveladas: Totales.....	55
Tabla 10: Visualización de las Huellas Reveladas.....	62

## Índice de Figuras

Figura 1: Regiones del Dactilograma.....	27
Figura 2: Voluntario 1- Dígito Pulgar Derecho .....	35
Figura 3: Voluntario 2- Dígito Pulgar Derecho .....	35
Figura 4: Voluntario 3- Dígito Pulgar Derecho .....	35
Figura 5: Voluntario 4- Dígito Pulgar Derecho .....	35
Figura 6: Voluntario 5- Dígito Pulgar Derecho .....	35
Figura 7: Voluntario 6- Dígito Pulgar Derecho .....	35
Figura 8: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 1.....	48
Figura 9: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 2.....	49
Figura 10: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 3.....	50
Figura 11: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 4.....	51
Figura 12: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 5.....	53
Figura 13: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 6.....	54
Figura 14: Visualización del Revelado - Voluntario 1.....	56
Figura 15: Visualización del Revelado - Voluntario 2 .....	57
Figura 16: Visualización del Revelado - Voluntario 3.....	58
Figura 17: Visualización del Revelado - Voluntario 4.....	59

Figura 18: Visualización del Revelado - Voluntario 5.....	60
Figura 19: Visualización del Revelado - Voluntario 6.....	61
Figura 20: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 1 .....	62
Figura 21: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 2 .....	64
Figura 22: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 3 .....	66
Figura 23: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 4 .....	67
Figura 24: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 5 .....	69
Figura 25: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 6 .....	71
Figura 26: Variabilidad de la Nitidez de las Huellas Latentes.....	73
Figura 27: Variabilidad de la Integridad de las Huellas Latentes .....	73
Figura 28: Variabilidad de la Similitud de las Huellas Latentes.....	74
Figura 29: Diferencia de visualización de las Huellas Reveladas.....	75
Figura 30: Variabilidad de las Huellas con Alto Contraste.....	76
Figura 31: Variabilidad de las Huellas con Bajo Contraste .....	76
Figura 32: Variabilidad de la Aptitud de las Huellas Reveladas .....	77
Figura 29: Variabilidad de las Temperaturas .....	78
Figura 34: Diferencias de las Huellas Latentes.....	79
Figura 35: Diferencias de las Huellas reveladas .....	80
Figura 36: Cantidad de Huellas Reveladas .....	81
Figura 37: Diferencias en la calidad y aptitud de las Huellas Reveladas.....	82

## Índice de Apéndice A

Figura A- 1: Soportes de Vidrio.....	87
Figura A- 2: Soportes de Vidrio (espesor).....	87
Figura A- 3: Base de Telgopor.....	87
Figura A- 4: Base de Telgopor (Espesor) .....	87
Figura A- 5: Secuencia de Sembrado de las muestras I.....	88
Figura A- 6: Secuencia de Sembrado de las muestras II.....	88
Figura A- 7: Verificación del sembrado .....	88
Figura A- 8: Muestras colocadas verticalmente.....	89
Figura A- 9: Lugar de estudio – Ambiente abierto .....	89
Figura A- 10: Muestras expuestas.....	89
Figura A- 11: Muestras colocadas en la cámara .....	89
Figura A- 12: Fuente de calor y colocación de “La Gotita” .....	90

Figura A- 13:Cámara de Vapores de Cianocrilato sellada .....	90
Figura A- 14:Observación de las ventanas de control .....	90
Figura A- 15: Proceso de revelado finalizado.....	90

## Índice de Apéndice B

### Voluntario 1

Figura B- 1:Toma Testigo – Día 0 de exposición.....	91
Figura B- 2:Toma 3 – Día 10 de exposición.....	91
Figura B- 3: Toma 6 – Día 31 de exposición.....	91
Figura B- 4:Toma 9 – Día 52 de exposición.....	91
Figura B- 5:Toma 12 – Día 73 de exposición.....	91
Figura B- 6:Toma 14 – Día 90 de exposición.....	91

### Voluntario 2

Figura B- 7:: Toma Testigo – Día 0 de exposición.....	92
Figura B- 8:Toma 3 – Día 10 de exposición.....	92
Figura B- 9:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	92
Figura B- 10:Toma 9 – Día 52 de exposición.....	92
Figura B- 11:Toma 12- Día 73 de exposición.....	92
Figura B- 12:Toma 14 – Día 90 de exposición.....	92

### Voluntario 3

Figura B- 13:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	93
Figura B- 14:Toma 3 - Día 10 de exposición.....	93
Figura B- 15: Toma 6 - Día 31 de exposición.....	93
Figura B- 16:Toma 9 - Día 52 de exposición.....	93
Figura B- 17:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	93
Figura B- 18:Toma 14 - Día 90 de exposición.....	93

### Voluntario 4

Figura B- 19:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	94
Figura B- 20:: Toma 3 - Día 10 de exposición .....	94
Figura B- 21: Toma 6 - Día 31 de exposición.....	94
Figura B- 22:Toma 9 - Día 52 de exposición.....	94
Figura B- 23:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	94
Figura B- 24: Toma 14 - Día 90 de exposición.....	94

**Voluntario 5**

Figura B- 25:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	95
Figura B- 26:Toma 3 - Día 10 de exposición.....	95
Figura B- 27:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	95
Figura B- 28:Toma 9 - Día 52 de exposición.....	95
Figura B- 29:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	95
Figura B- 30: Toma 14 - Día 90 de exposición.....	95

**Voluntario 6**

Figura B- 31:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	96
Figura B- 32:Toma 3 - Día 10 de exposición.....	96
Figura B- 33:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	96
Figura B- 34:Toma 9 - Día 52 de exposición.....	96
Figura B- 35:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	96
Figura B- 36:Toma 14 - Día 90 de exposición.....	96

**Índice de Apéndice C****Voluntario 1**

Figura C- 1:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	97
Figura C- 2:Toma 3 - Día 10 de exposición.....	97
Figura C- 3:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	97
Figura C- 4:Toma 9 - Día 52 de exposición.....	97
Figura C- 5:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	97
Figura C- 6:Toma 14 - Día 90 de exposición.....	97

**Voluntario 2**

Figura C- 7:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	98
Figura C- 8:Toma 3 - Día 10 de exposición.....	98
Figura C- 9:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	98
Figura C- 10:Toma 9 - Día 52 de exposición.....	98
Figura C- 11: Toma 12 - Día 73 de exposición.....	98
Figura C- 12:Toma 14 - Día 90 de exposición.....	98

**Voluntario 3**

Figura C- 13:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	99
Figura C- 14:Toma 3 - Día 10 de exposición.....	99

Figura C- 15:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	99
Figura C- 16: Toma 9 - Día 52 de exposición.....	99
Figura C- 17:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	99
Figura C- 18:Toma 14 - Día 90 de exposición.....	99

#### **Voluntario 4**

Figura C- 19:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	100
Figura C- 20: Toma 3 - Día 10 de exposición.....	100
Figura C- 21:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	100
Figura C- 22:Toma 9 - Día 52 de exposición.....	100
Figura C- 23:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	100
Figura C- 24:Toma 14 - Día 90 de exposición.....	100

#### **Voluntario 5**

Figura C- 25:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	101
Figura C- 26:Toma 3 - Día 10 de exposición.....	101
Figura C- 27:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	101
Figura C- 28:Toma 9 - Día 52 de exposición.....	101
Figura C- 29:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	101
Figura C- 30:Toma 14 - Día 90 de exposición.....	101

#### **Voluntario 6**

Figura C- 31:Toma Testigo - Día 0 de exposición.....	102
Figura C- 32:Toma 3 - Día 10 de exposición.....	102
Figura C- 33:Toma 6 - Día 31 de exposición.....	102
Figura C- 34: Toma 9 - Día 52 de exposición.....	102
Figura C- 35:Toma 12 - Día 73 de exposición.....	102
Figura C- 36:Toma 14 - Día 90 de exposición.....	102

## Introducción

En la actualidad, se ha avanzado en la importancia de la intervención eficaz y adecuada en el lugar del hecho por parte de la unidad de criminalística correspondiente. Según Gutiérrez Chávez (2007), el lugar del hecho es "el sitio o espacio donde se ha cometido un acto ilícito y donde se encuentran los indicios y evidencias" (p. 39). En base a esto, se debe resguardar y conservar adecuadamente, puesto que ello permite posteriormente la reconstrucción de los hechos ocurridos, lo cual se fundamenta en el principio de intercambio planteado por Locard E. (como se citó en Guzmán, C. A., 2000) "Cuando dos objetos cualesquiera entran en contacto, siempre hay una transferencia de material de uno hacia el otro" (p.121), en el lugar de los hechos se encuentran a menudo huellas dactilares latentes, las cuales generalmente son invisibles y pueden encontrarse en elementos que necesariamente haya utilizado el autor o en otros que hayan sido tocados por cualquier persona que haya estado en el lugar.

Las huellas dactilares constituyen una forma de identificación absoluta de un individuo y son consideradas la evidencia física más valiosa que puede encontrarse en la escena de un delito ya que su estudio puede ayudar a establecer la identidad del causante o la víctima, así como la correlación entre ellos y las circunstancias del hecho como hace mención Prueger (s.f.).

Como se mencionó el lugar del hecho puede ser muy diverso como detalla Prueger (s.f.) y es frecuente la búsqueda de rastros en ellos; no obstante, es tarea del perito su correcto hallazgo, revelado y levantamiento para su posterior peritaje (Silveyra, 2006). Estos rastros, pueden encontrarse depositados en soportes no porosos debido a que la composición química de la huella, fracciones sebáceas (lípidos) y ecrinas (proteínas, aminoácidos, etc.), no es absorbida, permaneciendo en la superficie del mismo (Yamashita y French, s.f.). Esto presenta algunas dificultades para su hallazgo, ya que están expuestas a ser removidas por la acción de fricción de

la superficie, por el contacto con un solvente, o por las condiciones ambientales a las que está expuesto (Narcotti, 2021).

En consecuencia, en el caso de encontrarse con un elemento que posiblemente contenga rastros dactilares latentes, pero el mismo estuvo en contacto con agua, el perito debe dejarlo secar si el mismo no lo está, como ejemplifica Silveyra (2006). A partir de allí, y según su criterio, se pueden aplicar reactivos químicos, específicamente en búsqueda de la fracción sebácea del rastro, que prevalece luego del contacto con el agua, como pueden ser el reactivo Sudan Black, el Reactivo de Pequeñas Partículas, RF (revelador físico) y los Vapores de Cianoacrilato, entre otros; cada uno tiene su nivel de complejidad de uso y costo, por esta razón, queda a discreción del perito su implementación (Yamashita y French, s.f.).

## Planteamiento del problema

Como se menciona anteriormente, dentro de la amplia variedad de indicios que pueden encontrarse en diferentes lugares relacionados con un hecho delictivo, los rastros dactilares adquieren una importancia vital, ya que permiten realizar una identificación categórica e indudable de las personas intervinientes en el mismo.

En este marco, se puede destacar que el contacto del residuo de las huellas dactilares con el agua, en todos sus estados, ocasiona la pérdida de una gran parte de su composición, lo que dificulta su identificación, pero no su permanencia en el lugar donde fue depositada. Esto se debe a que la fracción sebácea, compuesta principalmente por lípidos, puede prevalecer en dicha huella (Yamashita y French., s.f.). Asimismo, la composición del residuo se ve afectada por la temperatura, ya que se observan procesos de degradación acelerados cuando la temperatura se eleva (Narcotti, 2021), pero no se sabe qué sucede con los residuos de la huella si la temperatura a la que está expuesta es baja o descende. Como ejemplo de esto, se podrían mencionar infinidad de casos en los que los indicios se encuentren en el exterior y se vean intervenidos por factores ambientales tales como la temperatura, humedad, lluvia, rocío, nieve, viento, entre otros.

En este marco, se encuentra un vacío de conocimiento acerca de la recuperación de los rastros dactilares con Vapores de Cianoacrilato, debido a que no se conoce específicamente la reacción química que se produce con los componentes del residuo de la huella dactilar, pero sí que reacciona con algunos componentes ecrinos y sebáceos, como hace referencia Yamashita y French (s.f.). Por esta razón, se plantea:

*¿Qué características se observan al exponer las huellas dactilares en soportes de vidrio a bajas temperaturas ambientales y al revelarlas mediante Vapores de Cianoacrilato?*

# Objetivos

## Objetivo General

Analizar las huellas dactilares en soporte de vidrio expuestas a las bajas temperaturas ambientales de San Martín de los Andes, Neuquén, durante un periodo de 90 días y reveladas con vapores de cianoacrilato.

## Objetivos Específicos

1. Identificar la nitidez, integridad y similitud de las huellas dactilares latentes expuestas a bajas temperaturas ambientales en San Martín de los Andes, Neuquén, por un periodo de 90 días.
2. Analizar las características de las huellas dactilares reveladas con vapores de cianoacrilato, expuestas a bajas temperaturas ambientales en San Martín de los Andes, Neuquén, por un periodo de 90 días.
3. Determinar la aptitud de cotejo de las huellas dactilares reveladas con vapores de cianoacrilato, expuestas a bajas temperaturas ambientales en San Martín de los Andes, Neuquén, por un periodo de 90 días.

## Justificación

La presente investigación surge del interés sobre la persistencia de las huellas dactilares latentes expuestas a bajas temperaturas en soportes no porosos y su vinculación con el lugar del hecho, en los cuales es imprescindible la intervención del licenciado en criminalística; como por ejemplo en delitos contra la propiedad, los cuales registraron en 2023 un total de 828.489 hechos; o por ejemplo los delitos contra las personas, como los homicidios culposos los cuales se registraron 2.046 hechos en todo el país durante ese mismo año (Ministerio de Seguridad de la Nación, 2024). Según los informes del Ministerio de Seguridad de la Nación (2024) dichos delitos fueron cometidos en un alto porcentaje en la vía pública. En estos contextos, es posible hallar objetos con superficies no porosas, como vidrio, plástico, entre otros, que pudieron haber estado en contacto con el autor o con personas involucradas.

En regiones como la Patagonia según el Servicio Meteorológico Nacional (2020), las heladas, lluvias y las bajas temperaturas son fenómenos frecuentes que pueden extenderse durante largos períodos, los cuales podrían alterar las propiedades físico-químicas del residuo de la huella dactilar, arrastrando o diluyendo parcialmente la fracción ecrina del residuo, disminuyendo la detectabilidad de la huella, y, por ende, su utilidad como elemento probatorio. No obstante, la fracción sebácea (principalmente lípidos) podría permanecer, lo que abre la posibilidad de realizar revelados químicos eficaces, por ejemplo, los vapores de cianoacrilato. Este reactivo tiene la capacidad de interactuar con componentes sebáceos y ecrinos, generando un depósito blanquecino sobre el residuo, lo que permite visualizar la huella y evaluar su aptitud para el cotejo. La elección de esta región, y en particular de la localidad de San Martín de los Andes, se centra no solo por sus características climáticas representativas de la región, sino también por la vivencia personal en dicho lugar, lo que impulsa el deseo de contribuir con conocimiento útil y contextualizado.

Dado que las investigaciones sobre la durabilidad de huellas en ambientes fríos o sometidas a bajas temperaturas son escasas, esta investigación busca contribuir con información empírica sobre la durabilidad y el comportamiento del residuo de las huellas dactilares, particularmente en contextos geográficos con condiciones climáticas similares. Asimismo, pretende aportar herramientas útiles para los peritos que intervienen en el lugar del hecho, mejorando los criterios de revelado de huellas en climas fríos.

## **Marco Teórico**

En este apartado se abordan conceptos fundamentales que constituyen la base teórica de la investigación, relacionada con las huellas dactilares latentes, los soportes de vidrio y el uso de Vapores de Cianoacrilato.

En primer lugar, se analizan las secreciones sebáceas y ecrinas que conforman el residuo de una huella dactilar, considerando las variaciones que pueden presentarse según la edad y el sexo del individuo. Posteriormente, se examina el comportamiento de dicho residuo al ser depositado sobre superficies no porosas, prestando especial atención a la influencia que ejercen las propiedades del soporte en la transferencia de material.

Finalmente, se exploran las posibles variaciones que pueden ocurrir en relación con las condiciones ambientales a las que son expuestas, bajas temperaturas en este caso, y su influencia en las características de las huellas dactilares latentes. Incluyendo a su vez varias tesis de grado, revisiones y artículos científicos afines (en inglés y portugués), dado que el material en español es escaso.

### **Huellas dactilares**

Según lo expresado por Alegretti y Brandimarti de Pini, (2007), la huella dactilar es “marca visible o latente dejada de forma consciente o subconsciente por los autores de un hecho, por contacto directo de los tejidos epidérmicos sobre cualquier tipo de superficie apta para contenerlos, como consecuencia del estampado producido por una sustancia colorante, como el humor secretado por los poros de las glándulas sudoríparas o por presión.” (p.61)

Como se expresa anteriormente, las autoras las clasifican como visibles y latentes, siendo las huellas visibles aquellas que se pueden ver a simple vista, sin necesidad de ningún

procedimiento especial para su observación. Esto se debe a la presencia de sustancias colorantes de origen orgánico, inorgánico o sintético, que hacen que se destaquen por diferencias de color o contraste en relación con la superficie en la que se encuentran. Además, en el caso de los plásticos, estos pueden adaptarse y modificar su superficie, volviendo visibles las huellas (Alegretti y Brandimarti de Pini, (2007).

Por otro lado, las huellas latentes son aquellas que no son perceptibles a simple vista y requieren de técnicas especiales para su visualización. Estas técnicas pueden involucrar el uso de diferentes longitudes de onda de luz aplicadas desde varios ángulos o la utilización de reactivos físicos, químicos u orgánicos. Estos procedimientos permiten hacer visible la huella latente y facilitan su observación y análisis (Alegretti y Brandimarti de Pini, (2007).

### **Composición química del residuo de una huella**

Como se mencionó previamente, la huella latente queda estampada a causa de las secreciones de las glándulas eccrinae y sebáceas. Yamashita y French, (s.f.) señalan que la secreción de la huella dactilar latente es una mezcla compleja de diversos compuestos que forman una emulsión, y que, al depositarse sobre una superficie, aproximadamente el 99% de la huella está compuesta por agua.

Según Narcotti (2021), “el producto principal de la **glándula sebácea** es una cera grasosa denominada SEBO. Esta cera, que fluye hasta la superficie para endurecerse luego y alcanzar un estado semisólido, está compuesta por una mezcla compleja de compuestos orgánicos, los cuales pueden ser incluidos como miembros de una familia mayor llamada lípidos” (Unidad I, parte 2; sección 2.2).

Esta compleja mezcla lipídica puede verse modificada por diversos factores que influyen en la formación del sebo, tanto de manera directa como indirecta, lo que también repercute en su

comportamiento al alcanzar la superficie de la piel. Dada la variedad de compuestos que pueden encontrarse en dicha superficie, resulta poco práctico intentar identificarlos individualmente; por ello, las investigaciones tienden a concentrarse en aquellos elementos que se presentan con mayor frecuencia o abundancia, por ejemplo, los Ácidos Grasos (Narcotti, 2021).

La hidrólisis del sebo humano genera una combinación de ácidos grasos insaturados, tanto monoinsaturados como poliinsaturados, los cuales representan aproximadamente entre el 15 % y el 25 % del total de lípidos presentes. Esta concentración se autorregula, ya que, al aumentar, reduce el pH de la secreción debido a su acidez, lo que inhibe la acción enzimática responsable de degradar lípidos como los triglicéridos y ésteres grasos. Como resultado, la producción de nuevos ácidos grasos se ve limitada. Además, se estima que alrededor del 50 % de los ácidos grasos presentes en el sudor son saturados (Narcotti, 2021).

Por otro lado, el fluido excretado por las **glándulas ecrinas** está compuesto en su mayoría por agua, representando entre el 99,0 % y el 99,5 % de su volumen total. El resto de sus componentes incluye una amplia variedad de sustancias como electrolitos (cloruro de sodio y potasio), productos metabólicos (urea, amoníaco, ácido úrico, creatina y creatinina), así como lactato, aminoácidos, azúcares, inmunoglobulina A, hormonas específicas, enzimas, vitaminas y factores de crecimiento, lo que demuestra la complejidad bioquímica de esta secreción (Freinkel & Woodley, 2001, p. 71 como se citó en Yamashita y French, s.f., p. 7-13).

Aunque el sudor ecrino está compuesto casi en su totalidad por agua, tiene una escasa fracción sólida que lo integra predominan las sales inorgánicas, como los cloruros, bromuros, ioduros y fluoruros de sodio, junto con diversos compuestos orgánicos, entre los cuales los aminoácidos constituyen un grupo importante. Dentro de estos últimos, los más representativos por su concentración son la serina, glicina, ornitina y lisina (Narcotti, 2021).

Si bien se han detectado lípidos en las secreciones de las glándulas ecrinas, su cuantificación resulta compleja debido a que el sudor, al alcanzar la superficie de la piel, suele mezclarse con compuestos procedentes del sebo. No obstante, existen estudios que han identificado la presencia de ácidos grasos y compuestos de tipo esterol en muestras de sudor ecrino (Boysen et al., 1984, como se citó en Yamashita y French, s.f., p. 8).

Yamashita y French, (s.f.) mencionan que los lípidos también han sido detectados en el sudor ecrino. Hay un poco de dificultad en determinar exactamente las cantidades de estos compuestos presentes en las secreciones ecrinas porque el sudor generalmente se mezcla con compuestos sebáceos en la superficie de la piel. Sin embargo, un estudio reportó cantidades detectables tanto de ácidos grasos como de compuestos de esterol.

### **Factores que afectan la composición del residuo de una huella.**

Desde el punto de vista de Yamashita y French, (s.f.), los factores de depósito que influyen en la calidad, o incluso la presencia, de huellas latentes son las condiciones que rodean el contacto entre la piel de fricción y los objetos que se tocan. Estas condiciones se describen de la siguiente manera:

Las condiciones de pre-transferencia incluyen la condición o la salud de la piel de fricción del donante y la cantidad y tipo de residuos en la piel como hace referencia (Olsen, 1978, p. 118-120 como se citó en Yamashita y French, s.f., p. 7-4). Estas condiciones se ven afectadas por la edad, el género, los estímulos, la ocupación, la enfermedad y las sustancias que el sujeto puede haber tocado antes del depósito.

Las condiciones de transferencia también dictan si se dejará una impresión adecuada (Olsen, 1978, p. 117-122 como se citó en Yamashita y French, s.f., p. 7-4). Estas son las

condiciones de la superficie que ha sido tocada, incluyendo la textura, el área de superficie, curvatura de la superficie o forma, temperatura de la superficie, la condensación, los contaminantes y residuos en la superficie. La presión aplicada durante el contacto (presión de deposición), incluyendo la fuerza lateral, contribuye también a transferir condiciones.

Las condiciones de post-transferencia, también llamados factores ambientales, son las fuerzas que afectan la calidad de las impresiones latentes después del depósito (Olsen, 1978, p. 121-122 como se citó en Yamashita y French, s.f., p. 7-4). Ejemplos de estos factores son el contacto físico de otra superficie, el agua, la humedad, la temperatura y el tiempo transcurrido desde la deposición.

### **Temperatura**

Narcotti, (2021) menciona que, en climas fríos, los conductos de las glándulas se contraen, disminuyendo la cantidad de material en la superficie de la piel, mientras que en climas cálidos ocurre lo contrario. Además, el clima frío aumenta la viscosidad de la materia que cubre la piel, afectando la detectabilidad de las impresiones latentes.

Es importante considerar la temperatura tanto de la superficie receptora como del aire circundante, ya que la temperatura influye en la rapidez de la reacción entre los reactivos reveladores y el residuo de la huella, incluso posibilitando la reacción en algunos casos.

A su vez Girod, et al. (2012) mencionan que “se probó la exposición a altas temperaturas y los análisis FTIR mostraron que cuanto mayor sea la temperatura, más rápida es la degradación del éster. Además, aparecieron pequeñas moléculas y fueron identificados como productos de degradación volátiles” (p.14).

**Edad**

Narcotti, (2021) sostiene que se ha establecido perfectamente como la composición del sudor de una persona cambia desde el nacimiento a la pubertad y de esta a edades mayores hasta la ancianidad. Se ha podido determinar cómo cambian la velocidad de excreción del sebo, las cantidades de ciertos ácidos grasos, la relación entre ésteres grasos y colesterol, y la concentración de los ésteres de colesterol. Mientras que otros componentes lipídicos como el escualeno no sufren alteración con el correr de los años.

Por otro lado, Ramasastry plantea que la composición de ácidos grasos libres en el sebo varía considerablemente con la edad del donante (como se citó en Yamashita y French, s.f., p. 7–9). “El porcentaje aproximado de ácidos grasos en los recién nacidos (aproximadamente a los 5 días de edad) se ha informado que es sólo alrededor del 1.5 % de la composición global de sebo. Este valor se eleva dramáticamente aproximadamente del 20 a 23 % en niños de corta edad (de 1 mes a 4 años de edad). El valor se estabiliza del 16–19 % para los sujetos adolescentes y postadolescentes (hasta aproximadamente los 45 años de edad)” (Yamashita y French, s.f., pp. 7–9).

**Sexo**

Girod, et al. (2012) hacen referencia a los diferentes estudios realizados sobre la influencia del sexo del individuo en la composición del residuo de la huella dactilar. Sin embargo, se obtuvieron resultados contradictorios. Según Asano y Cuthbertson, no se observaron diferencias significativas en los residuos de huellas dactilares entre hombres y mujeres, particularmente en lo que respecta a compuestos lipídicos e iones de cloruro (como se citó en Girod et al., 2012, p. 11).

Por otro lado, Buchanan y Hartzell-Baguley señalaron que ciertos compuestos, como la urea y los ácidos grasos, podrían ser útiles para diferenciar huellas dactilares según el sexo. En particular, Buchanan explicó que estas diferencias podrían deberse a procesos metabólicos

vinculados a glándulas y hormonas, los cuales se reflejan en la posición de los dobles enlaces en los ácidos grasos insaturados (como se citó en Girod et al., 2012, p. 11).

### **Tiempo transcurrido**

En cuanto a este factor, Girod, et al. (2012) manifiesta que el intervalo de tiempo que transcurre desde la transferencia de una huella dactilar en una superficie (composición inicial) hasta su posterior descubrimiento resulta en la formación de una composición envejecida. Durante este período, tres categorías de factores influyen en el proceso de envejecimiento, contribuyendo a la variabilidad entre las composiciones envejecidas: la naturaleza del sustrato, las condiciones del entorno y las técnicas utilizadas para mejorar la visualización de huellas latentes. Por lo tanto, la variabilidad de la composición envejecida comprende tanto la variabilidad inicial (como punto de partida) como la variabilidad causada por la influencia de los factores que actúan a lo largo del tiempo.

Asimismo, Narcotti, (2021) hace referencia de que “Debido a la composición química del residuo de una impresión latente, su completa degradación es prácticamente inevitable. Aunque algunos investigadores mencionan la posibilidad de revelar huellas antiguas, la experiencia indica que los mejores resultados se obtienen en las primeras 48 horas, con posibilidades reducidas después de 3 o 4 días y mínimas después de 3 o 4 semanas”(Unidas I, parte 3; sección 3.5); haciendo referencia también a investigaciones que incluyen el uso de técnicas de revelado químico y el análisis de la composición del residuo en huellas depositadas y examinadas después de 30 y 60 días, se ha encontrado que las muestras antiguas están compuestas principalmente de compuestos saturados, los cuales no son adecuados como objetivos para los reactivos reveladores actuales, lo que podría explicar por qué las huellas latentes de larga data no son revelables.

## **Soportes**

Las huellas tanto latentes como visibles pueden ser depositadas en distintas superficies, Yamashita y French, (s.f.) consideran que se diferencian en:

### *Soportes no porosos*

Las superficies o soportes no porosas no absorben. Estas superficies repelen la humedad y con frecuencia aparecen pulidas. Estas incluyen vidrio, metal, plástico, madera lacada o pintada y caucho. Las impresiones latentes sobre estos sustratos son más susceptibles al daño debido a que el residuo de la huella dactilar permanece en la superficie más externa. El cianoacrilato (CA), las manchas de tinte, polvos y el depósito al vacío de metal suelen ser las mejores opciones para utilizarse en estas superficies.

### *Soportes porosos*

Las superficies o soportes porosos son generalmente absorbentes e incluyen materiales como el papel, cartón, madera y otras formas de celulosa. Las huellas dactilares depositadas sobre estos medios se absorben en el sustrato y son algo duraderas. Las técnicas de aminoácidos son especialmente útiles aquí porque los aminoácidos tienden a permanecer estacionarios cuando se absorben y no migran (Almog, 2001, como se citó en Yamashita y French, s.f., p. 7-4).

## **Revelados Químicos**

### *Vapores de Cianoacrilato*

Según Bumbrah, (2017), el cianoacrilato es una resina de acrilato que se encuentra en forma de ésteres, como el éster etílico. Estos ésteres son líquidos monoméricos incoloros. Cuando estos vapores entran en contacto con ciertos componentes ecrinos presentes en los residuos de las marcas dactilares latentes, se produce una polimerización que les da un color blanco. El resultado es un polímero blanco y duro conocido como policianoacrilato.

Narcotti (2021) da a conocer que en 1982 investigadores del Laboratorio de Investigación Criminal de los Estados Unidos en Japón y el Laboratorio del Bureau de Alcohol, Tabaco y Armas estadounidense introdujeron una técnica innovadora que utilizaba el éster alquil-2-cianoacrilato (un pegamento súper fuerte) como medio para desarrollar y revelar huellas dactilares latentes. Aunque el mecanismo exacto de cómo el cianoacrilato interactúa con el residuo de la huella no se comprende completamente, hay un consenso entre la mayoría de los investigadores sobre el mecanismo de reacción. Desde su introducción, los vapores de cianoacrilato se han utilizado en diversas superficies como plásticos, papel, madera, metales y superficies no porosas pero rugosas.

#### *Procedimiento de vaporizado con cianoacrilato*

Como expone Narcotti (2021) para llevar a cabo el proceso, se necesitan ciertos equipos y materiales, que incluyen cianoacrilato y un recipiente o gabinete de vaporización. Es importante que este recipiente cuente con un sistema de ventilación adecuado, ya que los vapores de cianoacrilato pueden irritar las membranas mucosas del sistema respiratorio. Con el tiempo y exposición repetida, estos vapores pueden incluso desencadenar reacciones alérgicas en algunas personas.

El procedimiento convencional de vaporizado en cámara consta de tres sencillos

pasos:

1. Ubicar los distintos objetos a peritar suspendidos dentro de la cámara para permitir que todas las superficies queden expuestas a los vapores de cianoacrilato.
2. Depositar de 2 a 3 gotas de cianoacrilato líquido en un contenedor de porcelana o metálico en el interior de la cámara.
3. Dejar que los objetos se espongan a los vapores de cianoacrilato durante un período de dos horas o más, hasta que las primeras impresiones comiencen a ser visualizadas.

## **Sistema Dactiloscópico Argentino**

Para interiorizar en este tema se consultaron dos bibliografías que se complementan en función de esclarecer lo mejor posible dicho sistema. Por un lado, Alegretti y Brandimarti de Pini (2007) exponen que el sistema dactiloscópico argentino se destaca por ser el primero a nivel mundial, al permitir la identificación a partir de las impresiones de los diez dígitos de una persona. Sus principales características radican en su enfoque dual de identificación decadactilar, aplicable tanto a fines civiles como penales, y en su enfoque déltico característico.

Asimismo, Pérez (1995) hace referencia de que la base de este sistema reside en los cuatro tipos fundamentales, ya que abarcan toda la variedad de dactilogramas que pueden presentarse. Los cuales definió de la siguiente manera:

- Primer tipo Arco: Cuando las crestas papilares se extienden de uno al otro lado del dactilograma, casi en forma paralela entre sí, formando arcos distendidos. Se simboliza con la letra "A", por ser su inicial y con el número "1", por ser el primer tipo fundamental.
- Segundo tipo Presilla Interna: Presenta una formación déltica a la derecha del observador, un asa central, y las crestas papilares se agrupan alrededor de la misma, con salida hacia la izquierda. Se simboliza con la letra "I", por ser su inicial, y con el número "2", por ser el segundo tipo fundamental.
- Tercer tipo Presilla Externa: Presenta una formación déltica a la izquierda del observador, un asa central, y las crestas papilares se agrupan alrededor de la misma, con salida hacia la derecha. Se simboliza con la letra "E", por ser su inicial, y con el número "3", por ser el tercer tipo fundamental.
- Cuarto tipo Verticilo: Presenta dos formaciones délticas opuestas, una a la derecha y otra a la izquierda del observador, y las crestas papilares se agrupan alrededor de

un núcleo; éste puede adoptar forma de espiral, circunferencial, sinuoso u ovoidal. Se simboliza con la letra "V", por ser su inicial, y con el número "4", por ser el cuarto tipo fundamental.

### *Topografía del dactilograma*

De igual modo Pérez (1995) explica que cuando se analiza un dactilograma, se pueden identificar tres regiones conformadas por crestas papilares claramente definidas y cuidadosamente delimitadas. Estos han sido nombrados según su ubicación, excepto en el caso de los adeltos (arcos). Dichas regiones son (Figura 1):

#### *Región Basilar (A)*

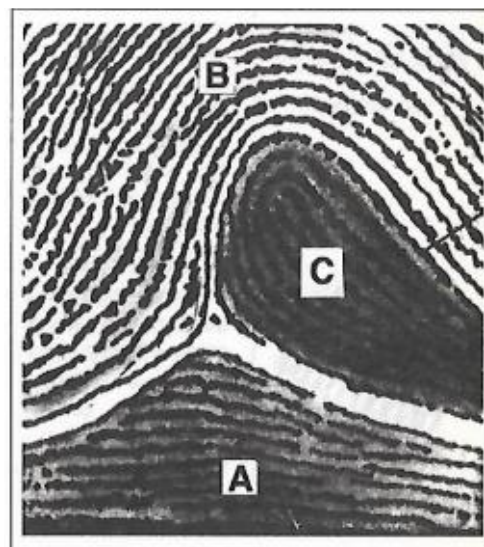
Corresponde a la parte inferior de la yema del dedo, hasta la franja blanca transversal que representa el pliegue de flexión, entre la tercera y segunda falange. Las líneas son transversales o ligeramente oblicuas; van empalmadas o continuas de borde a borde, describiendo ligeras curvas, cuyas concavidades vueltas hacia el pliegue, aumentan, a medida que se acercan a las líneas más inmediatas del centro del dibujo.

#### *Región Nuclear (C)*

Se halla en la región central del diseño digital y es el más variado, por su extensión, por la forma general del contorno, la dirección de sus crestas papilares, y las figuras que trazan éstas en su centro, que, en conjunto, constituyen la zona más rica e importante, sobre la cual se han ideado todos los sistemas dactiloscópicos

#### *Región Marginal (B)*

Figura 1: Regiones del Dactilograma



A. Sistema Basilar  
B. Sistema Marginal  
C. Sistema Nuclear

Corresponde al margen de los dactilogramas y está constituido por crestas largas y continuadas, que, comenzando con un borde del dibujo, paralelamente a las crestas basilares, enseguida se apartan de ellas; suben hacia el extremo libre del diseño: describen curvas bastante acentuadas de concavidad inferior, y descienden por el borde opuesto, aproximándose a la otra extremidad de las líneas basilares, hasta perderse en el limbo del dibujo.

### *Identidad Papiloscópica*

Al considerar los diversos factores que pueden influir en la deposición y revelación de huellas dactilares latentes con el objetivo de determinar la identidad papiloscópica, cuya determinación es objetivo de esta investigación, es importante tener en cuenta lo siguiente:

La identidad papiloscópica según Alegretti y Brandimarti de Pini (2007) es "el conjunto de particularidades o pequeños detalles únicos de origen congénito, que presentan las crestas papilares y los surcos interpapilares en el tejido epidérmico de los pulpejos de la tercera falange de los dígitos de las manos, que las hacen ser y permanecer iguales a sí mismas y distintas a todas las demás de su misma especie."

El proceso para determinar la identidad mediante huellas dactilares se conoce como comparación o cotejo de huellas dactilares. Implica el análisis detallado y la comparación de dos o más impresiones dactilares que cumplan los siguientes criterios afirmados por Alegretti y Brandimarti de Pini (2007):

- 1. Idoneidad:** dicha característica está relacionada directamente con la nitidez e integridad de los dactilogramas.
- *Nitidez:* se refiere a la calidad de las impresiones, los calcos deben resultar "legibles", permitiendo constatar debidamente los detalles característicos, de

manera tal que sea posible visualizar perfectamente contrastadas las líneas de los espacios.

- *Integridad*: los papilogramas deben poseer campos suficientes para obtener la apreciación integral de congruencia morfológicas necesarias como el tipo fundamental, región y puntos característicos para la realización de los estudios es decir que pueden encontrarse completos o parciales.
- 2. Similitud**: los papilogramas deben permanecer a la misma área papilar a un mismo tipo patrón o fundamental y además guardar parecidos semejanza morfológica en las estructuras de diseño formado por las particularidades de sus líneas y espacio.
- 3. Cantidad suficiente de puntos característicos**: la cantidad de puntos que requiere el sistema dactiloscópico argentino para una identificación categórica depende del tipo de ficha en una ficha decadactilar entre 9 y 12 puntos. En una monodactilar entre 12 y 15.

### **Tesis e Investigaciones previas**

En lo que respecta a las tesis exploradas y consideradas debido a que se encuentran relacionadas con esta investigación, se puede mencionar que brindan información experimental y cuantitativa sobre la durabilidad de las huellas dactilares latentes sembradas en soportes de vidrio, abordado la influencia de las condiciones ambientales, especialmente la temperatura y la humedad.

Uno de los trabajos es el realizado por Frías Alfaro (2014), quien desarrolló una investigación experimental sembrando huellas dactilares de dos dígitos sobre soportes de vidrio, los cuales fueron colocados en una cabina herméticamente cerrada y sometidos a tres temperaturas constantes distintas: 10 °C, 20 °C y 30 °C, durante un período de 60 días. De este estudio se consideraron específicamente los resultados obtenidos a 10 °C ya que es la temperatura más baja,

donde se determinó que las huellas eran aptas para el cotejo entre los 30 y 55 días posteriores a su depósito. No obstante, también se observó una pérdida progresiva de nitidez, especialmente en las líneas del dactilograma, con la presencia de pequeños cortes causados por la condensación de la humedad ambiente, lo que evidencia cómo las bajas temperaturas y la humedad relativa pueden deteriorar ciertos sectores de la impresión papilar.

Por otro lado, Del Arco (2012) desarrolló una tesis centrada en la variable humedad. En su estudio sembró huellas dactilares de tres dígitos sobre soportes de vidrio, que fueron expuestos durante 30 días a una temperatura constante de 20 °C ( $\pm 2$  °C). Las huellas fueron divididas en dos grupos: uno expuesto a una humedad relativa del 100% y otro al 20%, manteniéndolas alejadas de fuentes lumínicas, corrientes de aire y polvo ambiental. Los resultados indicaron que las huellas expuestas a 20% de humedad relativa presentaban una durabilidad de hasta 26 días, mientras que las expuestas a una humedad del 100% mostraron una durabilidad superior a los 30 días, sugiriendo que un ambiente saturado de humedad podría favorecer la conservación del residuo dactilar.

Además, se analizaron investigaciones relacionadas con el uso del reactivo cianoacrilato para el revelado de huellas dactilares, incluyendo un estudio reciente realizado en el Sector de Criminalística de la Superintendencia Regional de Policía Científica de Frontera en Chapecó, publicado en 2023. Esta investigación destaca la efectividad del proceso de revelado en soportes de vidrio y ofrece recomendaciones para el procedimiento, enfatizando la importancia de la distribución adecuada de objetos dentro de la cámara de vaporización para garantizar una circulación eficaz de los vapores (Silva, et al. 2023).

Se puede mencionar asimismo la tesis realizada por Armas Guzmán (2016), la cual menciona en sus conclusiones que "Para el revelado de huellas dactilares latentes en la escena del crimen, dentro de las técnicas modernas utilizadas por los técnicos de la DICRI, se encuentran el

cianoacrilato y el reactivo de partículas pequeñas, los cuales en su mayoría son escasamente usados por el ente investigador, debido al desconocimiento del empleo adecuado de dichas técnicas"(p.95), planteando que, a pesar de las ventajas potenciales que ofrece este reactivo, su uso es limitado debido al desconocimiento por parte de los peritos.

## Marco Metodológico

La presente investigación cuenta con un enfoque cuantitativo ya que como define Hernández Sampieri (2014) “representa un conjunto de procesos secuenciales y probatorios, en donde se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones.” (p.4)

Se trató de un estudio del tipo cuasi experimental, ya que existen variables que se manipularon, como el tipo de soporte, tiempo de exposición, el revelador que se aplicó, así como también su método de aplicación; y otras que escaparon de la intervención de la investigadora, o bien no fueron de su interés, por lo que no se manipularon. En cuanto a la cronología de las observaciones, fue del tipo prospectivo debido a que se produjeron y registraron los datos necesarios para poder llevar a cabo esta investigación, y con respecto a las mediciones fue longitudinal, ya que los datos se recolectaron en diferentes momentos o periodos durante 90 días para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

En la cual se utilizaron como población de estudio las huellas latentes depositadas en soportes no porosos, se llevó a cabo una delimitación de dicha población en la cual se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- Rango de edad entre 20 y 40 años.
- Sexo masculino.

La muestra analizada estuvo conformada por un total de 180 huellas latentes depositadas en soportes de vidrio. La selección fue de carácter no probabilístico, dado que se recurrió a las personas disponibles sin pretender que fueran estadísticamente representativas de una población determinada (Hernández Sampieri et al., 2014).

Respecto a la selección de la muestra, se incluyeron a 6 (seis) personas de sexo masculino, la cual se fundamentó en la evidencia aportada por diversos estudios, los cuales señalan una mayor concentración de ácidos grasos saturados en residuos de huellas depositadas por hombres, específicamente entre los 20 y 40 años de edad. En este sentido, Girod (2012) afirma que "El residuo de adultos, por el contrario, incluye escualeno, colesterol, ésteres de ácidos grasos grandes, ésteres de cera y glicéridos. Estos compuestos son mucho menos volátiles y, por lo tanto, persisten en los sustratos" (p. 11). Asimismo, se consideraron diferentes informes estadísticos nacionales y provinciales (Neuquén) contribuyendo a contextualizar los resultados obtenidos en relación con la práctica pericial en criminalística, donde la identificación de indicios, como las huellas dactilares, suele involucrar a este perfil.

En primer lugar, se tomó como referencia el Informe de Sentencias Condenatorias de la República Argentina 2020, elaborado por el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos y el Registro Nacional de Reincidencia, el cual señala que el 92,42 % de las personas condenadas corresponde al sexo masculino y en cuanto a la edad de los condenados al momento del hecho, la edad promedio fue de 31 años, la mediana de 29 años, y la moda de 20 años. Se destaca que el 77,31 % de los delitos fueron cometidos por personas entre 18 y 38 años, especialmente en los rangos de 18 a 23 años (23,62 %) y 23 a 28 años (22,47 %).

Complementariamente, se consultaron los informes del Sistema Nacional de Información Criminal (SNIC, 2023), que, si bien se basan en datos de inculpados (presuntos autores) y no en condenados, muestran una tendencia similar: una predominancia del sexo masculino y una mayor proporción de inculpados mayores de 18 años.

A nivel provincial, el informe del Sistema Nacional de Estadísticas sobre Ejecución de la Pena (SNEEP, 2023) presenta datos sobre la población penitenciaria en la provincia de Neuquén,

ámbito geográfico específico de esta investigación. De un total de 540 personas privadas de la libertad, 521 fueron categorizadas como “Varón” (96 %) y en cuanto a la edad, la mayor concentración de personas se encuentra entre los 25 y 54 años, siendo los rangos de 25 a 34 años (177 personas), 35 a 44 años (145 personas) y 45 a 54 años (106 personas) los más representativos.

Por otro lado, se estableció que las bajas temperaturas a las que se iban a exponer las muestras serían las ambientales durante los meses de mayo, junio y julio de 2024 en la ciudad de San Martín de los Andes, Neuquén. Esta ciudad pertenece a la región patagónica, cercana a la Cordillera de los Andes.

Para seleccionar el soporte de vidrio, se tuvo en cuenta la viabilidad espacial disponible. Se consideró que soportes de aproximadamente 30 mm de ancho y 100 mm de largo son adecuados para la siembra de las muestras y para su disposición en el ambiente abierto designado para esta investigación. Se dispuso que este ambiente abierto estaría techado para evitar que factores ambientales como lluvias constantes y nieve queden depositadas y acumuladas en los soportes de vidrio en contacto constante con las huellas dactilares latentes.

Se identificaron a los voluntarios con un número del 1 al 6 respectivamente y se le solicitó a cada uno que siembren la huella de su dedo pulgar derecho 2 (dos) veces de manera sucesiva en cada uno de los soportes rotulados con el número de voluntario, cada una de las huellas rotuladas respectivamente con la letra a y b para así identificarlas en todo el proceso de la investigación. Los dígitos utilizados para la muestra se designaron de la siguiente manera (Figura 2,3,4,5,6,7) :

Figura 2:Voluntario 1- Dígito Pulgar Derecho



Figura 3:Voluntario 2-Dígito Pulgar Derecho



Figura 4:Voluntario 3- Dígito Pulgar Derecho



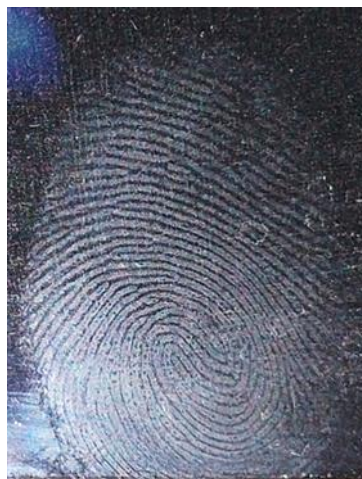
Figura 5:Voluntario 4-Dígito Pulgar Derecho



Figura 6:Voluntario 5- Dígito Pulgar Derecho



Figura 7:Voluntario 6- Dígito Pulgar Derecho



Siendo un total de 15 soportes, 1 (uno) como testigo del revelado mediante vapores de cianoacrilato de las huellas dactilares depositadas recientemente sin exposición a las bajas temperaturas, con el fin de poder comparar sus características con el resto, que corresponden a los 14 lapsos de tiempo que se determinaron de la siguiente manera: los primeros dos basados en las investigaciones que menciona Narcotti (2021), donde los mejores resultados de revelado “se obtienen en las primeras 48 horas, con posibilidades reducidas después de 3 o 4 días.” (Unidad 1, parte 3; sección 3.5.) Luego se realizó la recolección de muestras una vez por semana, teniendo en cuenta que las posibilidades de revelado, según los antecedentes, disminuyen. Finalmente, se llevó a cabo un último levantamiento de muestras a los 90 días y su posterior procesamiento con vapores de cianoacrilato de la totalidad del muestreo.

A su vez, se realizó un registro diario de la temperatura máxima, mínima y la humedad relativa ambiental correspondiente a la localidad de San Martín de los Andes, provincia del Neuquén. El mismo se llevó a cabo de manera sistemática accediendo al sitio oficial del Servicio Meteorológico Nacional (2023), organismo que proporciona información actualizada dos veces al día sobre las condiciones meteorológicas en todo el país, se seleccionaron los datos correspondientes a dicha localidad y se registraron diariamente durante los 90 días de exposición (Tabla 1).

*Tabla 1: Ejemplo del Registro de Temperatura y Humedad*

<b>Fecha</b>	<b>Día</b>	<b>Temperatura máx.</b>	<b>Temperatura min.</b>	<b>Humedad</b>
02/05	0			
03/05	1			
04/05	2			
05/05	3			
06/05	4			
07/05	5			
08/05	6			

09/05	7			
10/05	8			
11/05	9			
12/05	10			

Los soportes, mencionados anteriormente, fueron incrustados en forma vertical en un rectángulo de Telgopor de 50 cm de largo y 20 cm de ancho aproximadamente, y posteriormente expuestos al ambiente abierto. Dentro de este período, se extrajo un soporte de vidrio con las huellas de cada uno de los voluntarios a las 24 horas, 3, 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52, 59, 66, 73, 80 y 90 días de exposición. Estas muestras fueron fotografiadas y observadas a visu con luz artificial y lupa cuentahílos para su posterior análisis. Luego, se procedió al revelado en cámara con vapores de cianoacrilato, acelerado por calor de vapor de agua, de la siguiente manera:

- Se ubicaron los soportes de vidrio suspendidos dentro de la cámara para permitir que toda la superficie quede expuesta a los vapores de cianoacrilato.
- Se colocaron un contenedor de porcelana (taza) con agua hirviendo en el interior de la cámara.
- Se depositaron aproximadamente 15 gotas de “La Gotita líquida” en un contenedor de papel aluminio, el cual será colocado sobre la fuente de calor en el interior de la cámara, específicamente sobre la taza.
- Se selló la cámara, dejando los soportes expuestos a los vapores de cianoacrilato durante un período de aproximadamente 10 minutos. Durante este tiempo, se observó que las huellas colocadas en las ventanas de control de la cámara comienzan a ser visualizadas con una luz dirigida en forma oblicua, de esta forma se corroboró el correcto funcionamiento de la cámara y del proceso.

Posteriormente, se retiraron los soportes de vidrio e inmediatamente se observaron y fotografiaron las huellas reveladas, ubicando la cámara en forma perpendicular al soporte y una luz artificial en forma oblicua, con el fin de analizar tanto su aptitud para la comparación como la calidad del revelado con vapores de cianoacrilato.

La técnica a aplicar para la recolección de datos y el logro de los objetivos del presente estudio es la observación. Por lo tanto, los instrumentos utilizados son planillas donde se anotaron las diversas acciones, características y resultados de interés. A su vez, se empleó la metodología de revelado de vapores de cianoacrilato en cámara, y el Sistema Dactiloscópico Argentino (SDA) para clasificar los resultados obtenidos según los criterios de idoneidad, similitud y cantidad necesaria de puntos característicos, siendo el valor mínimo 12 puntos característicos.

## **Variables**

A continuación, se presenta la Tabla 2 que sintetiza las dos variables consideradas en esta investigación. La variable "Huellas dactilares" se clasifica como independiente, ya que se utiliza como base para explicar la segunda variable, "Revelado con Cianoacrilato", que es dependiente. Ambas variables son de naturaleza cualitativa, ya que los datos a considerar son cualidades. Ambas variables tienen un nivel de medición nominal y cada una de ellas cuenta con su propia unidad de medida, índices e instrumentos específicos. Además, se han resumido las definiciones, categorías y dimensiones que se han tenido en cuenta para las variables mencionada.

Tabla 2: Cuadro de Variables

VARIABLE	NATURALEZA	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	CATEGORÍAS	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	ÍNDICE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INSTRUMENTO
Huellas dactilares	Cualitativa	Independiente	Marca visible o latente dejadas de formas conscientes o subconsciente por los autores de un hecho por contacto directo de los tejidos epidérmicos sobre cualquier tipo de superficie apta para contenerlos como consecuencia del estampe producido por una sustancia colorante como el humor secretado por los poros de las glándulas sudoríparas o por presión	Composición del residuo de una huella	Edad (entre 20 y 40 años): la composición de ácidos grasos libres en el sebo cambia dramáticamente con la edad del donador. El valor se estabiliza del 16-19% para los sujetos adolescentes y postadolescentes (hasta aproximadamente los 45 años de edad).	Visualización de las Huellas Dactilares Latentes	Nominal	Características Visuales: No se visualiza. Parcial y Completa	1= no se visualiza 2= Parcial 3= Completa	Visualización de las huellas dactilares latentes depositadas en los soportes de vidrio posteriormente a la exposición a las bajas temperaturas del ambiente	Ficha de Registro donde se anotan las diversas acciones, características y resultados de interés
					Sexo (Masculino): se destaca que algunos compuestos (por ejemplo, urea, ácidos grasos) pueden ser útiles para diferenciar entre sexos. En su artículo, Buchanan explica que las diferencias podrían deberse al diferente metabolismo de procesos relacionados con las glándulas y las hormonas, que se ilustran principalmente por las diferencias en la posición de los dobles enlaces en los ácidos grasos insaturados.						
					Tiempo transcurrido desde la deposición: la experiencia indica que los mejores resultados se encuentran cuando el revelado de las huellas se realiza dentro de las primeras 48 hs de depositada la impresión, reduciéndose dramáticamente las posibilidades de un buen revelado en lapsos posteriores a los 3 o 4 días, siendo remota la posibilidad de un aceptable revelado cuando el intento se realiza luego de 3 o 4 semanas de depositada la huella.						
				Superficie	No poroso: Las superficies o soportes no porosas no absorben. Estas superficies repelen la humedad y con frecuencia aparecen pulidas. Estas incluyen vidrio, metal, plástico, madera lacada o pintada y caucho.						
				Condiciones Ambientales	Temperatura: Es un factor frecuente que afecta tanto en la composición del residuo de la huella dactilar, como en su transferencia al soporte y su permanencia en el mismo. No se trabajará con altas temperaturas debido a que son las más estudiadas encontrando un vacío en las temperaturas bajas. el clima frío aumenta la viscosidad de la materia que cubre la piel, afectando la detectabilidad de las impresiones latentes pero a su vez disminuye la cantidad de material en la superficie de la piel por la contracción de los conductos de las glándulas.			Características Visuales: Nitidez, Integridad y Similitud	0= No posee 1= Posee		
Revelado con Cianocrilato	Cualitativa	Dependiente	Es una técnica innovadora que utilizaba el éster alquil-2- cianoacrilato (un pegamento súper fuerte) como medio para desarrollar y revelar huellas dactilares latentes.	Cianoacrilato: es una resina de acrilato que se encuentra en forma de ésteres, como el éster etílico. Estos ésteres son líquidos monoméricos incoloros.	Proceso - Cámara de Vaporizado: para llevar a cabo el proceso, se necesitan ciertos equipos y materiales, que incluyen cianoacrilato y un recipiente o gabinete de vaporización. Es importante que este recipiente cuente con un sistema de ventilación adecuado, ya que los vapores de cianoacrilato pueden irritar las membranas mucosas del sistema respiratorio. Con el tiempo y exposición repetida, estos vapores pueden incluso desencadenar reacciones alérgicas en algunas personas.	Visualización de las Huellas Dactilares Reveladas	Nominal	Características Visuales: No se visualiza. Parcial y Completa	1= no se visualiza 2= Parcial 3= Completa	Visualización de las huellas dactilares reveladas en los soportes de vidrio posteriormente a la exposición a las bajas temperaturas del ambiente	Ficha de Registro donde se anotan las diversas acciones, características y resultados de interés
					Interacción con el residuo de la huella: entran en contacto con ciertos componentes cerinos presentes en los residuos de las marcas dactilares latentes, se produce una polimerización que les da un color blanco.						

## Recolección de datos

En relación con lo expuesto anteriormente, el instrumento para la recolección de datos con el fin de responder a los objetivos planteados son planillas estadísticas (Apéndice 1) por cada voluntario diferenciadas para cada objetivo específico de la presente, siendo un total de 30 planillas las cuales se detallarán a continuación: se colocará la edad y el número referencial del voluntario ya que se resguardarán los datos personales, tales como nombre, apellido y documento de identidad, de los mismos.

En las siguientes planillas, destinadas a responder el objetivo específico n°1, la primera (Tabla 3) se completará con las siguientes categorías que buscan describir la visualización de las huellas dactilares latentes, teniendo en cuenta que cada huella pertenece a una sola de las categorías propuestas. Las cuales son:

- "No se visualiza", que se aplica cuando la huella no es perceptible a simple vista ni con el uso de instrumentos ópticos y lumínicos, identificada con el número 1.
- "Parcial", usada cuando la huella se puede observar, pero presenta solamente 1 región topográfica del dactilograma, representada con el número 2.
- "Completa", empleada cuando la huella se puede observar y abarca entre 2 y 3 regiones topográficas del dactilograma, señalada con el número 3.

Tabla 3: Visualización de las Huellas Latentes

Tiempo de exposición	Huellas	Visualización
Testigo	a	
	b	
24hs	a	
	b	
3 días	a	

	b	
10 días	a	
	b	
17 días	a	
	b	
24 días	a	
	b	
31 días	a	
	b	
38 días	a	
	b	
45 días	a	
	b	
52 días	a	
	b	
59 días	a	
	b	
66 días	a	
	b	
73 días	a	
	b	
80 días	a	
	b	
90 días	a	
	b	

Y la segunda planilla (Tabla 4) se completará de la siguiente manera se va a marcar una opción de cada categoría relacionada con la visualización de las huellas latentes con respecto a su nitidez, integridad y similitud. Cada categoría ofrece dos opciones: "No posee", señalada con el número 0, y "Posee", identificada con el número 1.

Tabla 4: Visualización de Huellas Latentes

Tiempo de exposición	Huellas	Nitidez	Integridad	Similitud
Testigo	a			
	b			

24hs	a			
	b			
3 días	a			
	b			
10 días	a			
	b			
17 días	a			
	b			
24 días	a			
	b			
31 días	a			
	b			
38 días	a			
	b			
45 días	a			
	b			
52 días	a			
	b			
59 días	a			
	b			
66 días	a			
	b			
73 días	a			
	b			
80 días	a			
	b			
90 días	a			
	b			

En las planillas a continuación, destinadas a responder el objetivo específico n°2, la primera (Tabla 5) se completará con las siguientes categorías que buscan describir la visualización de las huellas dactilares reveladas, teniendo en cuenta que cada huella pertenece a una sola de las categorías propuestas. Las cuales son:

- "No se visualiza", que se aplica cuando la huella no es perceptible a simple vista ni con el uso de instrumentos ópticos y lumínicos, identificada con el número 1.

- "Parcial", usada cuando la huella se puede observar, pero presenta solamente 1 región topográfica del dactilograma, representada con el número 2.
- "Completa", empleada cuando la huella se puede observar y abarca entre 2 y 3 regiones topográficas del dactilograma, señalada con el número 3.

Tabla 5: Visualización de las Huellas Latentes

Tiempo de exposición	Huellas	Visualización de las Huellas
Testigo	a	
	b	
24hs	a	
	b	
3 días	a	
	b	
10 días	a	
	b	
17 días	a	
	b	
24 días	a	
	b	
31 días	a	
	b	
38 días	a	
	b	
45 días	a	
	b	
52 días	a	
	b	
59 días	a	
	b	
66 días	a	
	b	
73 días	a	
	b	
80 días	a	
	b	

90 días	a	
	b	

Y la segunda planilla (Tabla 6) se completará marcando la categoría a la cual pertenece cada huella revelada, siendo las categorías elegidas “Bajo contraste” indicada con el número 1, y “Alto contraste” señalada con el número 2, considerando como bien lo describe Narcotti (2021) que “bajo contraste es aquella en donde se distingue con mucha dificultad el objeto de interés del fondo que lo rodea; siendo, según la anterior definición, una imagen de alto contraste aquella en la cual se puede distinguir con absoluta claridad los bordes del objeto del fondo que lo rodea.”

(Unidad II)

Tabla 6: Visualización del Revelado

Tiempo de exposición	Huellas	Visualización del revelado
Testigo	a	
	b	
24hs	a	
	b	
3 días	a	
	b	
10 días	a	
	b	
17 días	a	
	b	
24 días	a	
	b	
31 días	a	
	b	
38 días	a	
	b	
45 días	a	
	b	
52 días	a	
	b	

59 días	a	
	b	
66 días	a	
	b	
73 días	a	
	b	
80 días	a	
	b	
90 días	a	
	b	

Para contestar al objetivo específico n°3 se confeccionó la siguiente planilla (Tabla 7), la cual se completará marcando una opción en cada categoría relacionada con la aptitud de las huellas reveladas con respecto a su nitidez, integridad, similitud y cantidad necesarios de puntos característicos. Cada categoría ofrece dos opciones: "No posee", señalada con el número 0, y "Posee", identificada con el número 1.

Tabla 7: Visualización de las Huellas Reveladas

Tiempo de exposición	Huellas	Nitidez	Integridad	Similitud	Cantidad de Puntos Característicos	Aptas
Testigo	a					
	b					
24hs	a					
	b					
3 días	a					
	b					
10 días	a					
	b					
17 días	a					
	b					
24 días	a					
	b					
31 días	a					
	b					
38 días	a					

	b					
45 días	a					
	b					
52 días	a					
	b					
59 días	a					
	b					
66 días	a					
	b					
73 días	a					
	b					
80 días	a					
	b					
90 días	a					
	b					

## **Análisis de Datos**

Para el análisis de los datos recolectados se seleccionó como programa Excel ya que trabaja de una manera sencilla, es una hoja de cálculo que forma parte del paquete de Microsoft Office. Se utiliza principalmente para llevar un registro de datos y realizar cálculos y análisis sobre ellos. Además, Excel también permite crear gráficos y tablas para visualizar y presentar los resultados de manera clara.

Se analizaron las huellas latentes luego de la exposición a las bajas temperaturas ambientales y posteriormente las huellas reveladas con vapores de cianoacrilato de las muestras de los 6 voluntarios, siendo un total de 180 huellas digitales. Para esto se realizaron planillas estadísticas, las cuales fueron completadas en forma manual por la investigadora, y se crearon los gráficos correspondientes.

A su vez se realizó la recolección de los datos de temperaturas máximas y mínimas, y la variabilidad de la humedad durante los 90 días de esta investigación utilizando una planilla estadística, la cual fue completadas de manera manual por la investigadora.

### *Objetivo Específico 1*

Como se mencionó anteriormente, se analizaron huellas dactilares latentes luego de la exposición a las bajas temperaturas ambientales de cada voluntario observando cómo se visualizaban las mismas y se evaluó si poseían tres características fundamentales: nitidez, integridad y similitud, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 8):

*Tabla 8: Visualización de las Huellas Latentes: Totales*

Cantidad de Huellas Latentes por Voluntario	COMPLETAS	PARCIALES	NITIDEZ	INTEGRIDAD	SIMILITUD
VOLUNTARIO 1 26 años	30	0	30	30	30
VOLUNTARIO 2 20 años	30	0	30	30	30
VOLUNTARIO 3 37 años	29	1	30	28	29
VOLUNTARIO 4 32 años	30	0	30	30	30
VOLUNTARIO 5 39 años	30	0	30	28	30
VOLUNTARIO 6 28 años	25	5	29	24	24

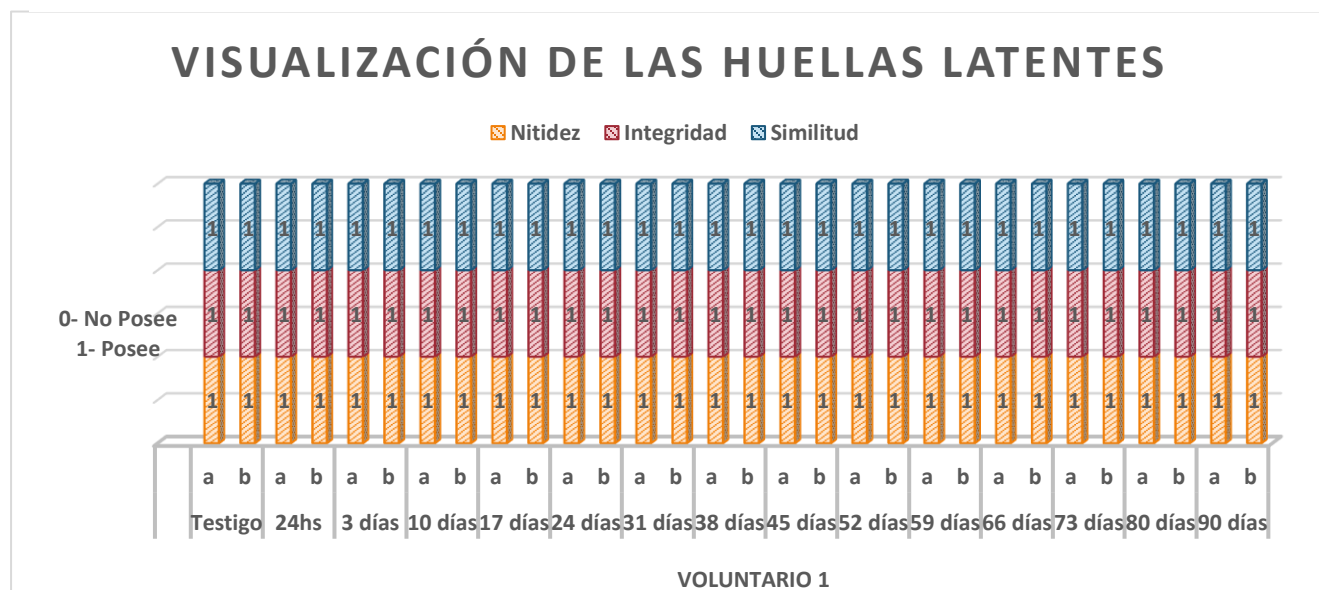
Análisis de las Huellas Latentes de cada voluntario:

#### *Voluntario 1*

Las 30 huellas latentes analizadas del Voluntario 1, de 26 años, fueron clasificadas como pertenecientes al tipo fundamental Presilla Externa. Durante todo el período de exposición, estas huellas se visualizaron completas y sin interrupciones significativas en la formación del dactilograma.

Tal como se observa en la Figura 8, las huellas conservaron de forma consistente y positiva las tres características evaluadas: nitidez, integridad y similitud morfológica, en cada uno de los intervalos establecidos. En cuanto a la nitidez, se evidenció una clara preservación del diseño papilar, incluso en los lapsos de exposición más prolongados, con líneas bien definidas y escasa distorsión. La integridad se mantuvo estable, sin presencia de zonas barridas, áreas deformadas o pérdida de líneas y espacios por acción de agentes externos. Por su parte, la similitud entre las huellas expuestas y las huellas testigo fue alta en todos los casos, lo que indica que se conservó sin alteraciones estructurales significativas que afectaran su comparación.

Figura 8: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 1



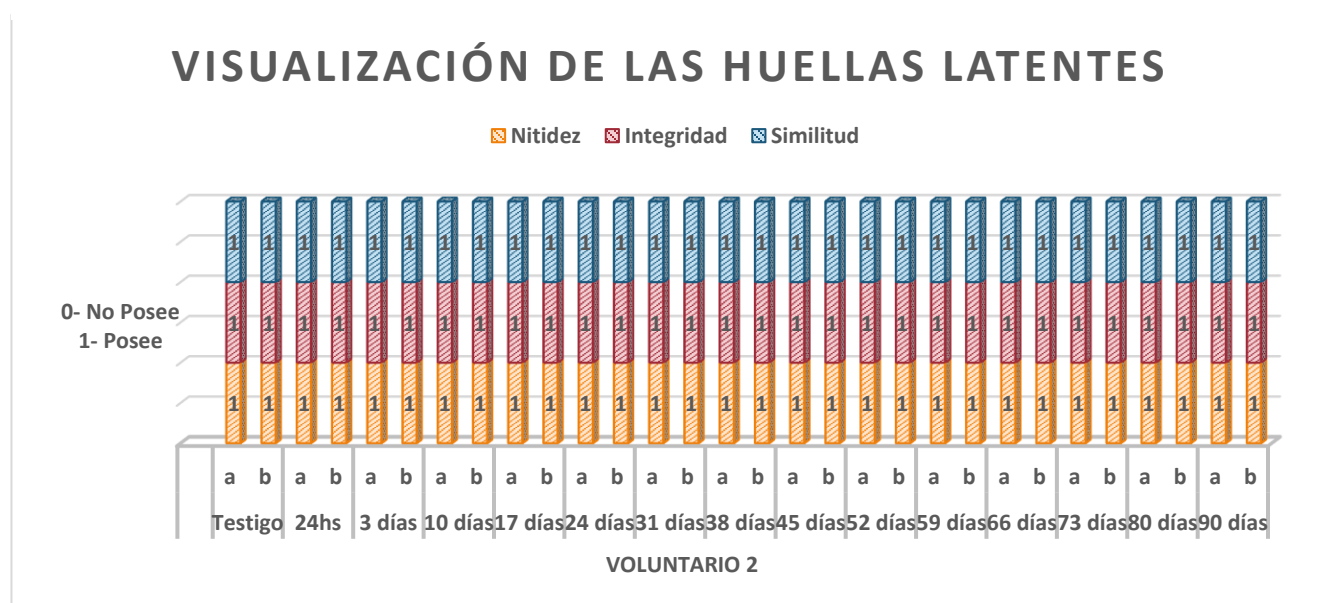
Estos resultados sugieren que las condiciones de exposición no afectaron de gran manera las características visuales de las huellas de este voluntario, pero si dificultaron las tareas de fotografiado ya que se pudo observar que a partir de los 30 días de exposición las muestras poseían una capa significativa de polvo y manchas sobre el soporte.

## Voluntario 2

Las 30 huellas latentes analizadas del Voluntario 2, de 20 años, fueron clasificadas como pertenecientes al tipo fundamental Verticilo. Durante todo el período de exposición, estas huellas se visualizaron completas y sin interrupciones significativas en la formación del dactilograma.

Tal como se observa en la Figura 9, las huellas conservaron de forma consistente y positiva las tres características evaluadas: nitidez, integridad y similitud morfológica, en cada uno de los intervalos establecidos. En cuanto a la nitidez, se evidenció una clara preservación del diseño papilar, incluso en los lapsos de exposición más prolongados, con líneas bien definidas. La integridad se mantuvo estable, sin presencia de zonas barridas, áreas deformadas o pérdida de líneas y espacios por acción de agentes externos. Por su parte, la similitud entre las huellas expuestas y las huellas testigo fue alta en todos los casos, lo que indica que se conservó sin alteraciones estructurales significativas que afectaran su comparación.

Figura 9: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 2

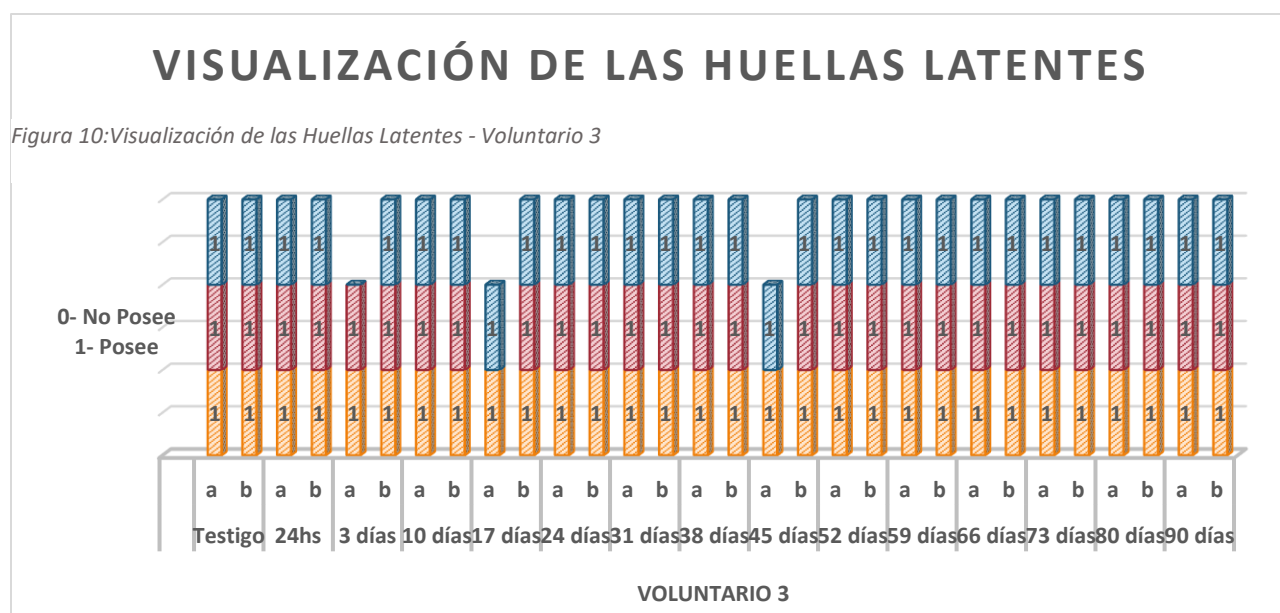


Estos resultados sugieren que las condiciones de exposición no afectaron de gran manera las características visuales de las huellas de este voluntario, pero si dificultaron las tareas de fotografiado ya que se pudo observar que a partir de los 30 días de exposición las muestras poseían una capa significativa de polvo y manchas sobre el soporte.

### Voluntario 3

Las 30 huellas latentes correspondientes al Voluntario 3, de 37 años de edad, fueron clasificadas como pertenecientes al tipo fundamental Presilla Externa. De la totalidad de las muestras obtenidas, 29 huellas se visualizaron completas, mientras que 1 fue observada de manera parcial, sin pérdida total del patrón.

Tal como se muestra en la Figura 10, 27 huellas presentaron positivamente las tres características evaluadas: nitidez, integridad y similitud. Se identificó que una huella latente, correspondiente a la muestra “a” con 3 días de exposición, no presentó de forma positiva la característica de similitud morfológica con respecto a su correspondiente huella testigo, lo cual podría deberse a una alteración temprana en la conservación del residuo o a una menor presión en el momento del depósito. Además, dos huellas, también pertenecientes a la muestra “a”, con



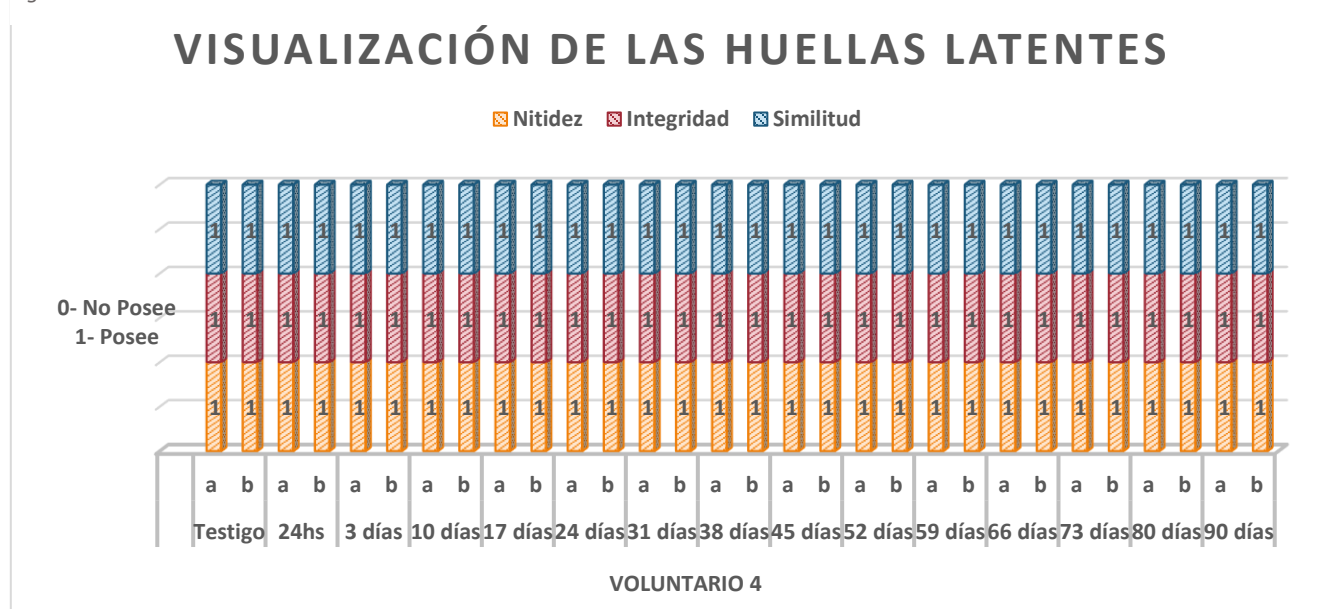
tiempos de exposición de 17 y 45 días, evidenciaron pérdida parcial de la integridad, observándose cortes o zonas interrumpidas que dificultan la continuidad del trazado papilar.

A pesar de estas tres excepciones, el resto de las huellas mostró un comportamiento favorable, manteniendo una buena visualización de las características estudiadas, evidenciando que se conservaron durante los 90 días de exposición y que no hay un deterioro sistemático de la huella en relación al transcurso del tiempo, pero si se identificó que pasado los 50 días de exposición las líneas del dactilograma se engrosaron dejando un menor espacio entre sí. También se puede mencionar que las muestras a partir de los 38 días de exposición poseían una capa de polvo ambiental y manchas sobre el soporte que dificultaron las tareas de fotografiado.

#### Voluntario 4

Las 30 huellas latentes correspondientes al Voluntario 4, de 32 años de edad, fueron clasificadas como tipo fundamental Verticilo, las cuales fueron visualizadas de manera completa, sin interrupciones o pérdidas del patrón. Tal como se ilustra en la Figura 11, la totalidad de las muestras evaluadas presentaron de forma positiva las tres características analizadas: nitidez, integridad y similitud.

Figura 11: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 4



La nitidez se mantuvo en todas las etapas del experimento, con líneas y espacios bien definidos y mínimos signos de distorsión o pérdida de contraste. La integridad estructural del dactilograma no se vio afectada por el tiempo de exposición, ya que no se observaron pérdida de campo útil para su análisis. Asimismo, la similitud con respecto a las huellas testigo fue clara, con conservación de los elementos fundamentales del patrón, lo que indica que el residuo dactilar no sufrió modificaciones significativas que impidieran su comparación.

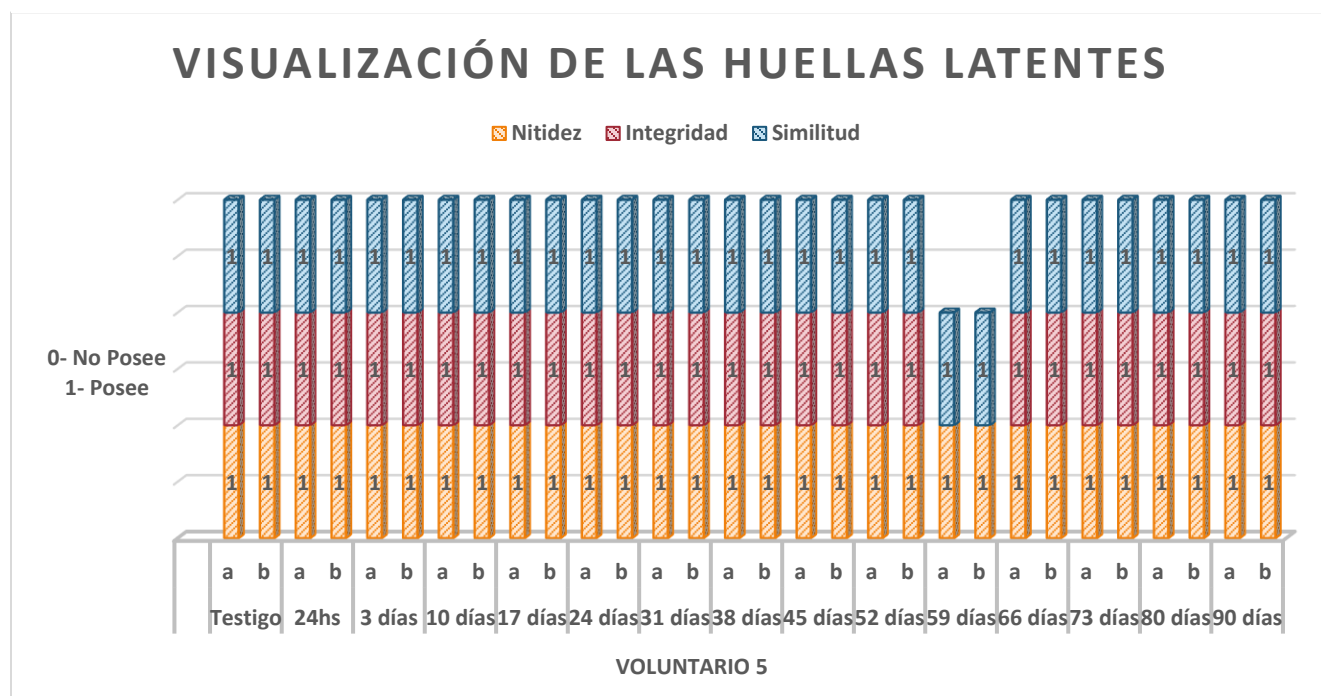
Estos resultados sugieren que las condiciones de exposición no afectaron de gran manera las características visuales de las huellas de este voluntario, pero si dificultaron las tareas de fotografiado ya que se pudo observar que a partir de los 30 días de exposición las muestras poseían una capa significativa de polvo y manchas sobre el soporte.

#### *Voluntario 5*

Las 30 huellas latentes obtenidas del Voluntario 5, un individuo de 39 años de edad, fueron clasificadas como pertenecientes al tipo fundamental Verticilo. Durante los 90 días de exposición las huellas se visualizaron en su totalidad, sin interrupciones estructurales en la conformación del dactilograma.

Como se muestra en la Figura 12, 28 de las 30 huellas analizadas conservaron de manera positiva las tres características observadas: nitidez, integridad y similitud. Sin embargo, se identificaron dos excepciones, pertenecientes a las muestras “a” y “b” del día 59 de exposición, donde se registró una pérdida parcial de la integridad, evidenciada por áreas interrumpidas, cortes o zonas levemente desdibujadas, que, si bien no impidieron la visualización completa, podrían haber afectado levemente la continuidad del patrón.

Figura 12: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 5



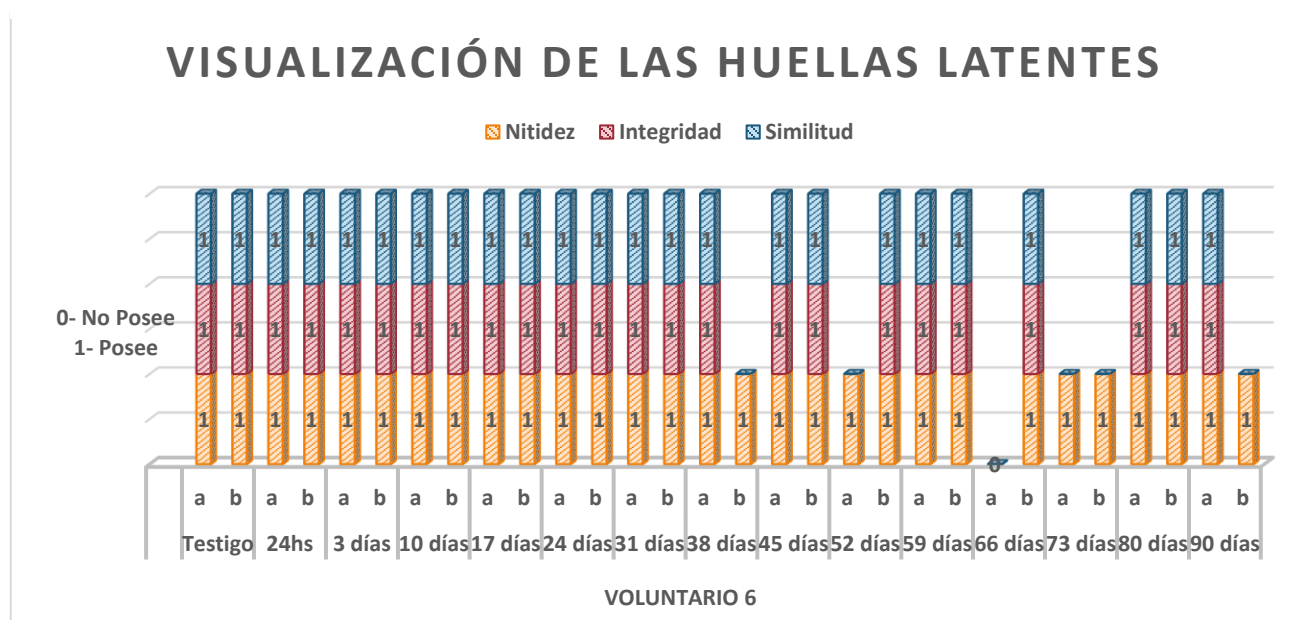
A pesar de estas excepciones, la mayoría de las muestras presentó condiciones óptimas de conservación incluso a los 90 días, observándose que desde los 45 días de exposición en adelante las muestras mostraban una capa de polvo ambiental y manchas sobre el soporte que dificultaban su visualización y fotografiado mas no el análisis de las huellas.

### Voluntario 6

De las 30 huellas latentes analizadas del Voluntario 6, de 28 años, se pudieron clasificar 24 como tipo fundamental Verticilo, de las cuales se observaron 25 completas y 5 de manera parcial, evidenciando una leve disminución en la calidad de conservación en algunos casos.

Como se observa en la figura 13, uno de ellos es 1 huella latente perteneciente a la muestra “a” levantada a los 66 días de exposición, la cual no posee de manera positiva ninguna las características analizadas. Y los otros casos se tratan de 5 huellas latentes que solo poseían nitidez siendo estas las muestra “b” levantadas a los 38 y 90 días de exposición; la muestra “a” levantada a los 52 días de exposición; y las muestras “a” y “b” levantada a los 73 días de exposición; en estos casos, si bien las líneas y espacios eran visibles, se observó pérdida parcial del dibujo, cortes, áreas desdibujadas, lo que impidió la conservación total de la integridad estructural y dificultó la comparación con las huellas testigo.

Figura 13: Visualización de las Huellas Latentes - Voluntario 6



Estos resultados indican una tendencia a la degradación en exposiciones superiores a los 50 días, más acentuada a partir de los 66 días en adelante. No obstante, la mayoría de las huellas del Voluntario 6 mostró condiciones óptimas de conservación. Las alteraciones registradas podrían estar asociadas a la presión irregular al momento del depósito, a condiciones ambientales o externas (como condensación puntual en ciertas placas) o a variaciones en la composición del residuo.

A pesar de estas excepciones, el conjunto de resultados permite afirmar que este voluntario también presenta evidencia que contribuye al cumplimiento del primer objetivo específico, dado que una parte sustancial de sus huellas mantuvo condiciones visuales adecuadas durante gran parte del período de exposición, permitiendo su análisis y evaluación dactiloscópica.

### *Objetivo Especifico 2*

Posteriormente, se analizaron las características de las huellas dactilares reveladas con vapores de cianoacrilato luego de la exposición a las bajas temperaturas ambientales de cada voluntario, siendo un total de 180 huellas reveladas. Teniendo en cuenta como se visualizaban las huellas y la visualización del revelado categorizado en Bajo y Alto Contraste, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 9) :

*Tabla 9: Visualización de las Huellas Reveladas: Totales.*

Cantidad de huellas por Voluntario	COMPLETAS	PARCIALES	BAJO CONTRASTE	ALTO CONTRASTE
VOLUNTARIO 1 26 años	30	0	20	10
VOLUNTARIO 2 20 años	30	0	18	12
VOLUNTARIO 3 37 años	30	0	4	26
VOLUNTARIO 4 32 años	30	0	12	18
VOLUNTARIO 5 39 años	30	0	0	30
VOLUNTARIO 6 28 años	28	2	6	24

### Voluntario 1

Se analizaron las 30 huellas dactilares reveladas del Voluntario 1, observándose que todas las muestras se visualizaron completas. En este caso, se observó que 20 de las 30 huellas analizadas poseen un revelado de Bajo contraste, caracterizado por una tonalidad tenue lo que puede dificultar la visualización precisa de los puntos característicos.

Por otro lado, 10 huellas reveladas presentaron Alto contraste, lo cual indica una fijación eficaz del polímero sobre el residuo de la huella, se correspondieron principalmente a las muestras levantadas entre los días 3 y 31 de exposición, así como a los días 45, 52, 66, 73 y 90, según se muestra en la Figura 14. Esto puede indicar que no se concentró exclusivamente en las primeras etapas de exposición, sino que también se manifestó en algunos puntos del período final, lo que podría sugerir que la calidad del revelado no sigue una tendencia lineal clara en función del tiempo de exposición, sino que puede estar influida por otros factores como la cantidad y composición del residuo de la huella o la presión ejercida al momento del sembrado.

Figura 14: Visualización del Revelado - Voluntario 1



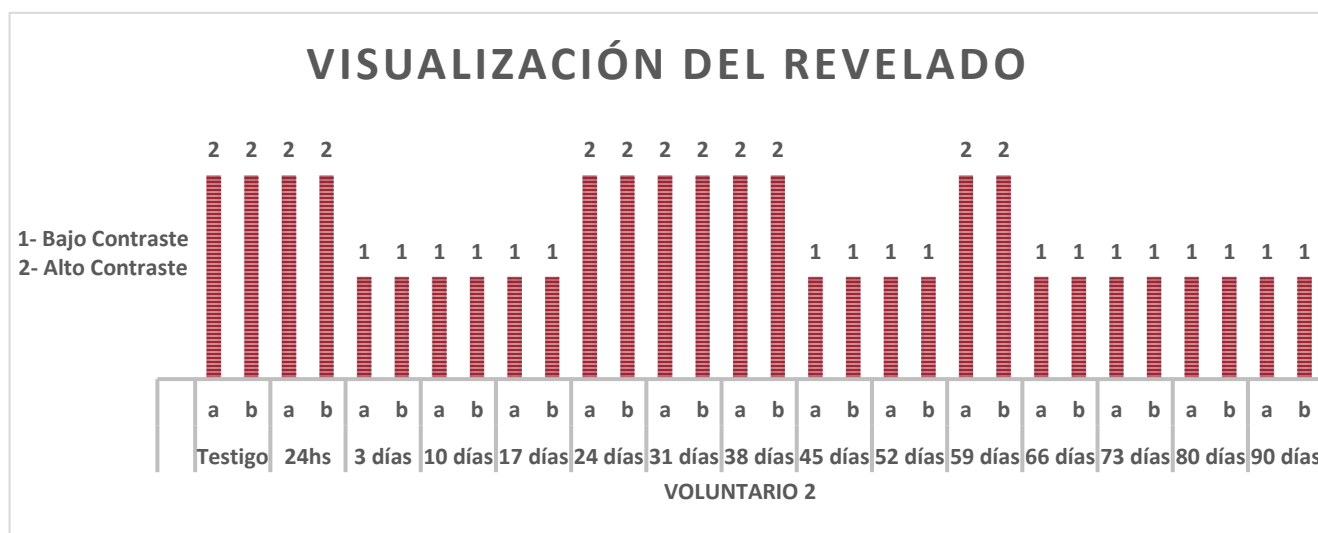
## Voluntario 2

Se analizaron las 30 huellas dactilares del Voluntario 2 reveladas, observándose que todas las muestras fueron visualizadas como completas, es decir, con presencia de las tres regiones.

De las 30 huellas reveladas, 18 presentaron un revelado de Bajo contraste, mientras que 12 mostraron Alto contraste. Las muestras con Alto, se correspondieron con las huellas testigo y aquellas levantadas a las 24 horas, y a los 24, 31, 38 y 59 días de exposición y el resto de las muestras se corresponden al bajo relieve, como se ilustra en la Figura 15. Esto sugiere que, en estos casos, durante el primer mes y medio de exposición, el residuo de la huella conservó buena parte de su composición, permitiendo una polimerización adecuada del cianoacrilato.

En cambio, las 18 huellas con Bajo contraste se distribuyeron de forma intermitente a lo largo de la exposición, lo que puede sugerir que la pérdida de contraste no se asoció exclusivamente al paso del tiempo, sino que podría estar relacionada con factores individuales del voluntario, como la composición del residuo de la huella o la presión de contacto al momento del sembrado.

Figura 15:: Visualización del Revelado - Voluntario 2

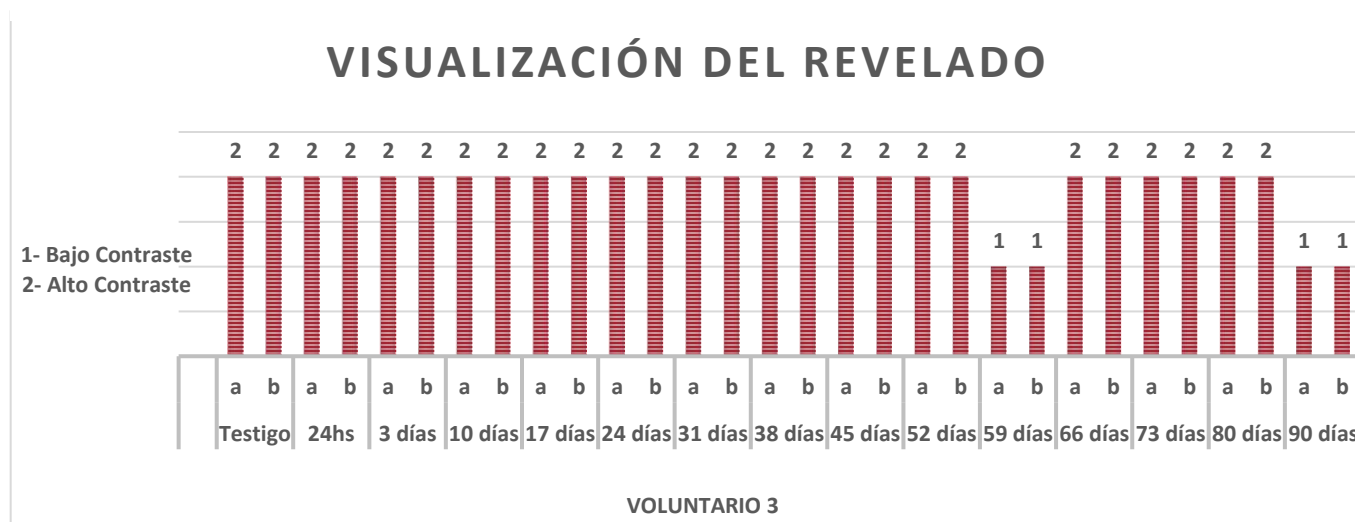


### Voluntario 3

Se analizaron las 30 huellas latentes del Voluntario 3 reveladas mediante la técnica de vapores de cianoacrilato, observándose que todas las huellas fueron visualizadas de manera completa.

De las 30 muestras examinadas, 26 presentaron un revelado de Alto contraste, o que permitió visualizar con claridad los trazos del dibujo dactilar, Lo que podría sugerir un comportamiento favorable del residuo de la huella del Voluntario 3. Por otro lado, 4 huellas reveladas presentaron un contraste bajo, correspondiente a las muestras tomadas a los 59 y 90 días de exposición, como se observa en la Figura 16. En estas muestras, el revelado fue tenue o irregular, pudiéndose asociar a una degradación del residuo de la huella tras exposiciones prolongadas y las condiciones ambientales o externas, reduciendo la cantidad de compuestos capaces de reaccionar con el cianoacrilato.

Figura 16: Visualización del Revelado - Voluntario 3



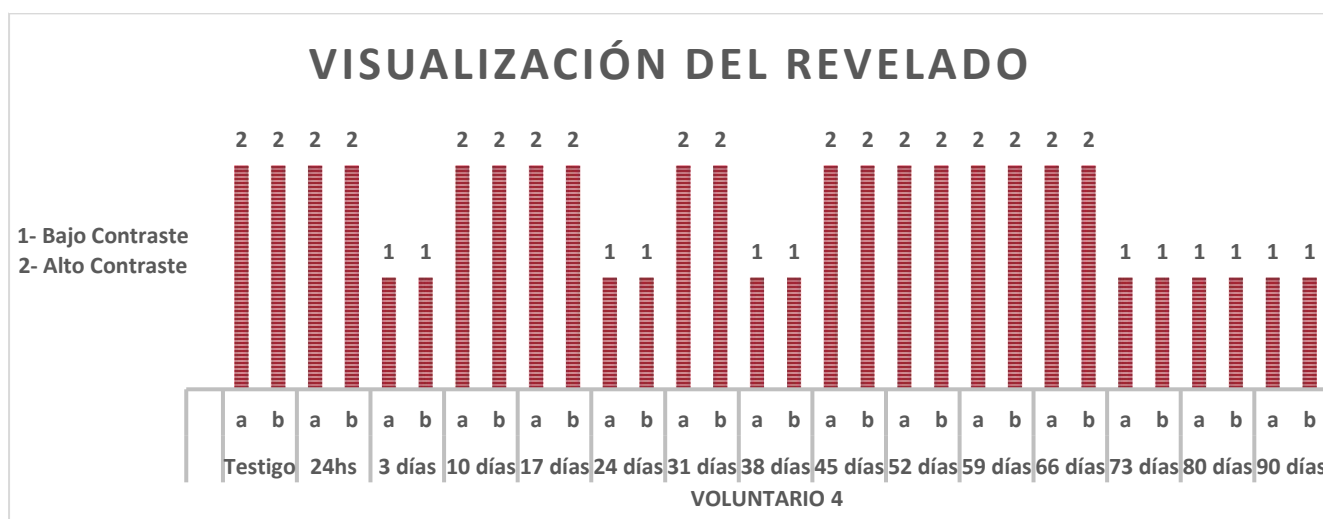
### Voluntario 4

Del total de huellas analizadas, 20 presentaron un revelado de Alto contraste, se distribuyeron principalmente en los primeros dos tercios del período experimental,

correspondiendo a muestras recolectadas entre las 24 horas y los 66 días de exposición, lo que evidencia un rendimiento estable del residuo de la huella durante este periodo.

En cambio, 10 huellas reveladas presentaron Bajo contraste, éstas se corresponden a las muestras levantadas a los días 3, 24, 38, y particularmente a las comprendidas entre los días 73 y 90 de exposición, como se muestra en la Figura 17. Esta disminución en la calidad del revelado podría sugerir una degradación progresiva del residuo de la huella tras períodos prolongados de exposición a las bajas temperaturas.

Figura 17: Visualización del Revelado - Voluntario 4



### Voluntario 5

Se analizaron las 30 huellas reveladas del Voluntario 5, visualizando que todas son completas y poseen un revelado de Alto contraste con la totalidad de las huellas, como se puede observar en el gráfico a continuación (Figura 18). Lo que podría sugerir un comportamiento favorable del residuo de la huella del Voluntario 5 (como la composición lipídica del sebo) frente a los vapores de cianoacrilato que facilitaron la adherencia y polimerización

Figura 18: Visualización del Revelado - Voluntario 5



### Voluntario 6

Se analizaron las 30 huellas reveladas del Voluntario 6, visualizando que todas son completas. Como se puede observar en la figura 19, del total de huellas analizadas, 24 presentaron un revelado de Alto contraste, evidenciando una buena interacción entre el residuo de la huella y los vapores de cianoacrilato, estas huellas correspondieron principalmente a muestras recolectadas entre las 24 horas y los 66 días de exposición, lo que sugiere que el residuo aún conservaba una proporción significativa de compuestos capaces de reaccionar con el polímero.

En cambio, 6 huellas reveladas mostraron Bajo contraste, estas correspondieron a las muestras tomadas entre los 73 y 90 días de exposición, se evidenció una distribución irregular o tenue del polímero, lo que podría indicar una degradación parcial del residuo dactilar, posiblemente debido al tiempo prolongado de exposición, las condiciones ambientales o externas y el residuo de la huella de este voluntario.

Figura 19: Visualización del Revelado - Voluntario 6



### *Objetivo Especifico 3*

Por último, se analizaron las características de las huellas dactilares reveladas con vapores de cianoacrilato luego de la exposición a las bajas temperaturas ambientales de cada voluntario, siendo un total de 180 huellas reveladas. Teniendo en cuenta si poseen las características de nitidez, integridad, similitud y cantidad de puntos característicos, consideraron aptas si se encontraban 12 puntos característicos, cantidad mínima necesaria para determinar identidad requerida por el Sistema Dactiloscópico Argentino. Obteniendo los siguientes resultados (Tabla 10):

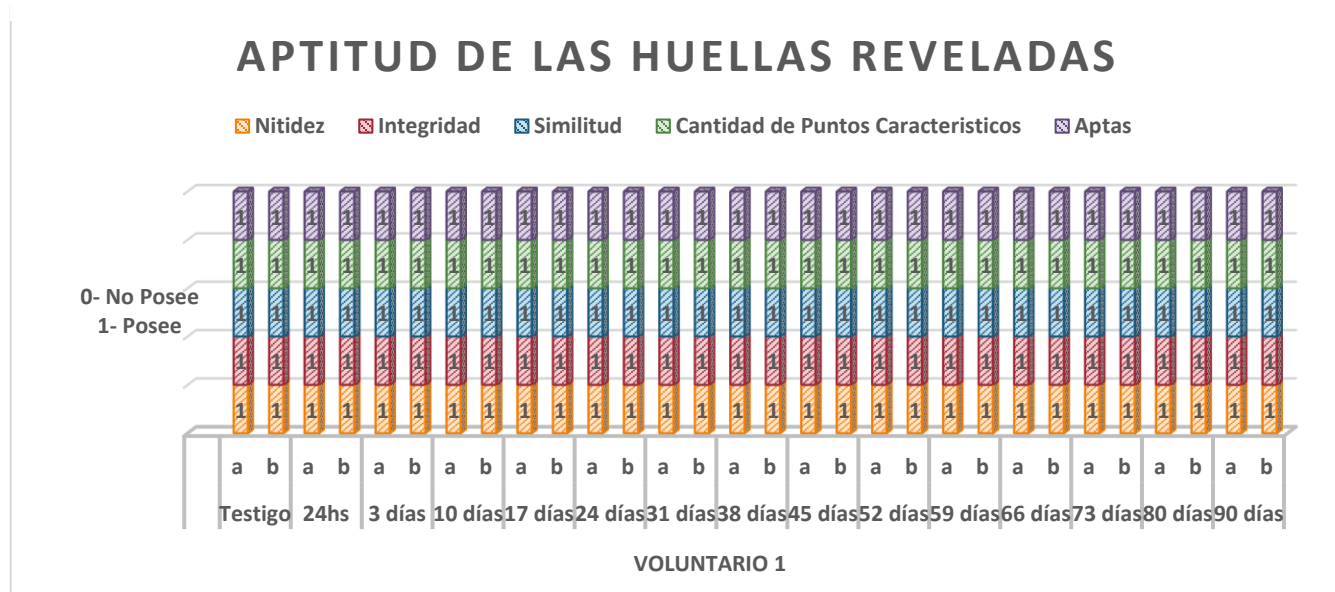
Tabla 10: Visualización de las Huellas Reveladas.

Cantidad de Huellas reveladas por Voluntario	Nitidez	Integridad	Similitud	Cantidad de Puntos Característicos	Aptas
VOLUNTARIO 1 26 años	30	30	30	30	30
VOLUNTARIO 2 20 años	30	30	30	30	30
VOLUNTARIO 3 37 años	30	23	29	23	23
VOLUNTARIO 4 32 años	30	30	30	30	30
VOLUNTARIO 5 39 años	29	26	29	26	26
VOLUNTARIO 6 28 años	28	20	25	20	20

### Voluntario 1

Tal como se observa en la Figura 20, las 30 huellas dactilares latentes correspondientes al Voluntario 1, una vez reveladas mediante la técnica de vapores de cianoacrilato, conservaron de forma positiva las cuatro características fundamentales: nitidez, integridad, similitud morfológica y cantidad de puntos característicos. La totalidad de las muestras resultó apta para identificación humana, cumpliendo con los criterios establecidos por la investigadora.

Figura 20: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 1



Durante el proceso de revelado se observaron dos condiciones recurrentes asociadas al uso del cianoacrilato. La primera de ellas fue la formación de una capa de residuo polimérico en el reverso del soporte de vidrio, lo que dificultó en ciertos casos tanto la visualización a simple vista como el proceso de fotografía forense. Esta condición se presentó en las muestras 3, 4, 5, 8 y 9. La segunda situación observada fue la aparición de manchas localizadas de cianoacrilato en el anverso del vidrio, sin contacto directo con la huella, las cuales no interfirieron con el análisis técnico, pero sí constituyeron un hallazgo frecuente en las muestras restantes.

A pesar de estas condiciones, las huellas reveladas conservaron su aptitud para el cotejo, manteniendo una cantidad suficiente de puntos característicos y una configuración morfológica estable que permitieron resultados favorables. Este desempeño puede atribuirse a varios factores, entre ellos: la presión adecuada en el momento del depósito, la edad del donante (26 años), y la temperatura baja del entorno, que posiblemente contribuyeron a ralentizar la degradación del residuo.

### *Voluntario 2*

Como se observa en la Figura 21, las 30 huellas latentes correspondientes al Voluntario 2, reveladas mediante la técnica de vapores de cianoacrilato, presentaron de manera positiva las cuatro características evaluadas: nitidez, integridad, similitud morfológica y cantidad suficiente de puntos característicos. En todos los casos, las huellas se conservaron para ser consideradas aptas para la identificación humana, aun tras los 90 días de exposición a condiciones ambientales frías.

En cuanto a la nitidez se mantuvo en todo el proceso, permitiendo visualizar los trazos con definición. La integridad estructural fue preservada, sin evidencias de cortes o pérdidas significativas del diseño papilar. En cuanto a la similitud, las huellas reveladas guardaron una correspondencia clara con las huellas testigo. Finalmente, la cantidad de puntos característicos presentes en cada huella fue suficiente para realizar un cotejo, cumpliendo con los requisitos.

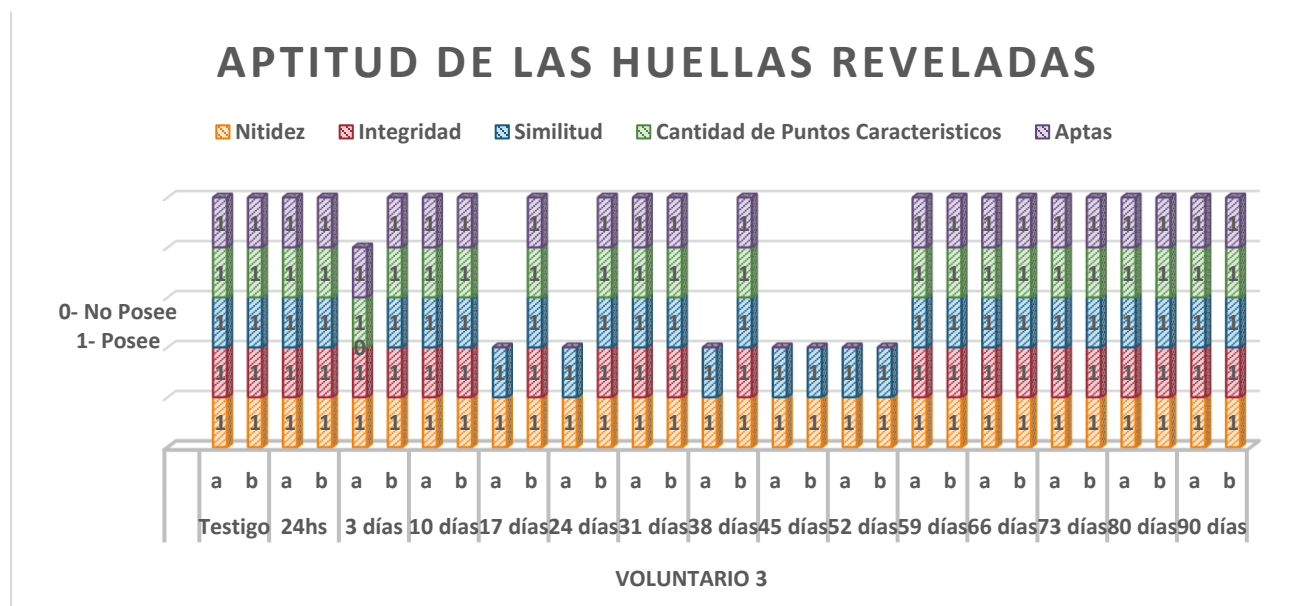


positiva las cuatro características analizadas: nitidez, integridad, similitud morfológica y cantidad suficiente de puntos característicos para la identificación.

En contraste, una huella correspondiente a la muestra “a” levantada a los 3 días de exposición presentó todas las características excepto la similitud, lo que podría deberse a un error en el depósito, un desplazamiento del dedo o condiciones ambientales que alteraron el trazo. Por otro lado, tres huellas reveladas, las muestras “a” tomadas a los 17, 24 y 38 días de exposición, solo conservaron nitidez y similitud, pero presentaron pérdida parcial de integridad y no contaban con puntos característicos suficientes para ser consideradas aptas. Finalmente, cuatro huellas, las muestras “a” y “b” reveladas a los días 45 y 52, mostraron deficiencias más marcadas, sin cumplir con los requisitos técnicos necesarios para una identificación confiable.

En conjunto, se determinó que 23 de las 30 huellas fueron aptas para identificación humana, mientras que 7 huellas reveladas fueron clasificadas como no aptas, debido a la ausencia de una o más características clave, especialmente en exposiciones superiores a los 38 días. Este patrón sugiere una tendencia a la pérdida progresiva de integridad y por consecuencia en la cantidad de puntos característicos a partir del segundo tercio del período de exposición, lo que podría vincularse con condiciones ambientales más agresivas o con la composición individual del residuo dactilar del voluntario

Figura 22:Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 3



Durante el proceso de revelado, también se observaron dos condiciones técnicas recurrentes. En las muestras 6 y 8 se formó una capa de cianoacrilato en el vidrio, lo que dificultó la observación directa y el registro fotográfico. Esta capa no afectó la estructura de la huella, pero sí presentó una interferencia visual. Por otro lado, en la mayoría de las muestras restantes se observaron manchas de cianoacrilato en el soporte, que no comprometieron el análisis técnico de las huellas. En cambio, las muestras 1, 2, 11, 12 y 13 no presentaron ninguna de estas condiciones adicionales, lo que sugiere que no todos los procesos de revelado se vieron igualmente afectados.

Si bien se registró un número reducido de huellas no aptas en este caso, la mayoría de las muestras conservaron propiedades suficientes para la identificación humana durante los 90 días de exposición.

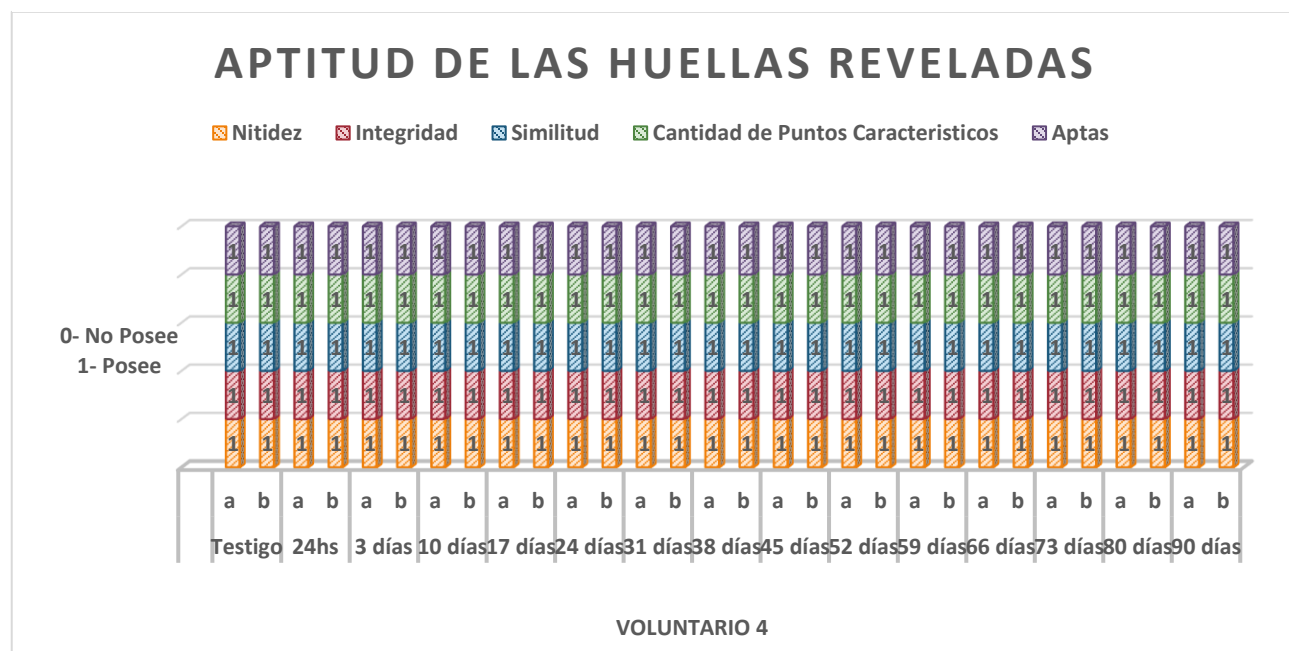
#### *Voluntario 4*

Tal como se observa en la Figura 23, las 30 huellas dactilares latentes correspondientes al Voluntario 4, reveladas mediante la técnica de vapores de cianoacrilato, conservaron de manera positiva y consistente las cuatro características evaluadas: nitidez, integridad, similitud y cantidad

suficiente de puntos característicos. Esto permitió que la totalidad de las muestras fuera considerada apta para la identificación humana, incluso tras haber sido expuestas durante un período de 90 días a condiciones ambientales frías.

El análisis mostró que la nitidez fue buena en todas las muestras, lo que permitió identificar las líneas y espacios con precisión. La integridad se mantuvo en su totalidad, sin zonas desdibujadas ni pérdidas significativas del patrón. Asimismo, se observó una similitud con las huellas testigo, lo que indica una conservación estructural adecuada del residuo dactilar. Finalmente, cada muestra presentó una cantidad suficiente de puntos característicos, en concordancia con los requisitos exigidos.

Figura 23: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 4



Durante el proceso de revelado, se identificaron dos condiciones técnicas frecuentes. En primer lugar, en las muestras 2 y 5 se evidenció la formación de una capa de cianoacrilato sobre el soporte, lo cual no afectó la huella en sí, pero dificultó la observación a simple vista y la toma

fotográfica por la opacidad generada. En segundo lugar, en la mayoría de las muestras restantes se presentaron manchas de cianoacrilato en el soporte, ubicadas fuera del área de contacto de la huella, que no interfirieron con el análisis técnico. Es importante destacar que las muestras 1, 7, 11 y 12 no evidenciaron ninguna de estas condiciones mencionadas, lo cual podría estar vinculada con la distribución de los soportes y/o también de la distribución del vapor en la cámara de revelado.

En general el Voluntario 4 en esta etapa de la investigación fue altamente positivo, ya que no solo se conservaron todas las características esenciales para el cotejo, sino que no se registró ningún caso de deterioro sistemático en relación con el tiempo transcurrido de exposición.

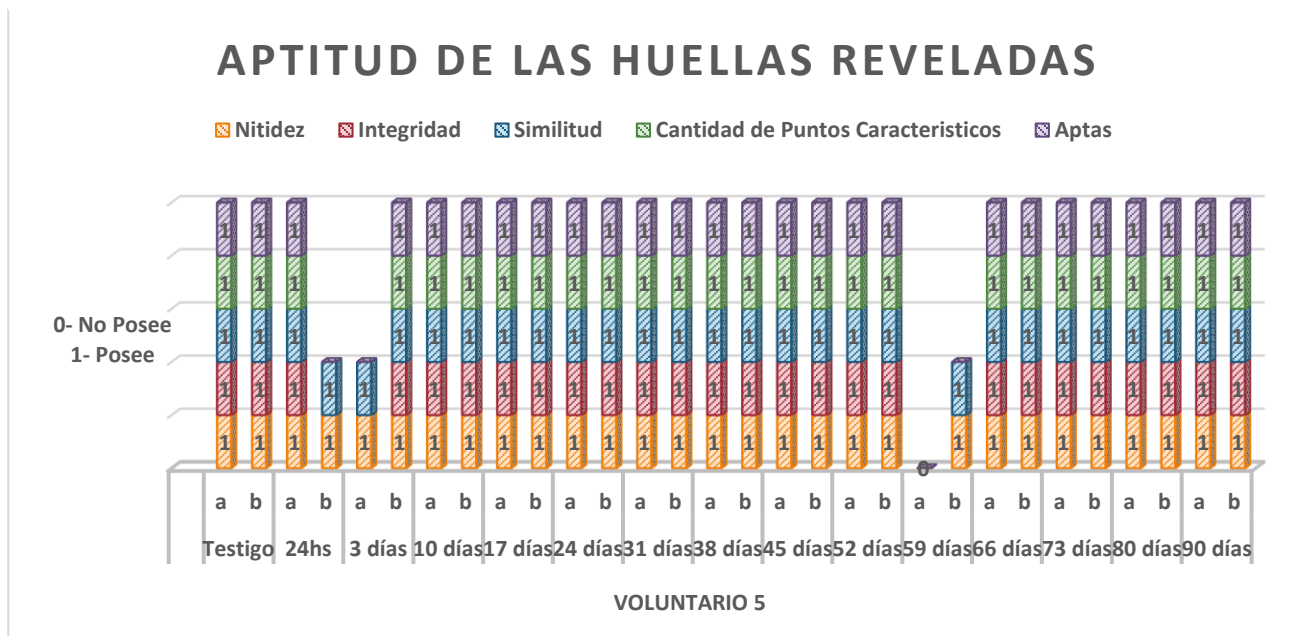
#### *Voluntario 5*

Tal como se ilustra en la Figura 24, las huellas latentes del Voluntario 5, de 39 años de edad, reveladas mediante vapores de cianoacrilato, presentaron en su mayoría un resultado positivo. De las 30 muestras analizadas, 26 huellas conservaron de manera positiva las cuatro características fundamentales evaluadas: nitidez, integridad, similitud morfológica y cantidad de puntos característicos, lo que las clasificó como aptas para la identificación humana.

Sin embargo, se identificaron cuatro huellas reveladas como no aptas, debido a la pérdida parcial o total de dichas características. En tres de ellas correspondientes a las muestras “a” levantada a los 3 días, y “b” levantadas a las 24 horas y a los 59 días de exposición, se conservaron únicamente las características de nitidez y similitud, sin cumplir con los criterios de integridad ni con la cantidad mínima de puntos característicos requeridos para un cotejo. Por su parte, la muestra “a” tomada a los 59 días no presentó ninguna de las características evaluadas de forma positiva, lo

que sugiere un deterioro total del residuo dactilar ya que se visualizó sin contraste entre las líneas y los espacios.

Figura 24: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 5



En relación con las condiciones observadas durante el revelado, se detectaron dos situaciones recurrentes. En primer lugar, la formación de una capa de cianoacrilato en el reverso del vidrio, presente en la muestra 9, dificultó la observación directa y la toma fotográfica debido a la opacidad generada, aunque no afectó estructuralmente la huella. En segundo lugar, la mayoría de las muestras restantes presentaron manchas de cianoacrilato en el soporte, alejadas del área de contacto de la impresión, que no interfirieron con el análisis forense. Cabe destacar que las muestras 1, 7, 11 y 12 no mostraron ninguna de estas condiciones, lo que indica que en esos casos el proceso de revelado no afectó a dichas muestras, lo cual podría estar vinculada con la distribución de los soportes y/o también de la distribución del vapor en la cámara de revelado. .

En términos generales, el Voluntario 5 tuvo como resultado el 86% de las huellas analizadas fueron técnicamente aptas, incluso luego de exposiciones prolongadas. Las excepciones

observadas, en su mayoría asociadas a los primeros días y a los 59 días de exposición, podrían atribuirse a factores como presión de depósito insuficiente, condiciones ambientales puntuales o variaciones durante el proceso de revelado, pero no indicarían una tendencia de deterioro o pérdida de las huellas a través del tiempo transcurrido.

### *Voluntario 6*

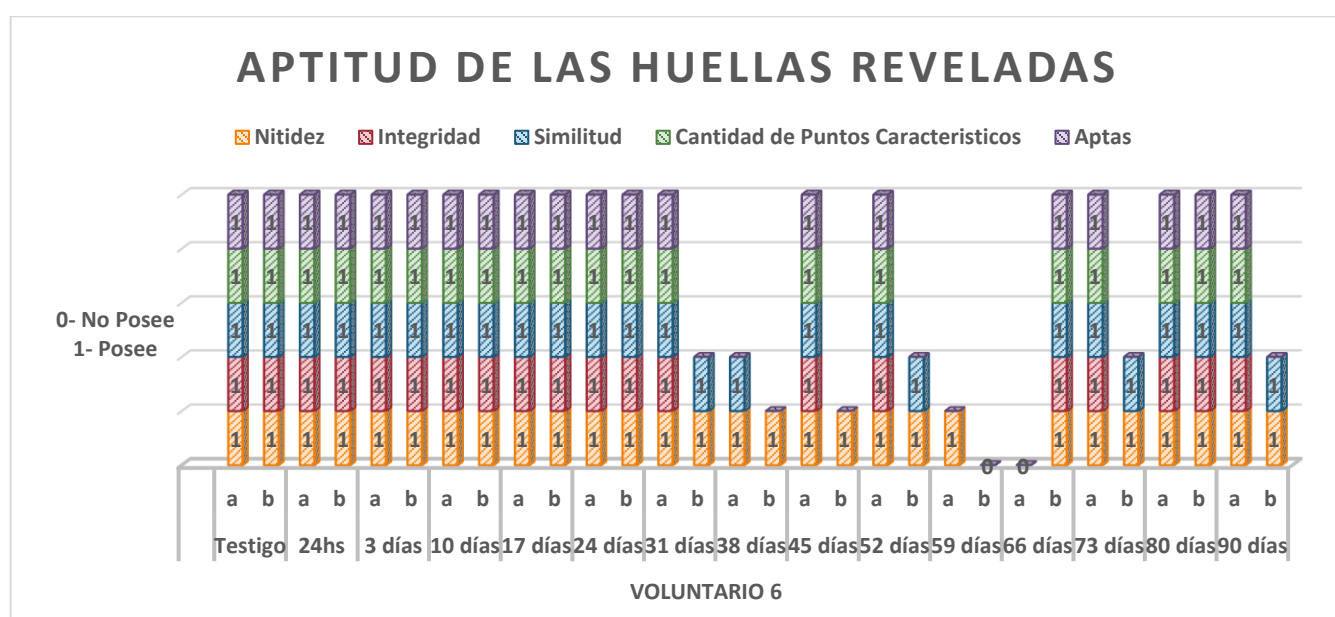
Tal como se representa en la Figura 25, el análisis de las huellas dactilares del Voluntario 6 reveladas mediante vapores de cianoacrilato mostró un comportamiento más heterogéneo en comparación con los otros voluntarios. De las 30 huellas procesadas, 20 muestras conservaron de forma positiva las cuatro características: nitidez, integridad, similitud y cantidad de puntos característicos. Estas fueron consideradas aptas para la identificación humana.

No obstante, 10 huellas reveladas fueron clasificadas como no aptas, debido a la pérdida parcial o total de las características evaluadas. En cinco de ellas, correspondientes a la muestra “a” levantada a los 38 días, y a las muestras “b” tomadas a los 31, 52, 73 y 90 días de exposición, se conservaron únicamente las características de nitidez y similitud, pero se evidenció pérdida de integridad y una cantidad insuficiente de puntos característicos para realizar un cotejo concluyente.

En tres huellas, correspondientes a la muestra “a” del día 59, y las muestras “b” de los días 38 y 45, se observó únicamente la característica de nitidez, sin integridad ni similitud clara, ni cantidad de puntos característicos suficientes. Finalmente, dos huellas reveladas, de la muestra “b” del día 59 y la muestra “a” del día 66, no presentaron ninguna de las características analizadas de forma positiva, lo que indica un nivel de deterioro total o una ausencia significativa de residuo detectable para la reacción del cianoacrilato.

En total, las huellas no aptas para la identificación humana fueron: la huella “a” de los días 38 y 66 de exposición, y las huellas “b” de los días 31, 38, 45, 52, 59, 73 y 90 de exposición, lo que representa el 33,3 % de las muestras del voluntario. Esta proporción de huellas no aptas es la más alta registrada entre los seis voluntarios, y sugiere una mayor sensibilidad del residuo dactilar del Voluntario 6 a la degradación ambiental, particularmente después del primer mes de exposición.

Figura 25: Aptitud de las Huellas Reveladas - Voluntario 6



Durante el revelado, se detectaron dos condiciones técnicas frecuentes. En la muestra 9, se observó la formación de una capa de cianoacrilato en el reverso del vidrio, la cual generó dificultad en la observación a simple vista y en la fotografía forense, aunque no afectó estructuralmente la zona de impresión. En la mayoría de las otras muestras se evidenciaron manchas de cianoacrilato sobre el soporte, que no interfirieron directamente con la interpretación de las huellas, y que podrían estar relacionadas con condensaciones puntuales del reactivo en zonas externas al área de

contacto. Cabe destacar que las muestras 6 y 10 no presentaron ninguna de estas condiciones asociadas al revelado.

En conclusión, si bien el Voluntario 6 presentó una proporción menor de huellas aptas respecto a los otros casos, la técnica de revelado resultó eficaz en dos tercios de las muestras, incluso en largos periodos de exposición.

## **Discusión de Resultados**

A partir de lo expuesto en el apartado anterior, los resultados obtenidos permiten ser interpretados y comparados con las investigaciones previas que conforman el marco teórico de este proyecto, y dan lugar a aportes específicos para el trabajo pericial en climas fríos.

En relación con la durabilidad del residuo de la huella, los hallazgos coinciden parcialmente con los resultados de Frías Alfaro (2014), quien analizó huellas dactilares en vidrio expuestas a 3 temperaturas diferentes; considerando las huellas expuestas a 10 °C y donde se determinó una conservación adecuada hasta los 55 días. Lo que la diferencia de esta investigación ya que se evidenció que las huellas mantuvieron aptitud para el cotejo incluso a los 90 días de exposición a temperaturas inferiores a los 10°C, lo que representa un aporte debido a que extiende el rango de durabilidad documentado previamente.

Como se puede ver en los gráficos (Figura 26,27,28), no hay una gran variabilidad de nitidez, integridad y similitud en las huellas latentes entre los voluntarios, pero sí una marcada diferencia en las huellas latentes del Voluntario 6 de 28 años a partir de los 38 días hasta los 90 días de exposición; y a los 59 días de exposición del Voluntario 5 de 39 años; lo que concuerda con lo señalado en la investigación de Frías Alfaro (2014), debido a que hace referencia a que las

diferencias de durabilidad de la huella encontradas en su análisis estén ligadas a las secreciones que aporta uno u otro donante dependiendo de su sistema endocrino ya que las siembras fueron realizadas en forma sistemática y en las mismas condiciones ambientales.

Figura 26: Variabilidad de la Nitidez de las Huellas Latentes

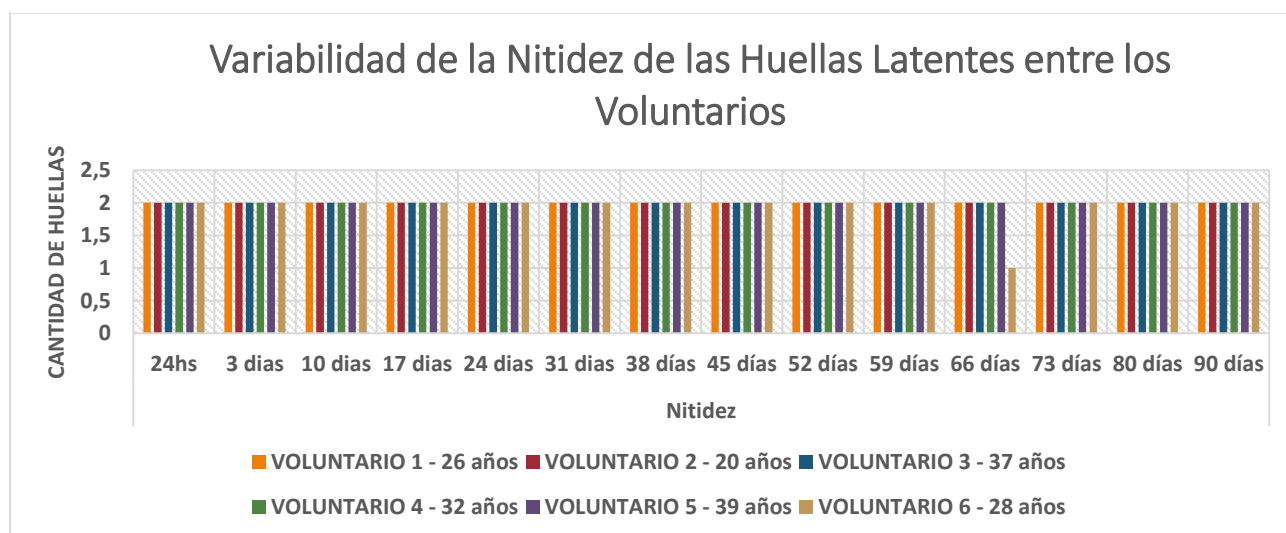


Figura 27: Variabilidad de la Integridad de las Huellas Latentes

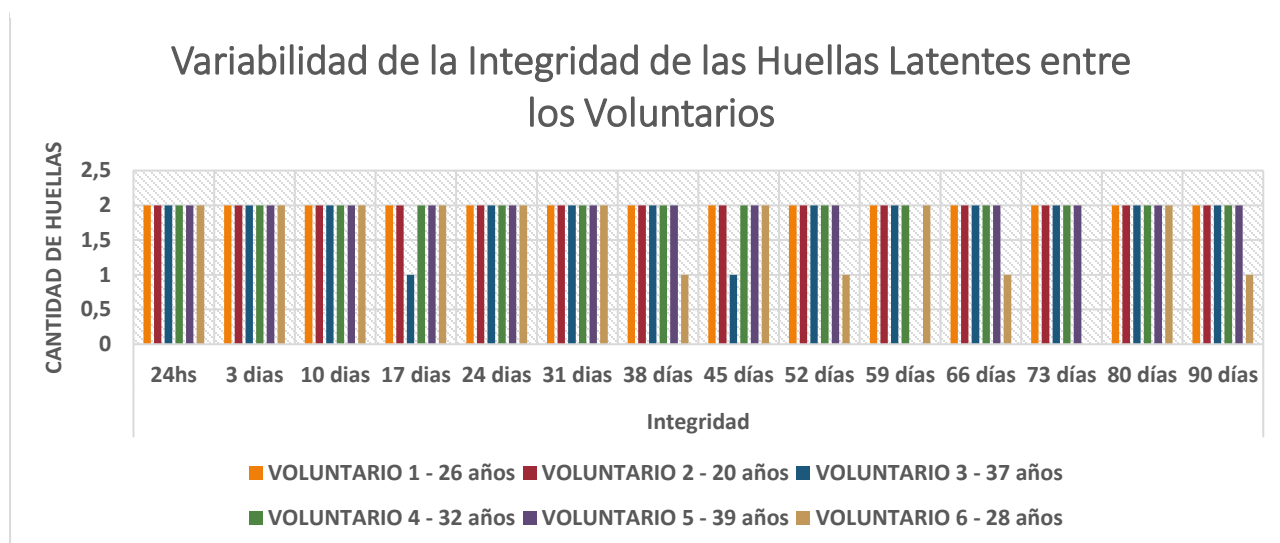
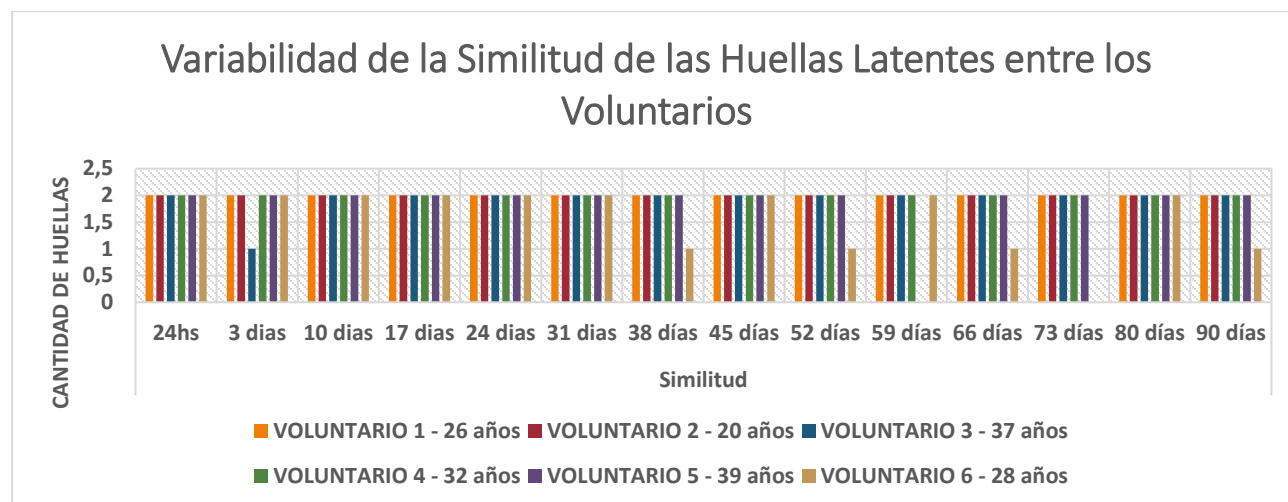


Figura 28: Variabilidad de la Similitud de las Huellas Latentes

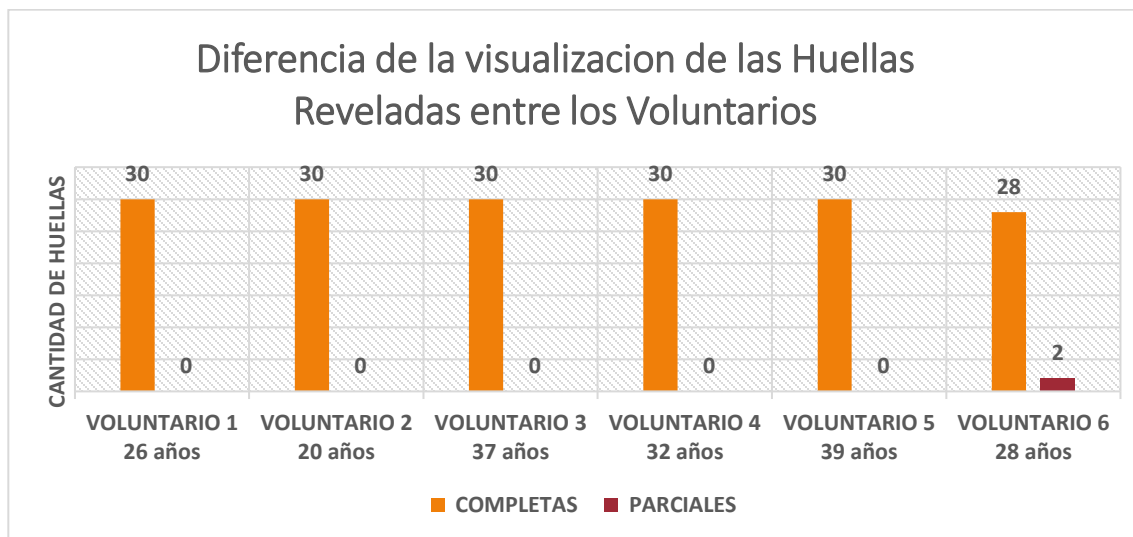


Asimismo, considerando los resultados de la investigación de Del Arco (2012), quien reportó que en condiciones de humedad controlada (20 % HR) las huellas en vidrio mantenían calidad solo hasta los 26 días y en condiciones de humedad controlada de 100 % HR las huellas en vidrio mantenían calidad hasta finalizar la experimentación (30 días), argumentando que este rango es posible de ampliar ya que “...las huellas conservaron 60% de su calidad y comparativamente podrían ser identificables hasta con aproximadamente un 30% de calidad que dar lugar para inferir que la aptitud se mantendría hasta 60 días, es decir el doble de tiempo.”(p.115). En este sentido, en este trabajo, las huellas dactilares latentes fueron expuestas a humedad ambiental natural y variable, donde se pudo registrar una humedad relativa promedio de 81% obteniéndose una visualización de las huellas latentes y un revelado eficaz incluso en exposiciones prolongadas, apoyando así la argumentación de Del Arco (2012). Sin embargo, vale mencionar que la diferencia en la durabilidad podría sugerir que el efecto del frío sobre la fracción sebácea, hace más resistente al residuo de la huella a la degradación.

Respecto al uso del cianoacrilato como reactivo revelador, los resultados concuerdan con los hallazgos de Yamashita y French (s.f.), quienes destacan que este compuesto actúa sobre residuos sebáceos y ecrinos, generando un depósito visible incluso cuando la fracción ecrina se ha degradado. En esta investigación, la técnica de vapores de cianoacrilato permitió visualizar huellas con alto y bajo contraste, aún tras 90 días de exposición a temperaturas bajo cero, lo que afirma su utilidad en regiones frías, un entorno poco abordado.

Es importante resaltar, como se puede observar en la Figura 29 que, las huellas reveladas analizadas fueron las 180 huellas latentes depositadas, las mismas se visualizaron de manera completa y parcial en algunos casos, con un alto predominio de las huellas completas, que para consideración de la investigadora favorece al análisis de las mismas al tener mayor campo.

Figura 29: Diferencia de visualización de las Huellas Reveladas



Así como también que, en función del transcurso del tiempo en estas condiciones ambientales, se pudo visualizar que el revelado con Bajo Contraste se concentra principalmente en las últimas 3 tomas pertenecientes a los 73, 80 y 90 días de exposición de las huellas latentes.

En cambio, se observa que las huellas de Alto contraste se encuentran más homogéneas en el transcurso de los días de exposición (Ver Figuras 30 y 31).

Figura 30: Variabilidad de las Huellas con Alto Contraste

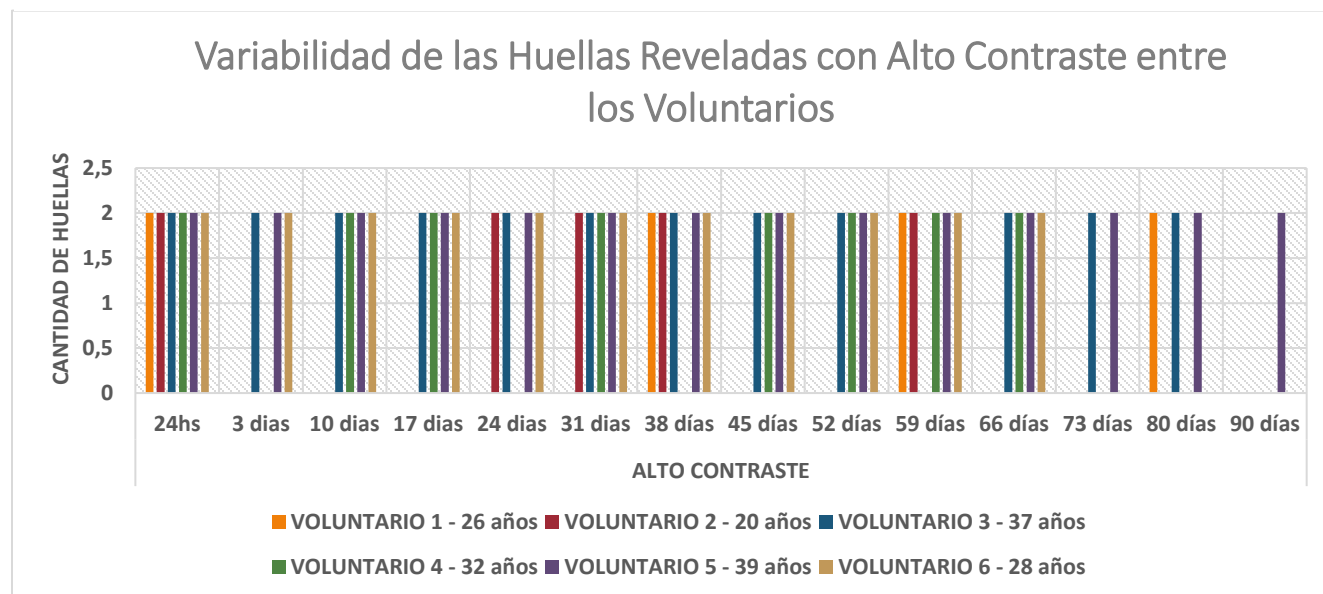
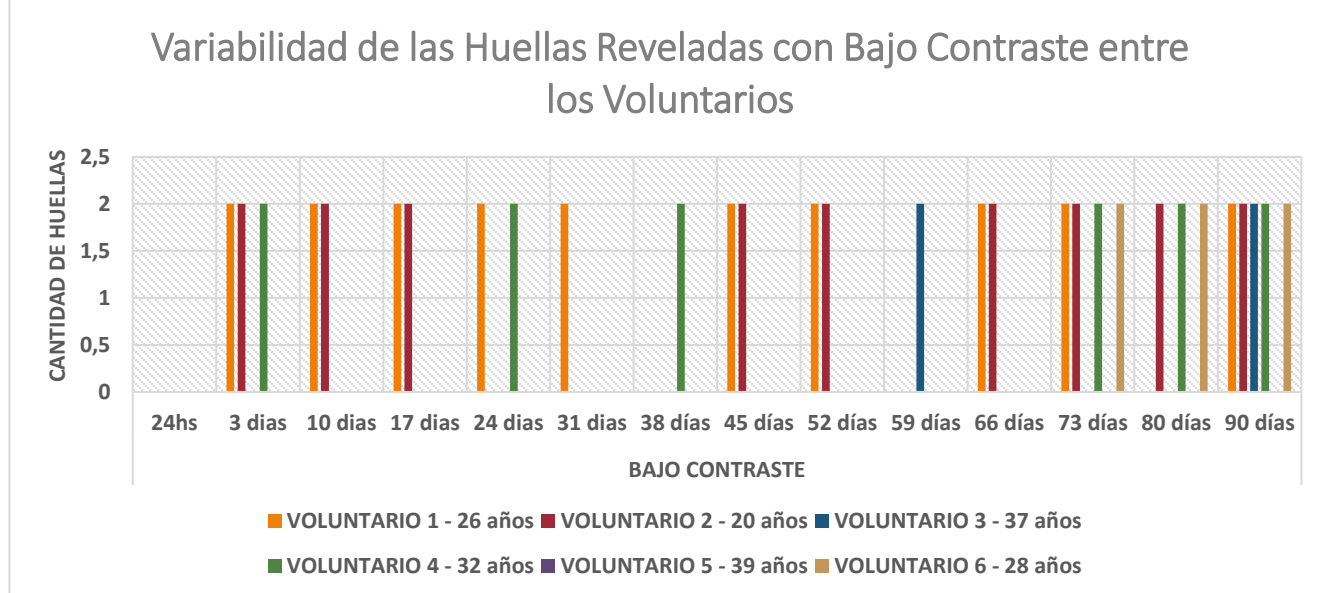
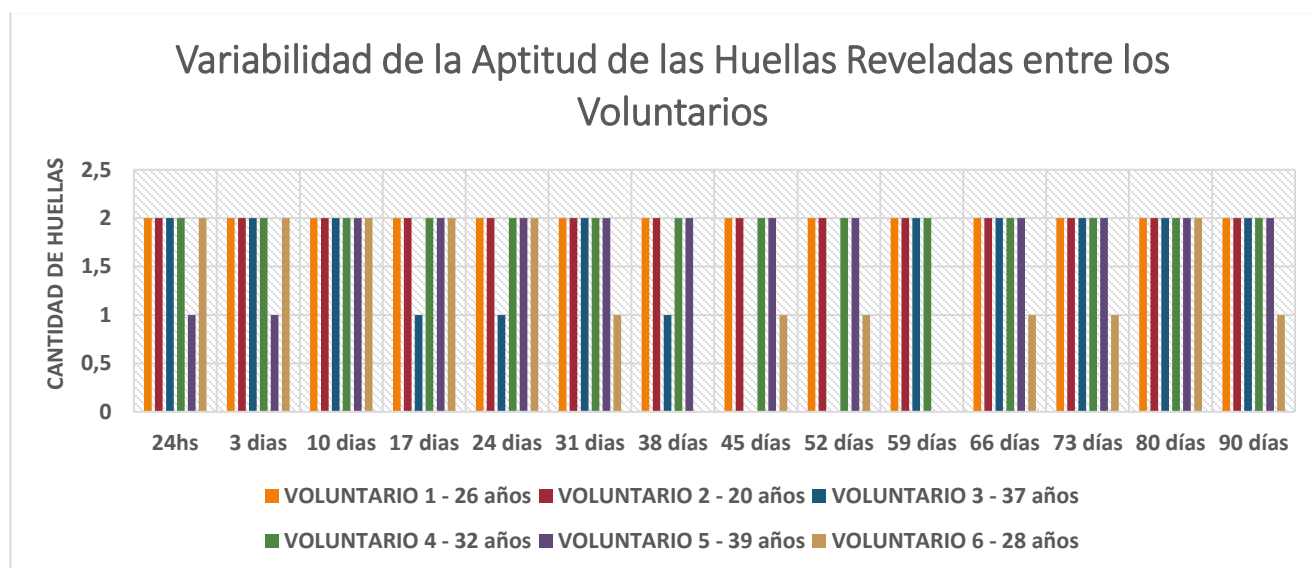


Figura 31: Variabilidad de las Huellas con Bajo Contraste



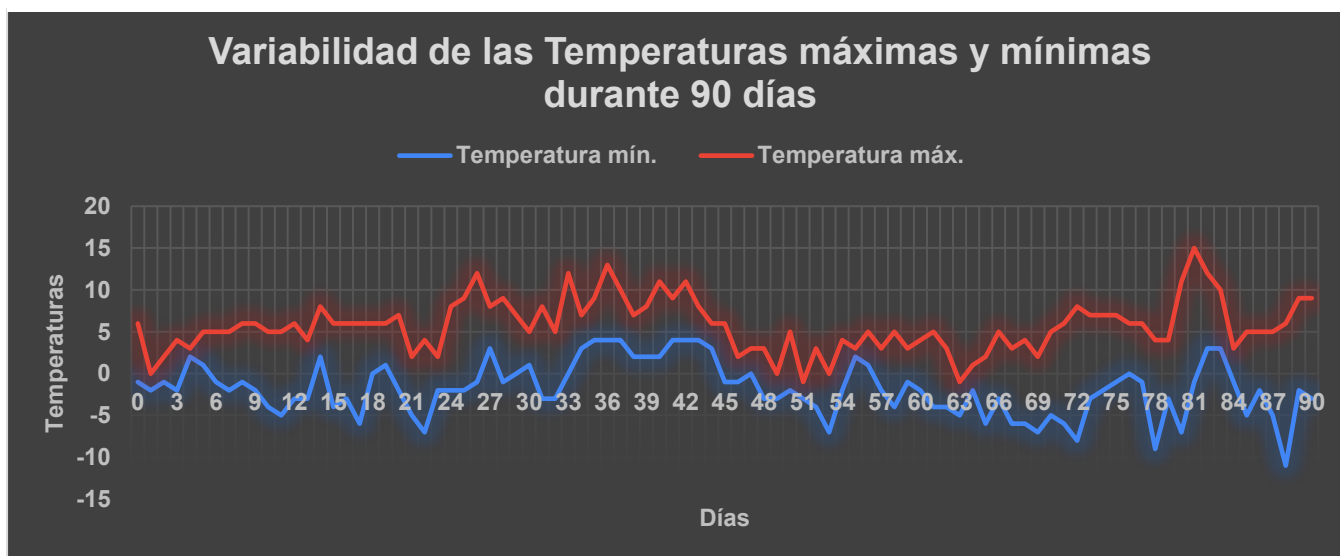
En contraste, Narcotti (2021) sostiene que la degradación total del residuo de la huella es prácticamente inevitable, y que los mejores resultados se obtienen dentro de las primeras 48 horas, con probabilidades mínimas después de tres o cuatro semanas, incluso usando técnicas químicas. Además, remarca que las huellas más antiguas tienden a contener compuestos saturados, poco reactivos ante los reveladores tradicionales. Sin embargo, los resultados de esta investigación ponen en cuestión esa afirmación, al demostrar que, aún luego de 90 días de exposición a bajas temperaturas ambientales, es posible obtener revelados exitosos como se detalló en el apartado anterior, en donde los resultados representados en la Figura 32 evidencian que, en función del transcurso del tiempo en estas condiciones ambientales, las bajas temperaturas, afectó principalmente la integridad de las huellas y a la cantidad de puntos característicos de los Voluntarios 3, 5 y 6, por consecuencia afectó a la aptitud ya que se consideraron aptas aquellas huellas reveladas que poseían 12 o más puntos característicos. Esto podría deberse a que el clima frío favorece la preservación del residuo, ralentizando su degradación química.

Figura 32: Variabilidad de la Aptitud de las Huellas Reveladas



Asimismo, como se señaló en el apartado metodológico, los datos que fueron recolectados de la temperatura máxima, mínima y la humedad relativa ambiental correspondiente a la localidad de San Martín de los Andes, provincia del Neuquén, fueron analizados obteniéndose un promedio de temperatura máxima de  $6^{\circ}$  y una mínima de  $-2$ , con un pico de  $15^{\circ}$  de temperatura máxima y un pico de  $-11^{\circ}$  de temperatura mínima (Figura 33). Estos valores resultan inferiores a los reportados en la investigación de Frías Alfaro (2014). En cuanto a la humedad relativa, se registró un promedio de 81% teniendo en cuenta el predominio de lluvias y nevadas en la región durante el período de estudio. Sin embargo, dicha variable no se mantuvo constante, a diferencia de lo observado en la investigación de Del Arco (2012).

Figura 33: Variabilidad de las Temperaturas

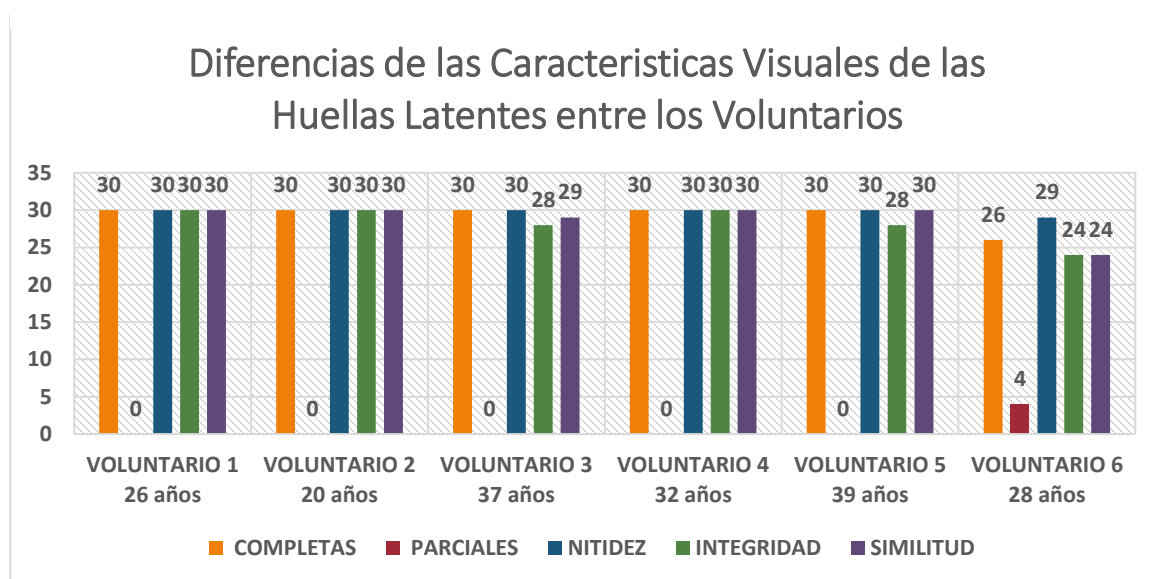


En conjunto, esta investigación no solo confirma y extiende hallazgos previos, sino que incorpora evidencia empírica sobre la efectividad del revelado con vapores de cianoacrilato en entornos de baja temperatura, como los que caracterizan a la Patagonia argentina.

## Conclusiones

Respecto al primer objetivo específico, se comprobó que las huellas dactilares latentes depositadas sobre soportes de vidrio y expuestas a bajas temperaturas ambientales en San Martín de los Andes conservaron, en su mayoría, sus características visuales: nitidez, integridad y similitud, a lo largo del período experimental de 90 días. La pérdida de estas características se presentó en un número reducido de casos aislados, localizados principalmente en huellas de los Voluntarios 3, 5 y 6, sin observarse una tendencia progresiva en el deterioro del total de las muestras. Además, se identificó que las huellas latentes se mantuvieron de manera completa, a excepción de 4 huellas del Voluntario 6 que se visualizaron parciales. (Ver Figura 34)

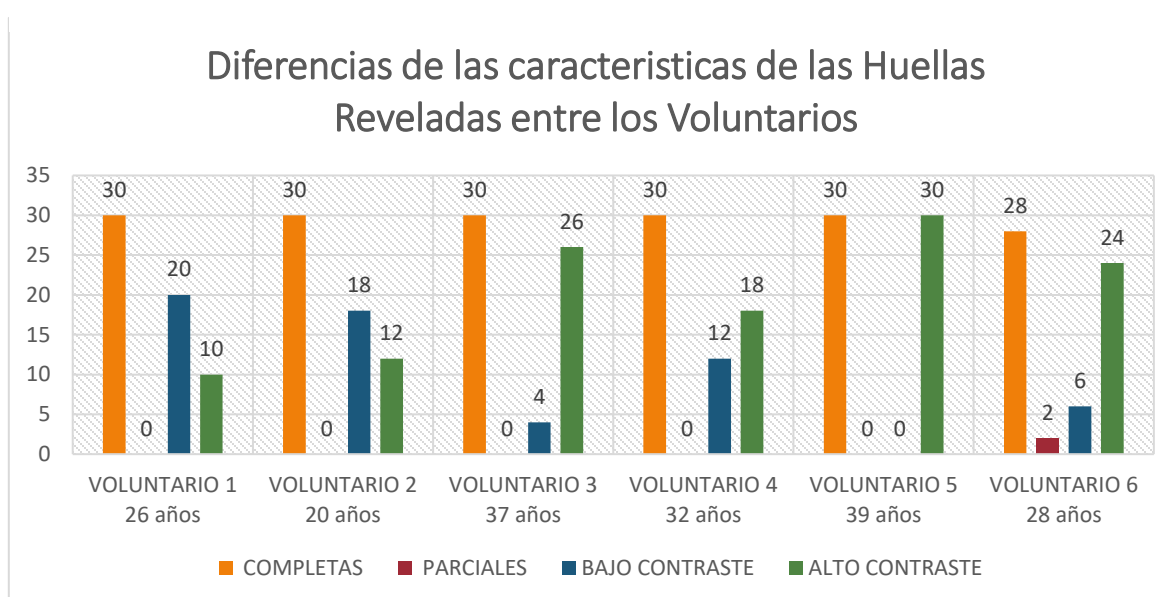
Figura 34: Diferencias de las Huellas Latentes



En relación con el segundo objetivo específico, se revelaron de manera eficaz 180 huellas dactilares con vapores de cianoacrilato que mantuvieron la característica de visualizarse de manera completa, es decir que se podía identificar entre dos y tres regiones en las mismas, a excepción de 2 huellas del Voluntario 6.

En cuanto a la visualización del revelado se observa un alto porcentaje de resultados con alto contraste, especialmente durante los primeros 66 días de exposición. A partir del día 73, se evidenció una mayor frecuencia de revelados con bajo contraste, lo que sugiere una posible disminución del residuo de la huella ante tiempos prolongados de exposición ambiental o la afinidad del reactivo con la cantidad y calidad del residuo de la huella en ese momento. (Ver Figura 35)

Figura 35: Diferencias de las Huellas reveladas



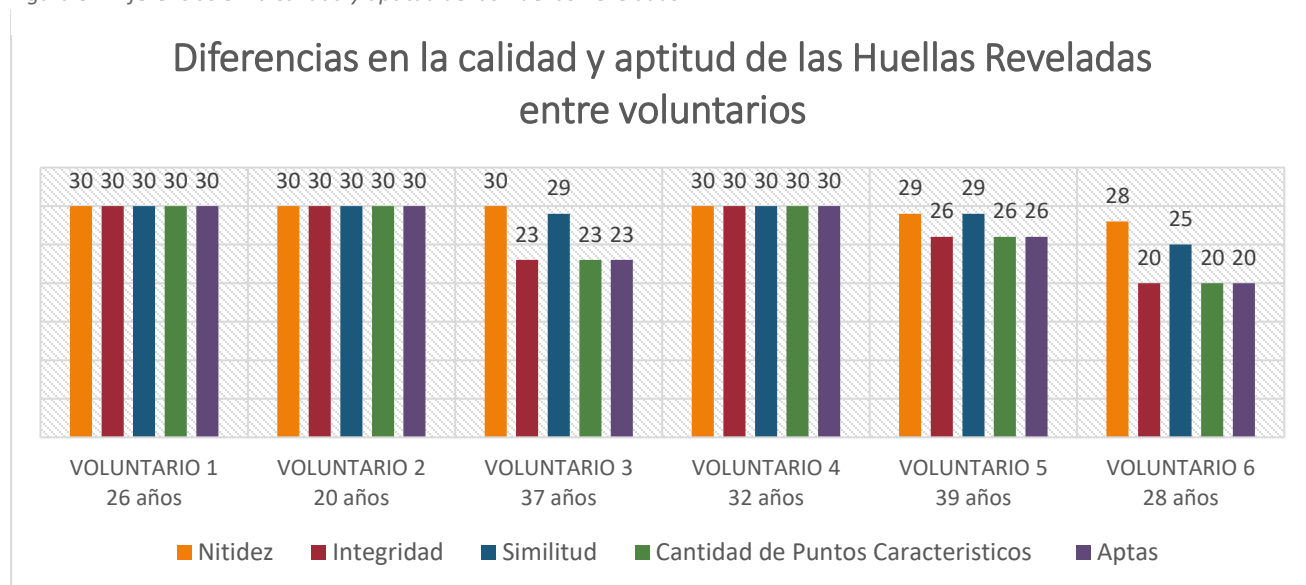
Con respecto al tercer objetivo específico, se determinó que, de las 180 huellas dactilares reveladas, 159 huellas poseen aptitud para cotejo con el fin de identificación humana y las 21 huellas restantes, pertenecientes a los Voluntarios 3, 5 y 6, no poseen dicha aptitud ya que no cumplen con el criterio de poseer 12 o más puntos característicos necesarios para la identificación humana, lo que indica que fueron afectadas otras características en ellas como la integridad y nitidez. (Ver Figura 36)

Figura 36: Cantidad de Huellas Reveladas



La mayor variabilidad de estas características entre los voluntarios se encuentra en los Voluntarios 3, 5 y 6, siendo en este ultimo la mayor diferencia en la cantidad de huellas afectadas. En función del transcurso del tiempo, a consideración de la investigadora, solo se pudo observar una tendencia de pérdida de la calidad de la huella revelada en el caso del Voluntario 6, debido a que es el voluntario que presenta la mayor cantidad de huellas afectadas en su integridad, la localización de puntos característicos y, en consecuencia, su falta de aptitud para cotejo, de forma lineal desde la muestra levantada a los 31 días de exposición hasta los 90 días de exposición, evidenciando una mayor vulnerabilidad de estas muestras a la degradación. (Ver Figura 37)

Figura 37: Diferencias en la calidad y aptitud de las Huellas Reveladas



En términos generales, esta investigación demostró que es posible revelar huellas dactilares latentes expuestas a bajas temperaturas mediante la técnica de vapores de cianoacrilato, incluso tras largos períodos de exposición. El estudio aporta evidencia empírica sobre la durabilidad y capacidad del reactivo en entornos fríos, contribuyendo al conocimiento aplicable en regiones como la Patagonia argentina, brindando a los criminalistas una herramienta práctica.

## Recomendaciones

A partir del desarrollo de este trabajo de investigación , los resultados obtenidos y la experiencia al realizarlo se presentan las siguientes recomendaciones, con el fin de impulsar nuevos estudios sobre el tema:

- En cuanto a la cantidad de días de exposición se alienta a que se amplíe debido a los resultados positivos obtenidos.
- En cuanto a la limitación aplicada en la población de la investigación se sugiere ampliar el rango de edad de los voluntarios.
- En cuanto al Proceso de Revelado con Vapores de Cianoacrilato se sugiere reducir el tiempo de exposición en cámara a menos de 10 minutos, que fue el empleado en esta investigación, para evitar un sobre revelado de las huellas.
- Se recomienda que las muestras dentro de la cámara de revelado se ubiquen espaciadas entre sí, para facilitar la circulación de los vapores y favorecer un revelado uniforme.
- Se recomienda evitar la exposición de las muestras a cambios bruscos de temperatura, ya que podría afectar la calidad del revelado.
- Realizar esta investigación en otros soportes no porosos para evaluar si las condiciones de conservación y revelado varían según el material.

## Bibliografía

- Alegretti, J. C y Brandimarti de Pini, N. M. (2007). *Tratado de Papiloscopía (1a. ed.)*. La Rocca
- Armas Guzmán, J. M. (2016) *Análisis comparativo entre técnicas modernas y tradicionales, que se utilizan para el revelado de huellas dactilares latentes, en la escena del crimen*. Tesis de grado, Licenciatura en investigación criminal y forense, Universidad Rafael Landívar. URL: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/07/03/Armas-Jessica.pdf>
- Yamashita, B., & French, M. (s.f.). Desarrollo de la impresión latente (Cap. 7). En *El libro de referencia de las huellas dactilares* (Autores colaboradores: S. Bleay, A. Cantu, V. Inlow, R. Ramotowski, V. Sears & M. Wakefield). Instituto Nacional de Justicia, Departamento de Justicia de los Estados Unidos. [Archivo PDF]
- Brumbrah, G. S. (2017) *Cyanoacrylate fuming method for detection of latent fingerprints: a review*. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 7. URL: <https://doi.org/10.1186/s41935-017-0009-7>
- Canales, F.H., Alvarado, E.L., Pineda, E. B. (1994) *Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo del personal de salud (2a. ed.)*. OPS y OMS.
- Del Arco, V. J. (2012). *Estudio de las huellas papilares en vidrio*. Tesina de Grado, Licenciatura en Criminalística. Universidad del Aconcagua. Repositorio Institucional. PDF

- Frías Alfaro, D.G (2014). *Determinar la durabilidad de una huella dactilar latente en un soporte de vidrio sujeto a diferentes temperaturas*. Tesina de Grado, Licenciatura en Criminalística. Universidad del Aconcagua. Repositorio Institucional. URL: [http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos\\_digitales/463/tesis-4712-determinar.pdf](http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos_digitales/463/tesis-4712-determinar.pdf)
- Girod, A., Ramotowski R., Weyermann C. (2012) *Composition of fingerprints residue: A qualitative and quantitative review*. Forensic Science International, 223, pp. 10-24. URL: [https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB\\_23499A5D2E12.P001/REF.pdf](https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_23499A5D2E12.P001/REF.pdf)
- Gutiérrez Chávez, A. (2007) *Manual de ciencias forenses y criminalísticas (2a. ed.)* Trillas.
- Guzmán, C. A. (2000) *Manual de Criminalística*. La Rocca
- Hernández Sampieri, R, Collado, C.F., Baptista Lucio, M. (2014) *Metodología de la investigación. (6° edición)*(Autores colaboradores: Méndez Valencia, S. y Mendoza Torres, C.P.). Mc Graw Hill Ed.
- Martínez, S. A. (2017) *El análisis químico de residuos de huellas digitales latentes. Su posible aplicación en el proceso de datación*. [Trabajo Final Integrador de Especialización, Especialización en Criminalística y Actividades Periciales]. Universidad Nacional de Córdoba. Repositorio Digital UNC. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5840/TFI%20-%20Mart%c3%adnez%20Samanta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. (2021). *Informe de Sentencias Condenatorias de la República Argentina 2020*. Registro Nacional de

Reincidencia.

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe\\_sentencias\\_condenatorias\\_2020.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_sentencias_condenatorias_2020.pdf)

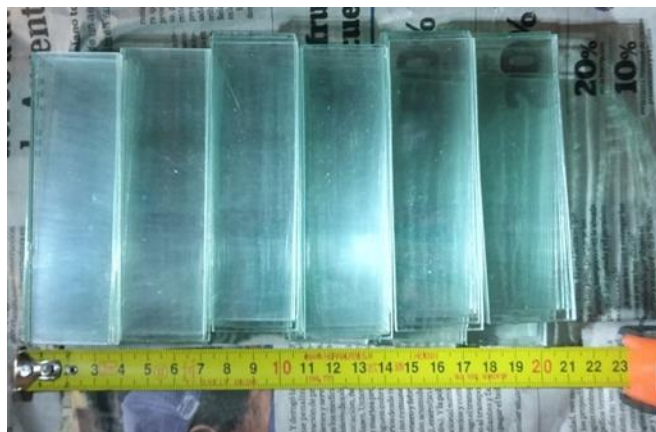
- Ministerio de Seguridad de la Nación. (2023). *Sistema Nacional de Estadísticas sobre Ejecución de la Pena (SNEEP) – Informe Neuquén 2023*.  
<https://www.argentina.gob.ar/justicia/datos/estadisticas-sneep>
- Ministerio de Seguridad de la Nación. (2023). *Sistema Nacional de Información Criminal (SNIC) – Informe Anual 2023*.  
<https://www.argentina.gob.ar/seguridad/estadisticascriminales>
- Narcotti, G. (2021) *Apuntes de la cátedra Química Papiloscópica de la Tecnicatura Universitaria en Papiloscopia de la Universidad Autónoma de Entre Ríos*.
- Pérez, A. (1995) *Manual Práctico de Papiloscopia*. Editorial Policial.
- Servicio Meteorológico Nacional. (2020). Atlas Climático de Argentina. Repositorio Institucional SMN.  
[file:///C:/Users/valen/Downloads/Atlas\\_Clim%C3%A1tico\\_de\\_Argentina%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/valen/Downloads/Atlas_Clim%C3%A1tico_de_Argentina%20(2).pdf)
- Silva, B., Nogueira Júnior, C. A., Perilo, F., Frizon, J., & Santos, C. (2023) *Levantamento papiloscópico: revisão bibliográfica, avaliação cotidiana e determinação de melhores métodos químicos de revelação utilizados no Setor de Criminalística da Superintendência Regional de Polícia Científica de Fronteira em Chapecó*. Revista Brasileira De Criminalística, 12(4), 63–80 URL:  
<https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/685>
- Silveyra, J. O. (2006) *La escena del crimen (1a. ed.)* La Rocca.

## Apéndices

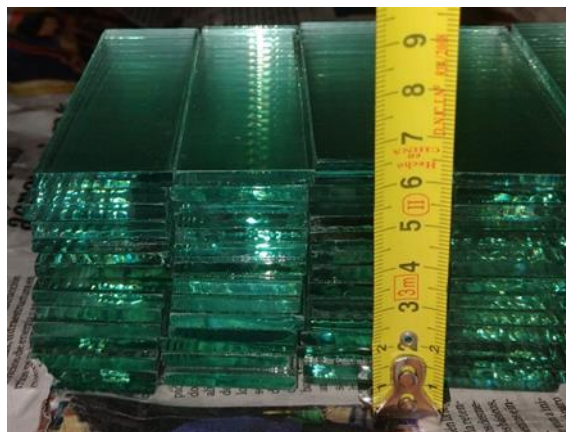
### Apéndice A

*Materiales de muestreo y procedimientos*

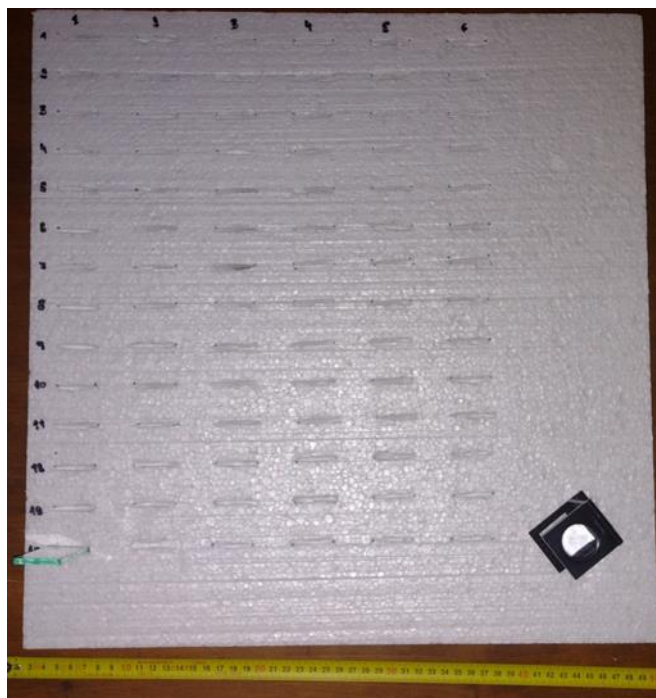
*Figura A- 1:Soportes de Vidrio*



*Figura A- 2:Soportes de Vidrio (espesor)*



*Figura A- 3:Base de Telgopor*



*Figura A- 4:Base de Telgopor (Espesor)*



Figura A- 5:Secuencia de Sembrado de las muestras I



Figura A- 6:Secuencia de Sembrado de las muestras II



Figura A- 7:Verificación del sembrado



Figura A- 8:Muestras colocadas verticalmente

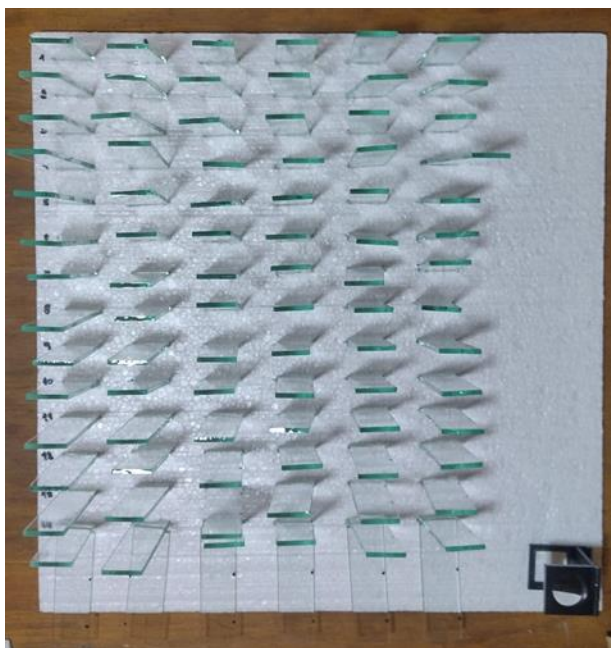


Figura A- 9:Lugar de estudio – Ambiente abierto



Figura A- 10:Muestras expuestas



Figura A- 11:Muestras colocadas en la cámara

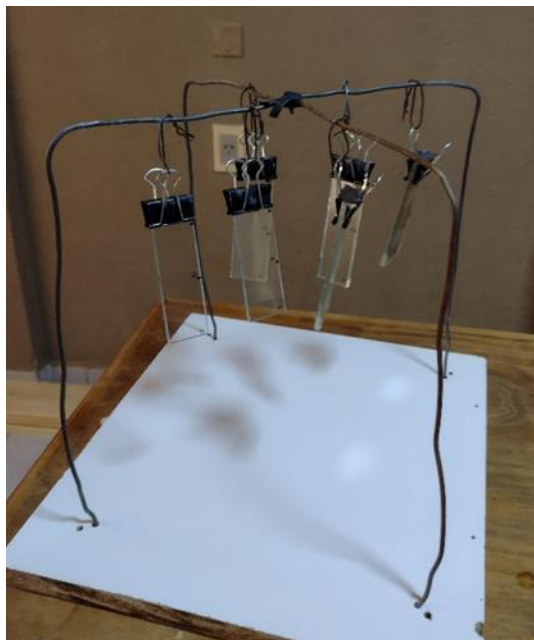


Figura A- 12:Fuente de calor y colocación de “La Gotita”

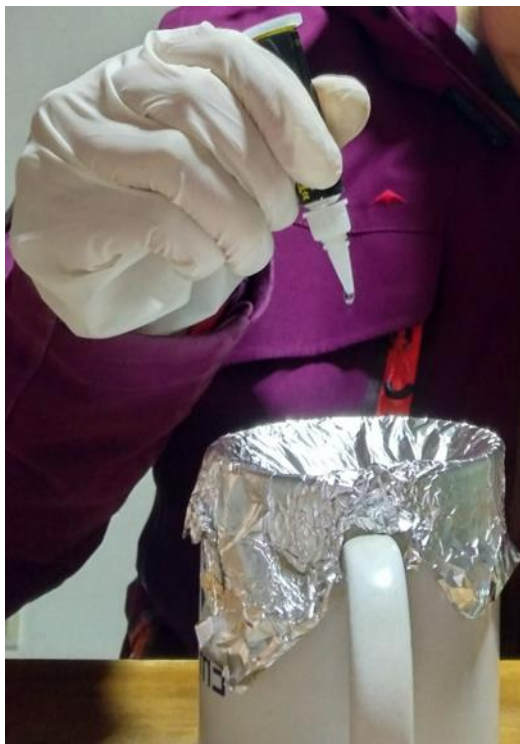


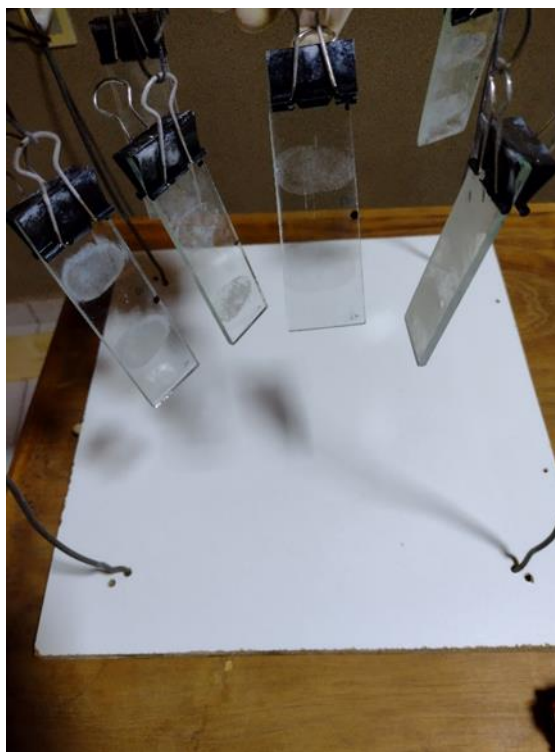
Figura A- 13:Cámara de Vapores de Cianocrilato sellada



Figura A- 14:Observación de las ventanas de control



Figura A- 15: Proceso de revelado finalizado



## Apéndice B

Fotos representativas de los resultados de las huellas latentes

### Voluntario 1

Figura B- 1:Toma Testigo – Día 0 de exposición



Figura B- 2:Toma 3 – Día 10 de exposición



Figura B- 3: Toma 6 – Día 31 de exposición



Figura B- 4:Toma 9 – Día 52 de exposición



Figura B- 5:Toma 12 – Día 73 de exposición



Figura B- 6:Toma 14 – Día 90 de exposición



*Voluntario 2*

*Figura B- 7: Toma Testigo – Día 0 de exposición*



*Figura B- 8:Toma 3 – Día 10 de exposición*



*Figura B- 9:Toma 6 - Día 31 de exposición*



*Figura B- 10:Toma 9 – Día 52 de exposición*



*Figura B- 11:Toma 12- Día 73 de exposición*



*Figura B- 12:Toma 14 – Día 90 de exposición*



*Voluntario 3*

*Figura B- 13:Toma Testigo - Día 0 de exposición*



*Figura B- 14:Toma 3 - Día 10 de exposición*



*Figura B- 15: Toma 6 - Día 31 de exposición*



*Figura B- 16:Toma 9 - Día 52 de exposición*



*Figura B- 17:Toma 12 - Día 73 de exposición*



*Figura B- 18:Toma 14 - Día 90 de exposición*



*Voluntario 4*

*Figura B- 19:Toma Testigo - Día 0 de exposición*



*Figura B- 20:: Toma 3 - Día 10 de exposición*



*Figura B- 21: Toma 6 - Día 31 de exposición*



*Figura B- 22:Toma 9 - Día 52 de exposición*



*Figura B- 23:Toma 12 - Día 73 de exposición*



*Figura B- 24: Toma 14 - Día 90 de exposición*



*Voluntario 5**Figura B- 25:Toma Testigo - Día 0 de exposición**Figura B- 26:Toma 3 - Día 10 de exposición**Figura B- 27:Toma 6 - Día 31 de exposición**Figura B- 28:Toma 9 - Día 52 de exposición**Figura B- 29:Toma 12 - Día 73 de exposición**Figura B- 30: Toma 14 - Día 90 de exposición*

*Voluntario 6*

*Figura B- 31:Toma Testigo - Día 0 de exposición*



*Figura B- 32:Toma 3 - Día 10 de exposición*



*Figura B- 33:Toma 6 - Día 31 de exposición*



*Figura B- 34:Toma 9 - Día 52 de exposición*



*Figura B- 35:Toma 12 - Día 73 de exposición*



*Figura B- 36:Toma 14 - Día 90 de exposición*



## Apéndice C

Fotos representativas de los resultados de las huellas reveladas

### Voluntario 1

Figura C- 1:Toma Testigo - Día 0 de exposición



Figura C- 2:Toma 3 - Día 10 de exposición



Figura C- 3:Toma 6 - Día 31 de exposición



Figura C- 4:Toma 9 - Día 52 de exposición



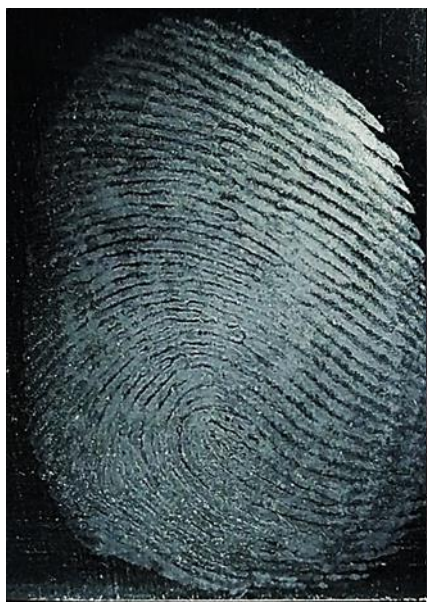
Figura C- 5:Toma 12 - Día 73 de exposición



Figura C- 6:Toma 14 - Día 90 de exposición



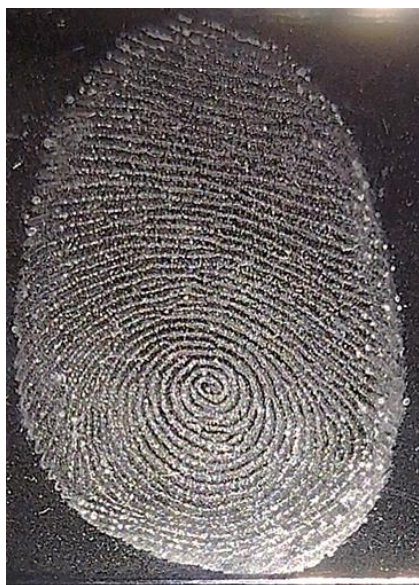
*Voluntario 2**Figura C- 7:Toma Testigo - Día 0 de exposición**Figura C- 8:Toma 3 - Día 10 de exposición**Figura C- 9:Toma 6 - Día 31 de exposición**Figura C- 10:Toma 9 - Día 52 de exposición**Figura C- 11: Toma 12 - Día 73 de exposición**Figura C- 12:Toma 14 - Día 90 de exposición*

*Voluntario 3**Figura C- 13:Toma Testigo - Día 0 de exposición**Figura C- 14:Toma 3 - Día 10 de exposición**Figura C- 15:Toma 6 - Día 31 de exposición**Figura C- 16: Toma 9 - Día 52 de exposición**Figura C- 17:Toma 12 - Día 73 de exposición**Figura C- 18:Toma 14 - Día 90 de exposición*

*Voluntario 4**Figura C- 19:Toma Testigo - Día 0 de exposición**Figura C- 20: Toma 3 - Día 10 de exposición**Figura C- 21:Toma 6 - Día 31 de exposición**Figura C- 22:Toma 9 - Día 52 de exposición**Figura C- 23:Toma 12 - Día 73 de exposición**Figura C- 24:Toma 14 - Día 90 de exposición*

*Voluntario 5*

*Figura C- 25:Toma Testigo - Día 0 de exposición*



*Figura C- 26:Toma 3 - Día 10 de exposición*



*Figura C- 27:Toma 6 - Día 31 de exposición*



*Figura C- 28:Toma 9 - Día 52 de exposición*



*Figura C- 29:Toma 12 - Día 73 de exposición*



*Figura C- 30:Toma 14 - Día 90 de exposición*



*Voluntario 6**Figura C- 31:Toma Testigo - Día 0 de exposición**Figura C- 32:Toma 3 - Día 10 de exposición**Figura C- 33:Toma 6 - Día 31 de exposición**Figura C- 34: Toma 9 - Día 52 de exposición**Figura C- 35:Toma 12 - Día 73 de exposición**Figura C- 36:Toma 14 - Día 90 de exposición*