



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Desarrollo de un prototipo que brinde accesibilidad a la composición de una imagen digital preprocesada mediante el seguimiento de la posición dactilar para personas con discapacidad visual

Autora: Lilian Gisela Curicho Oyos

Director: Ing. Julio César Larco Bravo MSc.

Sangolquí, 14 de agosto de 2023

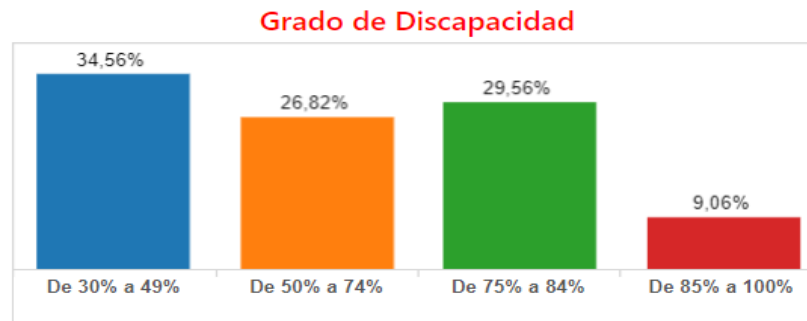
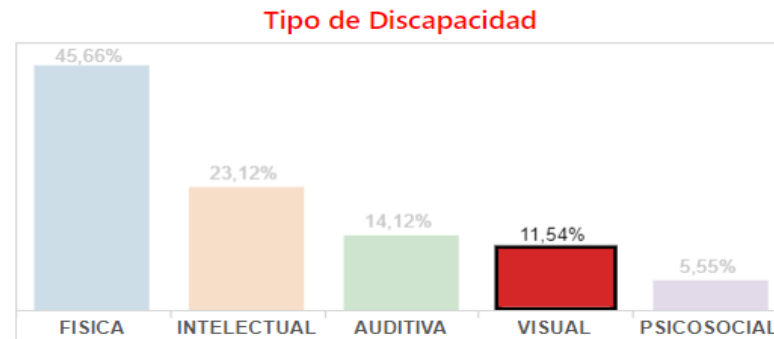


ÍNDICE DE CONTENIDOS

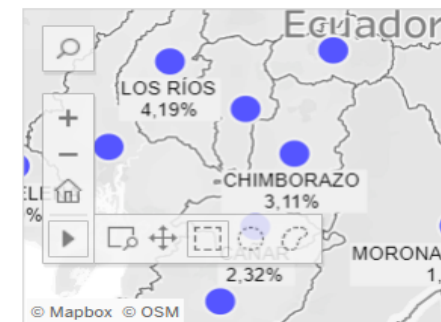
- Introducción
- Objetivos
- Desarrollo
- Pruebas y resultados
- Conclusiones
- Trabajos futuros

- ✓ Introducción
- Objetivos
- Desarrollo
- Pruebas y resultados
- Conclusiones
- Trabajos futuros

En el Ecuador de acuerdo con el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) existen 471.205 personas con algún tipo de discapacidad.



TOTAL: 54.397



Género	No. Registros
FEMENINO	22.519
LGBTI	2
MASCULINO	31.876

- Introducción
- ✓ Objetivos
- Desarrollo
- Pruebas y resultados
- Conclusiones
- Trabajos futuros

Objetivo General



Desarrollar un prototipo que brinde accesibilidad a la composición una imagen digital preprocesada mediante el seguimiento de la posición dactilar en tiempo real para personas con discapacidad visual.

Objetivos Específicos



Investigar los algoritmos de IA a emplearse en los procesos de detección dactilar.



Definir módulos, bibliotecas y librerías disponibles para microcomputadores asequibles que permitan la detección dactilar, procesamiento de imágenes y reproducción texto a voz.



Implementar una aplicación que permita preprocesar una imagen digital para etiquetar sus regiones de interés.

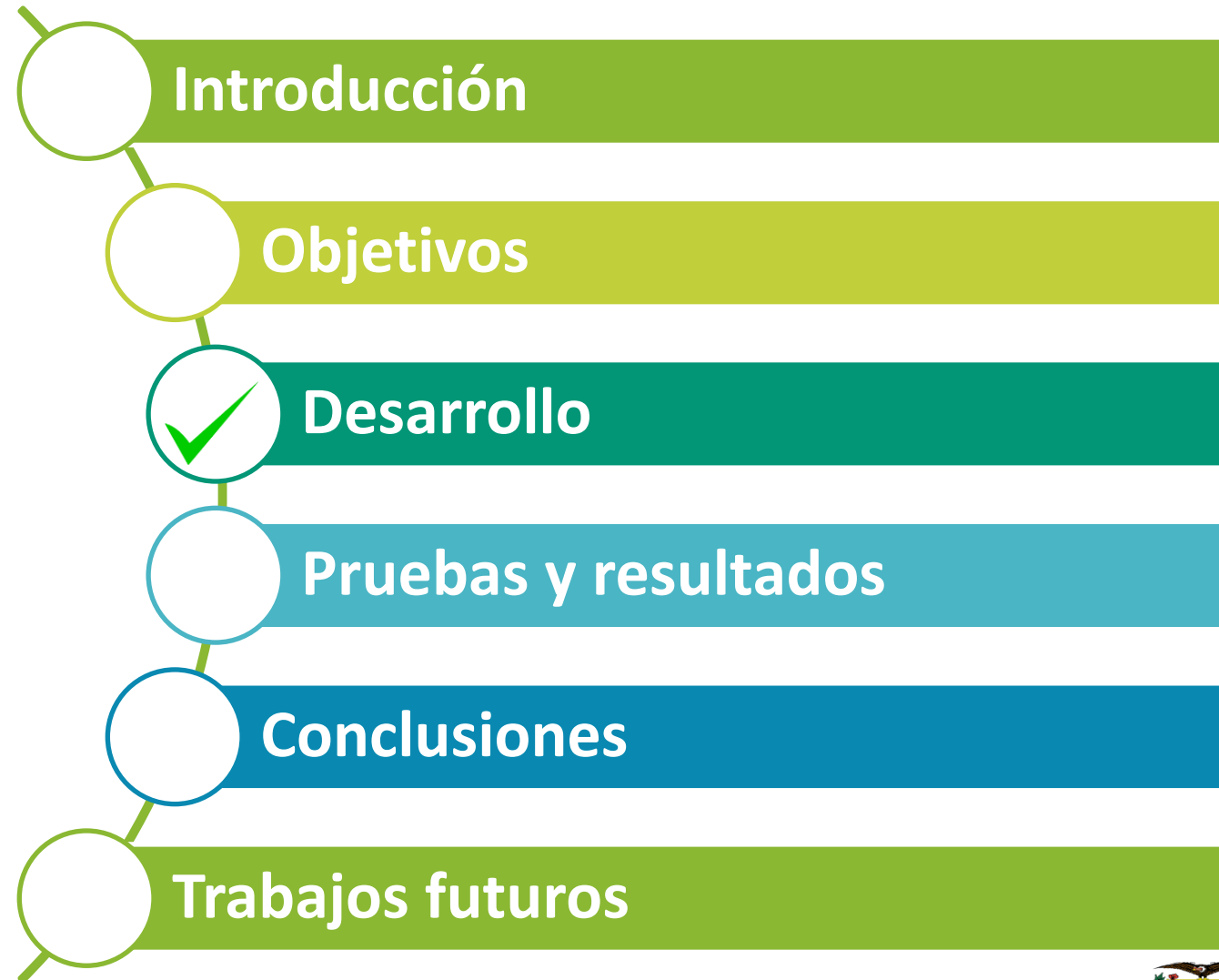


Desarrollar la aplicación que realice la detección dactilar sobre la imagen y reproduzca el audio descriptivo.

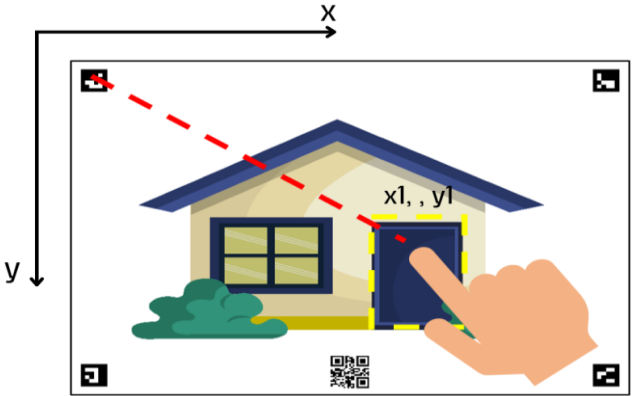
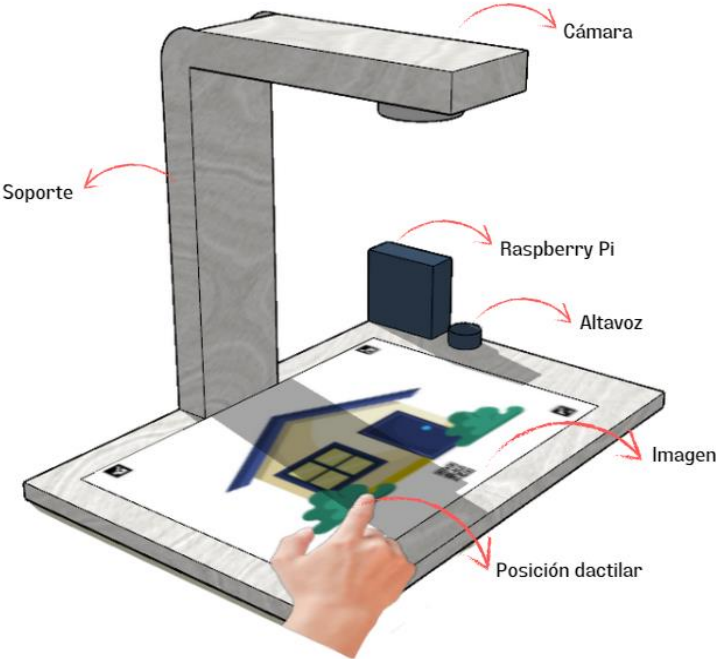


Evaluar el desempeño del prototipo con la participación de personas con discapacidad visual.

ÍNDICE DE CONTENIDOS



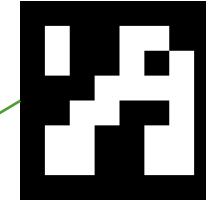
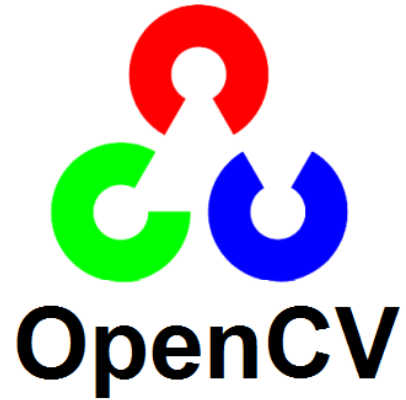
Diseño



Hardware



Entorno



ArUco



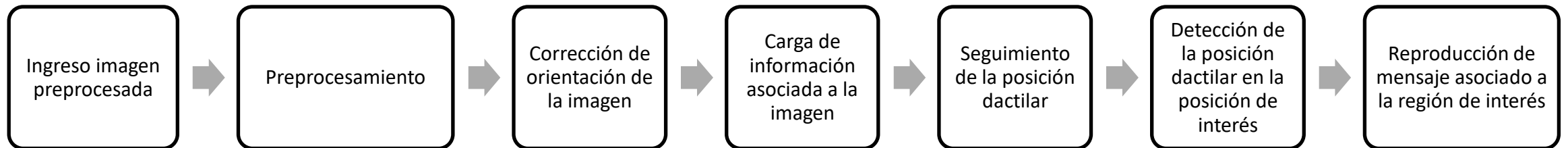
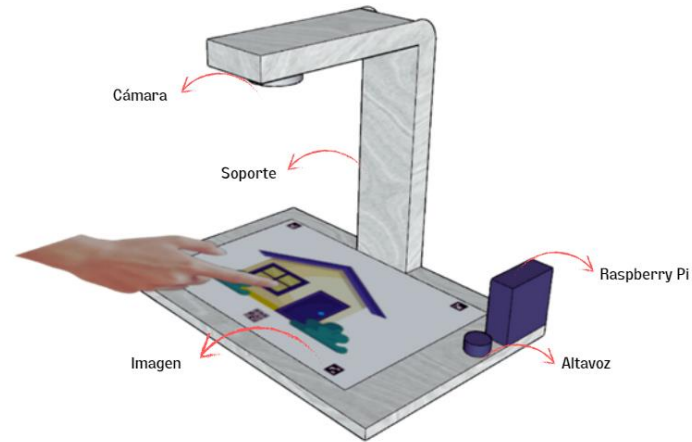
MediaPipe

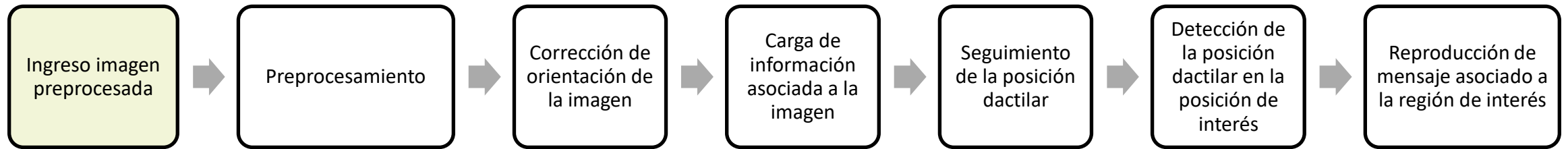


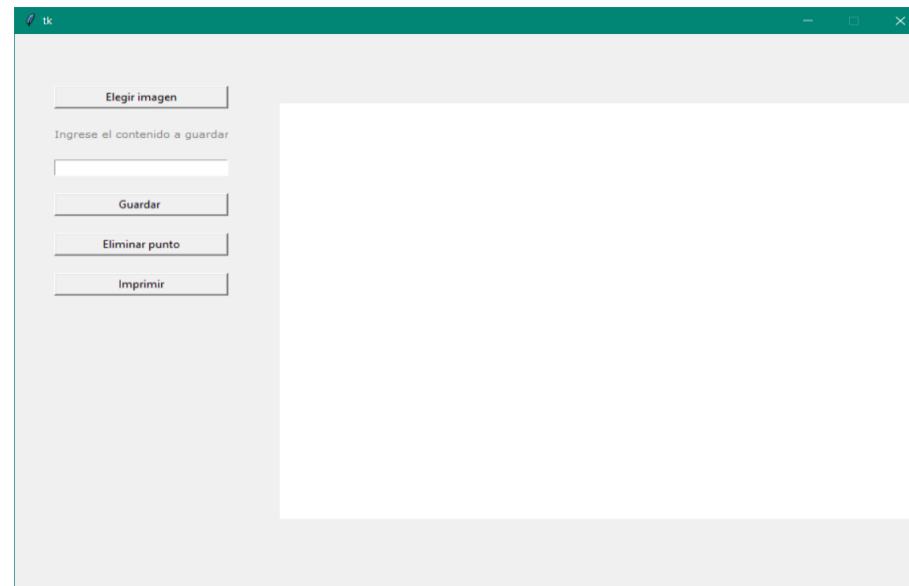
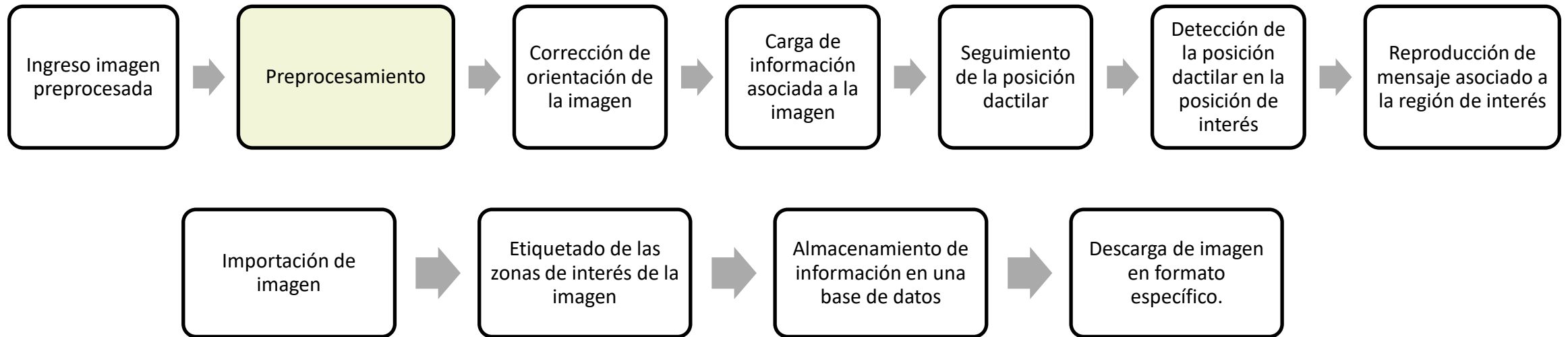
QR

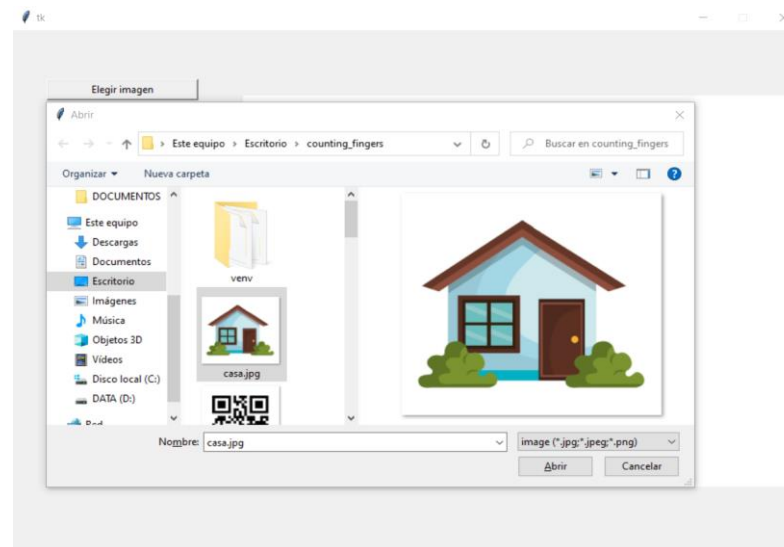
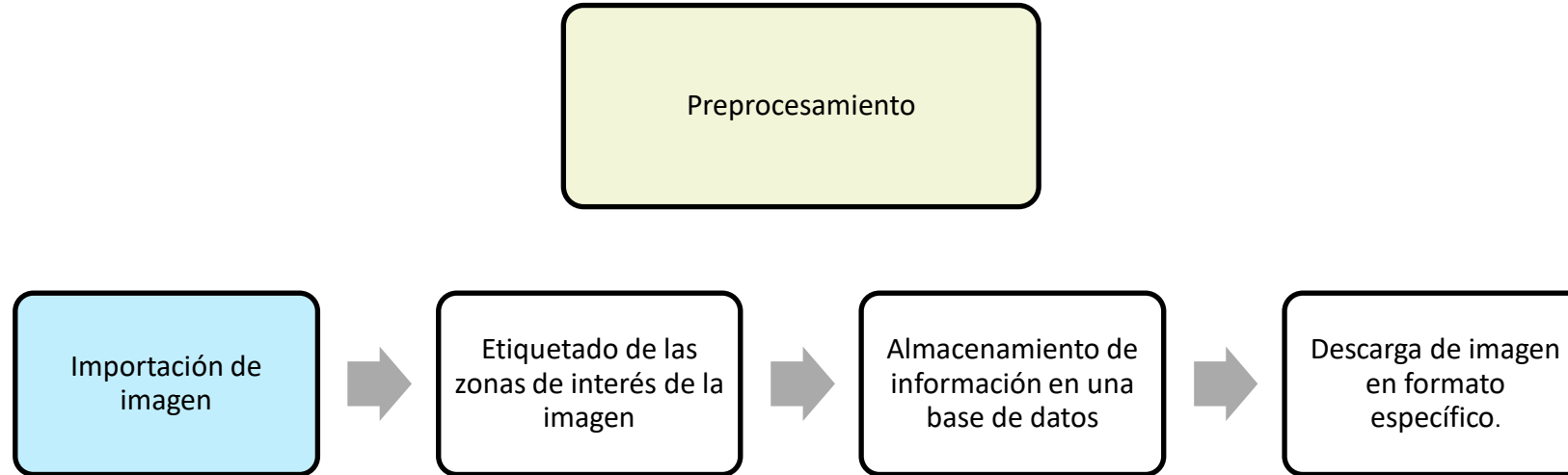


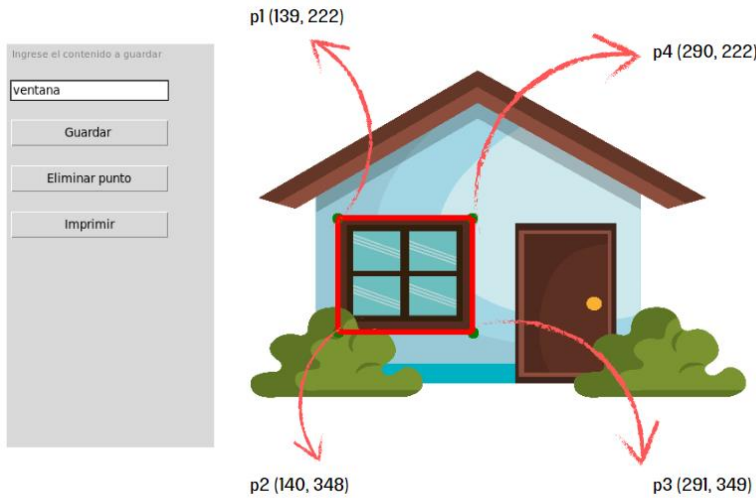
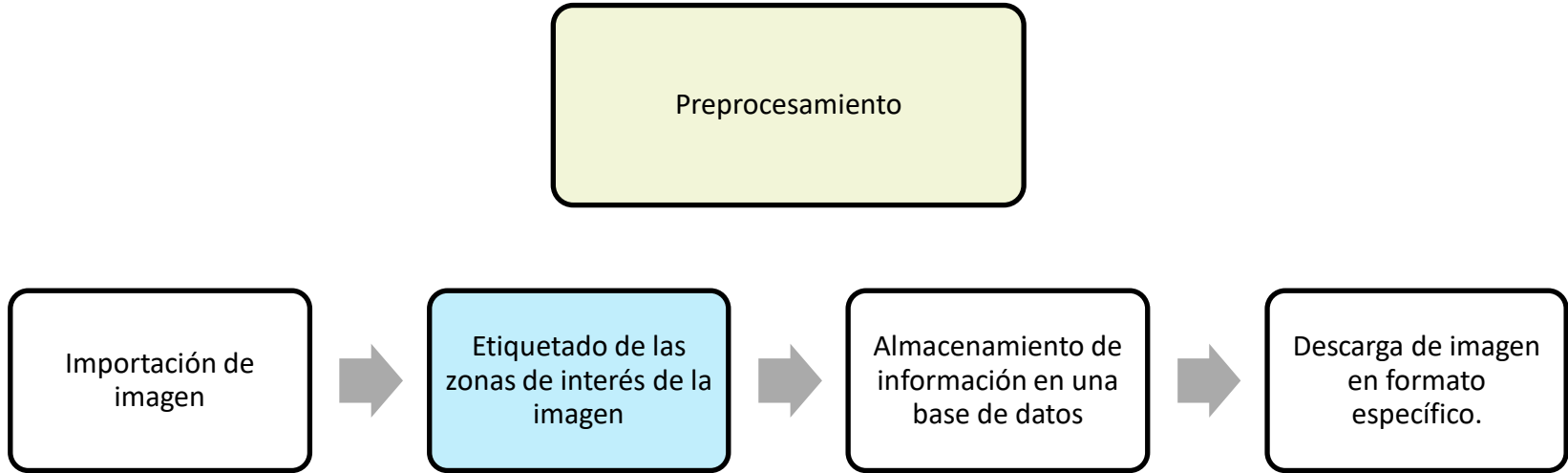
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

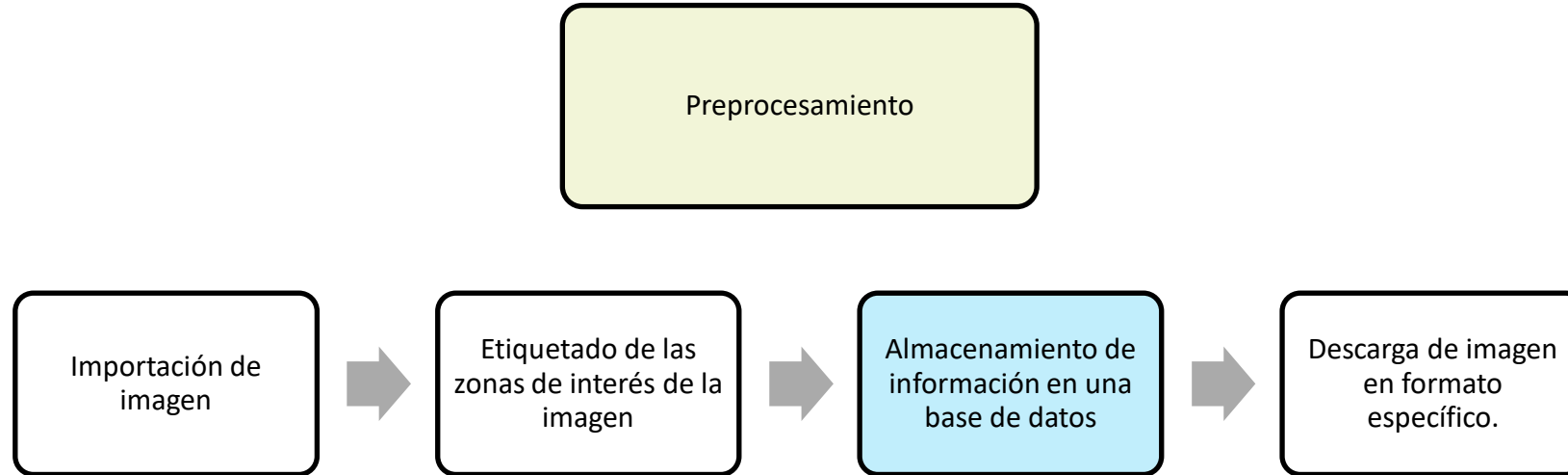






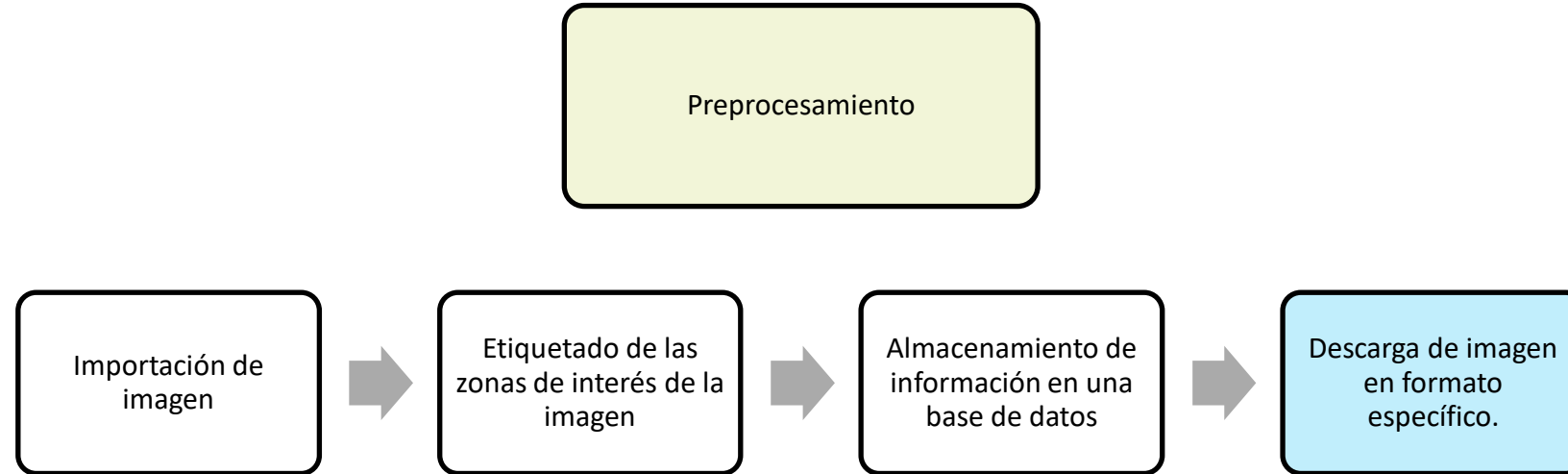


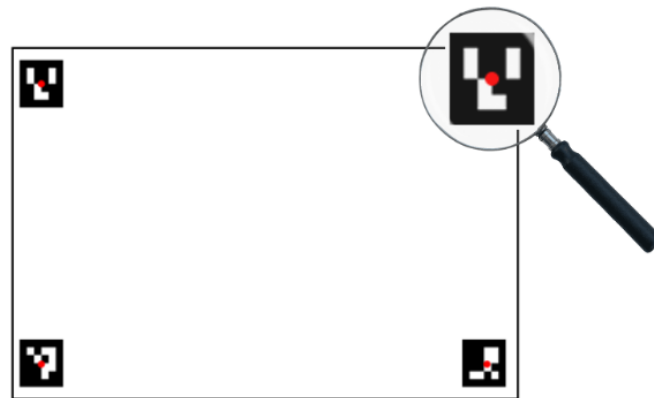
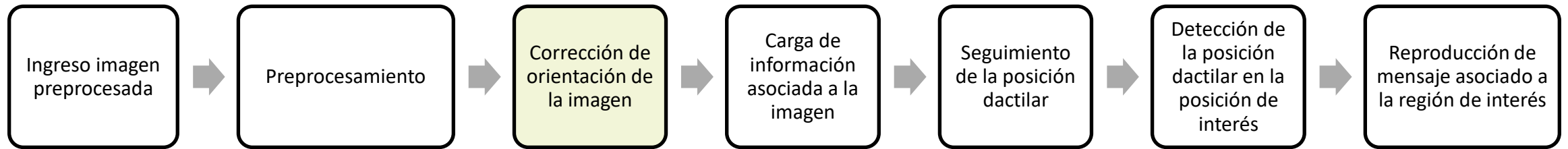


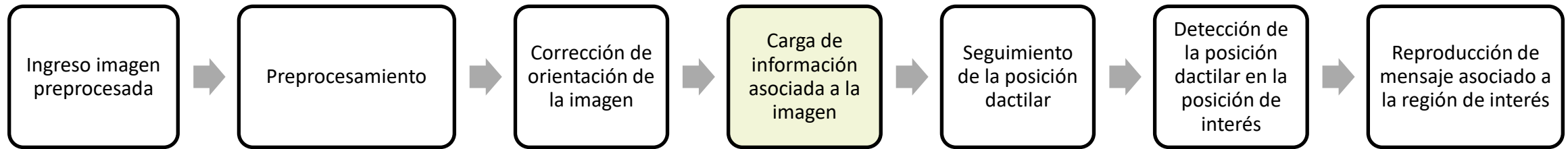


```
base.csv - Mousepad
Archivo Editar Búsqueda Ver Documento Ayuda
imagen,objeto,coordenadas
mapa del ecuador,región insular,"[[38, 101], [37, 227], [196, 227], [197, 106]
mapa del ecuador,región costa,"[[368, 64], [292, 95], [246, 191], [239, 265],
mapa del ecuador,región sierra,"[[387, 67], [394, 91], [393, 121], [376, 128],
mapa del ecuador,región amazónica,"[[448, 112], [432, 138], [414, 163], [409,
casa,ventana,"[[139, 222], [140, 348], [291, 349], [290, 222]]"
casa,puerta,"[[340, 228], [341, 403], [452, 398], [449, 233]]"
casa,techo,"[[92, 210], [297, 94], [507, 214], [550, 197], [297, 60], [54, 198
casa,arbusto,"[[67, 356], [201, 359], [230, 419], [48, 419]]"
casa,arbusto,"[[460, 350], [466, 421], [596, 418], [534, 325]]"
```



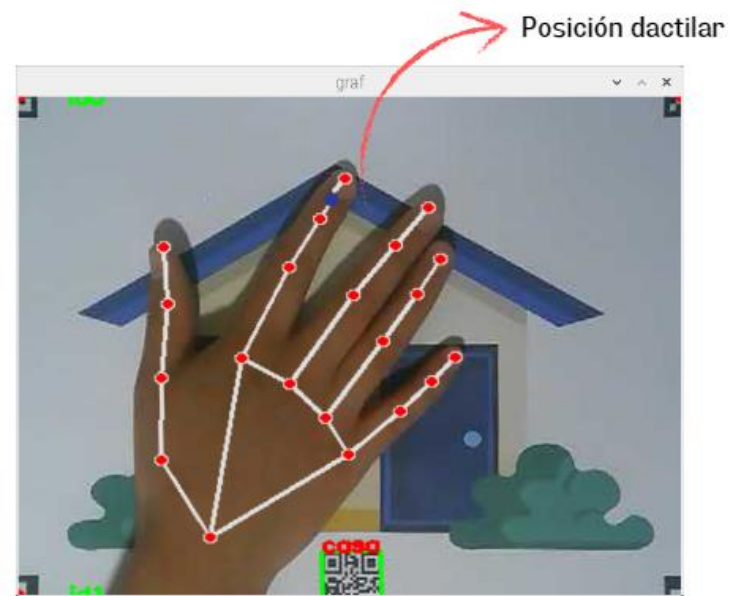
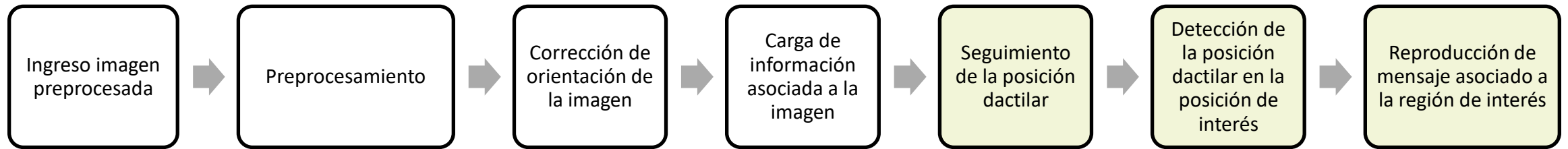


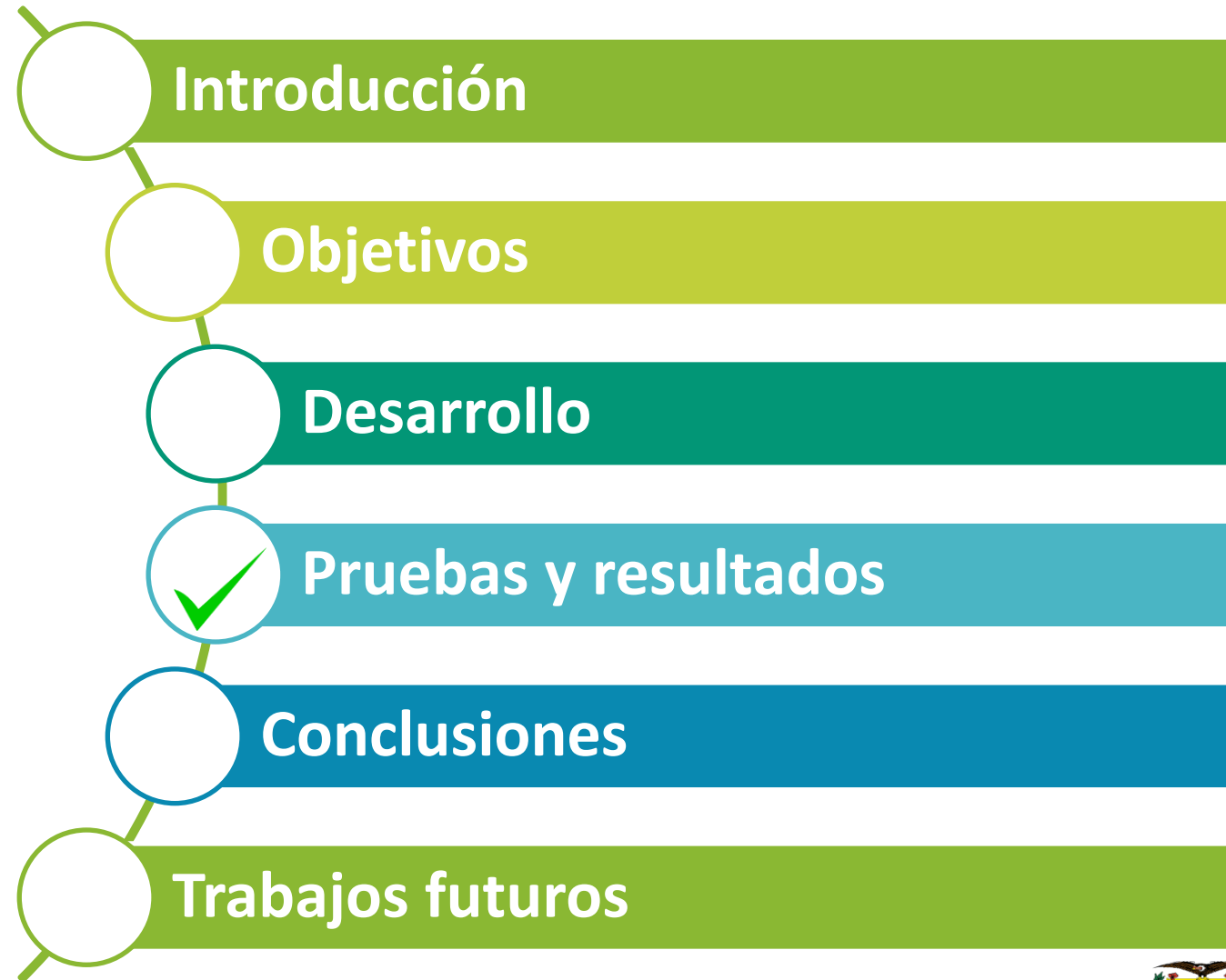




```
base.csv - Mousepad
Archivo Editar Búsqueda Ver Documento Ayuda
imagen,objeto,coordenadas
mapa del ecuador,región insular,"[[38, 101], [37, 227], [196, 227], [197, 106]
mapa del ecuador,región costa,"[[368, 64], [292, 95], [246, 191], [239, 265],
mapa del ecuador,región sierra,"[[387, 67], [394, 91], [393, 121], [376, 128],
mapa del ecuador,región amazónica,"[[448, 112], [432, 138], [414, 163], [409,
casa,ventana,"[[139, 222], [140, 348], [291, 349], [290, 222]]"
casa,puerta,"[[340, 228], [341, 403], [452, 398], [449, 233]]"
casa,techo,"[[92, 210], [297, 94], [507, 214], [550, 197], [297, 60], [54, 198
casa,arbusto,"[[67, 356], [201, 359], [230, 419], [48, 419]]"
casa,arbusto,"[[460, 350], [466, 421], [596, 418], [534, 325]]"
```







Fase preliminar



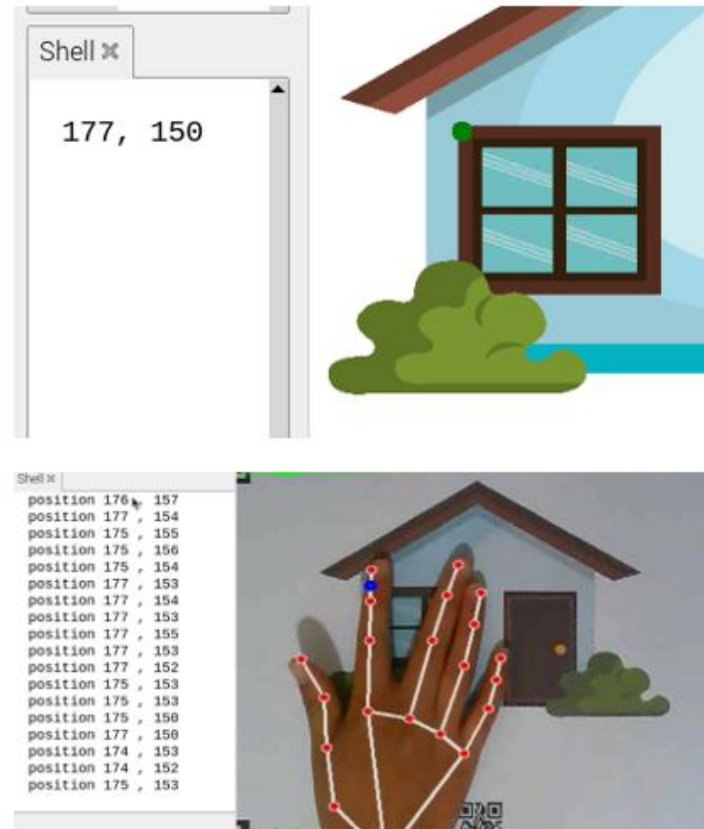
Zonás de interés válidas

Casa	100,00%
Rostro de niño	100,00%
Computador de escritorio	100,00%
Regiones del Ecuador	100,00%
Bicicleta	100,00%
Cuarto de baño	100,00%
Matriz de 2 x 2	100,00%
Cancha de fútbol	100,00%
Suma de fracciones	100,00%
Reloj	85,71%

Basándonos en los datos recopilados y la información proporcionada por el participante, se puede concluir que en la fase preliminar se confirmó que el prototipo logró una precisión del 98,57% al identificar correctamente las zonas de interés.

Fase preliminar

Concordancia de coordenadas entre lo seleccionado y en tiempo real



Fase total

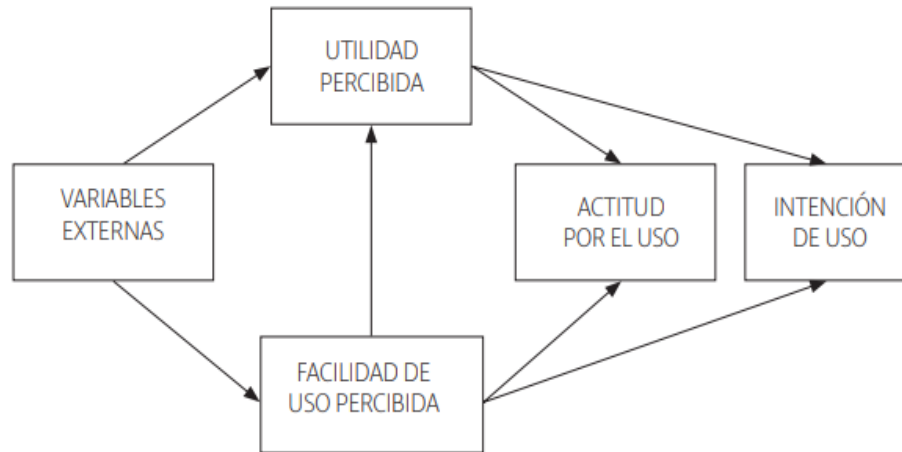


Zonás de interés válidas



Referenciándose en los datos recopilados durante esta etapa se confirma que el prototipo logra identificar de manera precisa las zonas de interés con una precisión del 99,5%.

Modelo de aceptación de tecnología



Utilidad Percibida:

- 90.9% de los participantes calificaron la aplicación con una utilidad percibida de 5.
- 9.1% de los participantes calificaron la aplicación con una utilidad percibida de 4.

Facilidad de Uso Percibida:

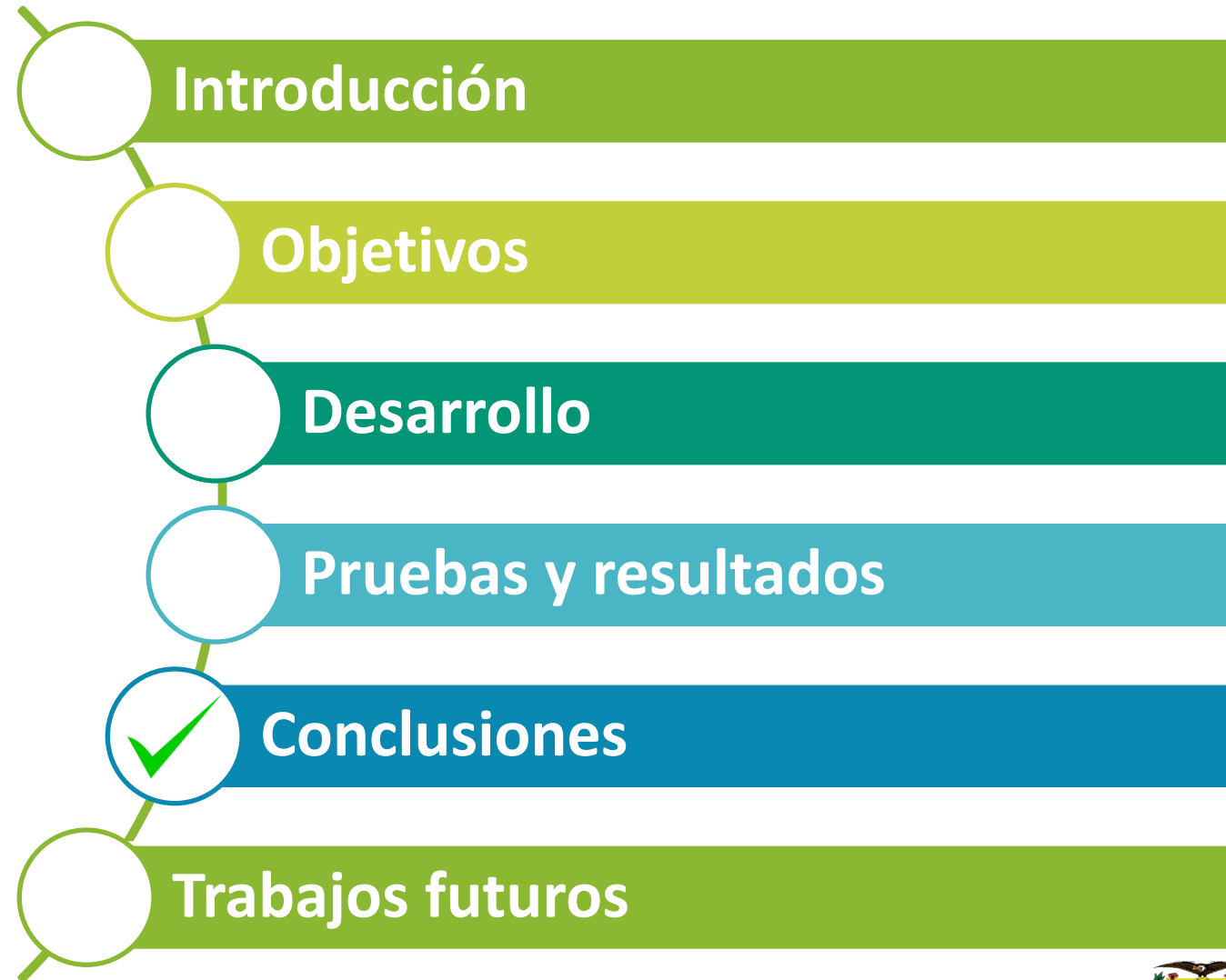
- 81.8% de los participantes calificaron la facilidad de uso percibida con un 5.
- 18.2% de los participantes calificaron la facilidad de uso percibida con un 4.

Actitud por el Uso:

- 90.9% de los participantes calificaron la actitud por el uso con un 5.
- 9.1% de los participantes calificaron la actitud por el uso con un 4.

Intención de Uso:

- 54.5% de los participantes indicaron una intención de uso futura con un 5.
- 36.4% de los participantes indicaron una intención de uso futura con un 4.
- 9.1% de los participantes indicaron una intención de uso futura con un 3.

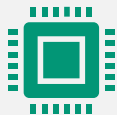




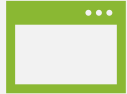
Se ha logrado desarrollar un prototipo innovador que brinda accesibilidad a la composición de imágenes digitales preprocesadas mediante el seguimiento de la posición dactilar en tiempo real, dirigido específicamente a personas con discapacidad visual. A través de la integración de tecnologías como la inteligencia artificial, el procesamiento de imágenes y la retroalimentación auditiva, se ha creado una solución que aborda de manera efectiva las limitaciones en la percepción visual de este grupo de usuarios.



Para determinar el algoritmo óptimo para la detección dactilar se realizó una investigación exhaustiva la que involucró la biblioteca MediaPipe, aprovechando las capacidades de esta biblioteca, se adaptó su funcionalidad para satisfacer las necesidades precisas del prototipo, específicamente en relación con la detección en tiempo real de la posición y ubicación del dedo índice.



Este prototipo utilizó una tarjeta Raspberry Pi como microcomputadora principal, elegida debido a su bajo costo y dimensiones compactas. Se optó por trabajar directamente con Python 3, aprovechando su amplio acceso a valiosas bibliotecas de código abierto, como MediaPipe, OpenCV, GTTS y Tkinter, que fueron de utilidad para la implementación de la solución.



Se implementó una interfaz gráfica que posibilitó el preprocesamiento de imágenes con el propósito de limitar y etiquetar las zonas de interés. Esta aplicación ayuda a generar una base de datos donde se almacenó información esencial asociada a cada imagen, incluyendo su "Nombre", la "Etiqueta de la zona de interés" y las "Coordenadas del área de la zona de interés". Además, la aplicación facilita la generación de una forma de desarrollar el material didáctico de las imágenes, esta imagen contiene marcadores ArUco en las esquinas de una hoja en A4 para orientación y cambio de perspectiva, así como un Código QR para identificación y acceso a la base de datos mediante el nombre de la imagen guardada en un código QR y la propia imagen en cuestión



Se desarrolló la aplicación que permitió la detección dactilar sobre la imagen y proporcionó retroalimentación auditiva correspondiente a la zona de interés identificada.



La reproducción de audio se realiza mediante la obtención de información de la base de datos, que es decodificada a partir del código QR. Además, los marcadores ArUco, ubicados en las esquinas, posibilitaron la redefinición de las coordenadas de posición dactilar en función de la nueva perspectiva, asegurando una precisión adecuada en la información proporcionada.



En la evaluación con personas discapacitadas visuales, el prototipo logró una precisión del 99.5% al identificar zonas de interés en imágenes, validando su accesibilidad. En términos de usabilidad según el modelo TAM, la mayoría calificó positivamente la utilidad, facilidad de uso y actitud, mostrando aceptación. Además, más del 90% expresó intención de usar el prototipo en el futuro para actividades de aprendizaje, indicando alta aceptación.





En la búsqueda de mejoras y expansiones futuras, se plantea como continuidad a este proyecto de titulación la implementación de la personalización de la velocidad de reproducción audible, ajustable según las preferencias del usuario, este enfoque permitiría a los usuarios adaptar la experiencia a sus propias necesidades y preferencias individuales, lo que podría resultar en una experiencia más fluida y efectiva para las personas con discapacidad visual.



Una siguiente necesidad evidente es la implementación de una aplicación móvil que pueda ser ejecutada en teléfono inteligente y que ofrezca las mismas funcionalidades que la descripción de la composición de imágenes a través de la posición dactilar en tiempo real. Esta evolución se justifica por la necesidad de aumentar la portabilidad y accesibilidad del prototipo, brindándoles una mayor independencia y empoderamiento en su vida cotidiana para superar las restricciones actuales asociadas a su robustez y limitaciones de uso en diversos entornos.



Adicional a ello, se pudo rescatar necesidades en las personas con discapacidad visual donde pretenden escuchar la composición de una imagen en un nivel más detallado, que incluya características específicas de cada zona de interés, como forma, color y dimensiones. Esta extensión podría contribuir significativamente a un mayor nivel de entendimiento cognitivo.



Un posible trabajo futuro sería ampliar la base de datos de este prototipo, diseñado para brindar accesibilidad a la composición de imágenes según el seguimiento dactilar. Agregar información sobre billetes y monedas que beneficiaría a personas con discapacidad visual, mejorando su comprensión y manejo del dinero.

GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA