



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON INTERACCIÓN GESTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICO ECUATORIANO A NIÑOS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA MEDIANTE SENSORES GESTUALES”

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**VICTOR ALFONSO MORALES CRUZ
WILLIAM ALBERTO TAMAYO SÁNCHEZ**

TUTOR: ING DAVID RIVAS MSc.

Latacunga, Febrero del 2017



AGENDA

- Objetivos
- Hipótesis
- Problemática
- Propuesta
- Sistema de Aprendizaje
- Resultados de la Investigación
- Comprobación de la Hipótesis
- Conclusiones
- Recomendaciones



OBJETIVOS

Objetivo General

- Diseñar e implementar un sistema con interacción gestual para la enseñanza de lenguaje de señas básico ecuatoriano a niños con discapacidad auditiva utilizando sensores gestuales

Objetivo Específico

- Analizar el lenguaje de señas que se utiliza en el Ecuador.
- Investigar los tipos de sensores gestuales que existen en el mercado para el desarrollo del sistema de aprendizaje del lenguaje de señas.
- Investigar métodos para la recolección de datos usando el sensor gestual.
- Buscar un software que facilite el manejo del sensor gestual.
- Desarrollar algoritmos que permitan reconocer los gestos realizados por el usuario.
- Diseñar e implementar una interfaz gráfica para el usuario.



HIPÓTESIS

La implementación del sistema con interacción gestual, es una herramienta que facilita el aprendizaje del lenguaje de señas básico ecuatoriano a niños con discapacidad auditiva.

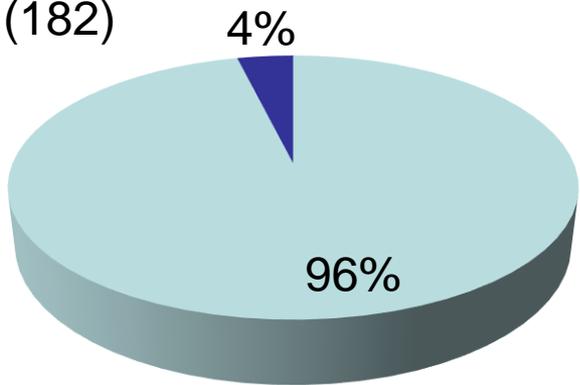


PROBLEMÁTICA

Instituto Nacional de Estadística y Censos

Personas con Discapacidad Auditiva en la Provincia de Cotopaxi

- Personas mayores a 13 años (4636)
- Personas menores a 12 años (182)



No existe el personal docente suficiente para la enseñanza del lenguaje de señas en centros educativos



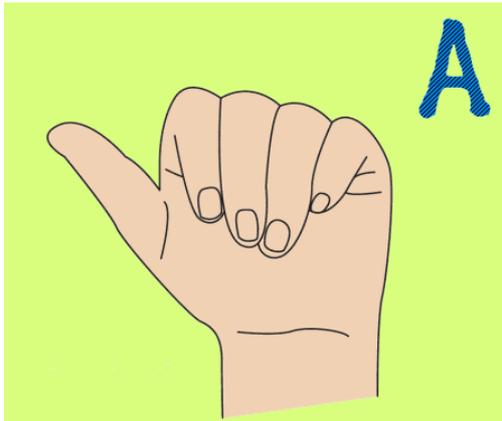
PROPUESTA



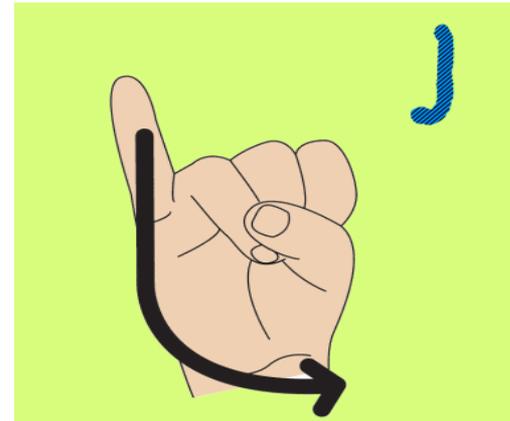
ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

LENGUAJE DE SEÑAS

- El lenguaje de señas es aquel que se basa en las expresiones gestuales para comunicarse.
- En junio del 2014 el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) presentaron el Diccionario Virtual de Lengua de Señas Ecuatoriana “Gabriel Román”.

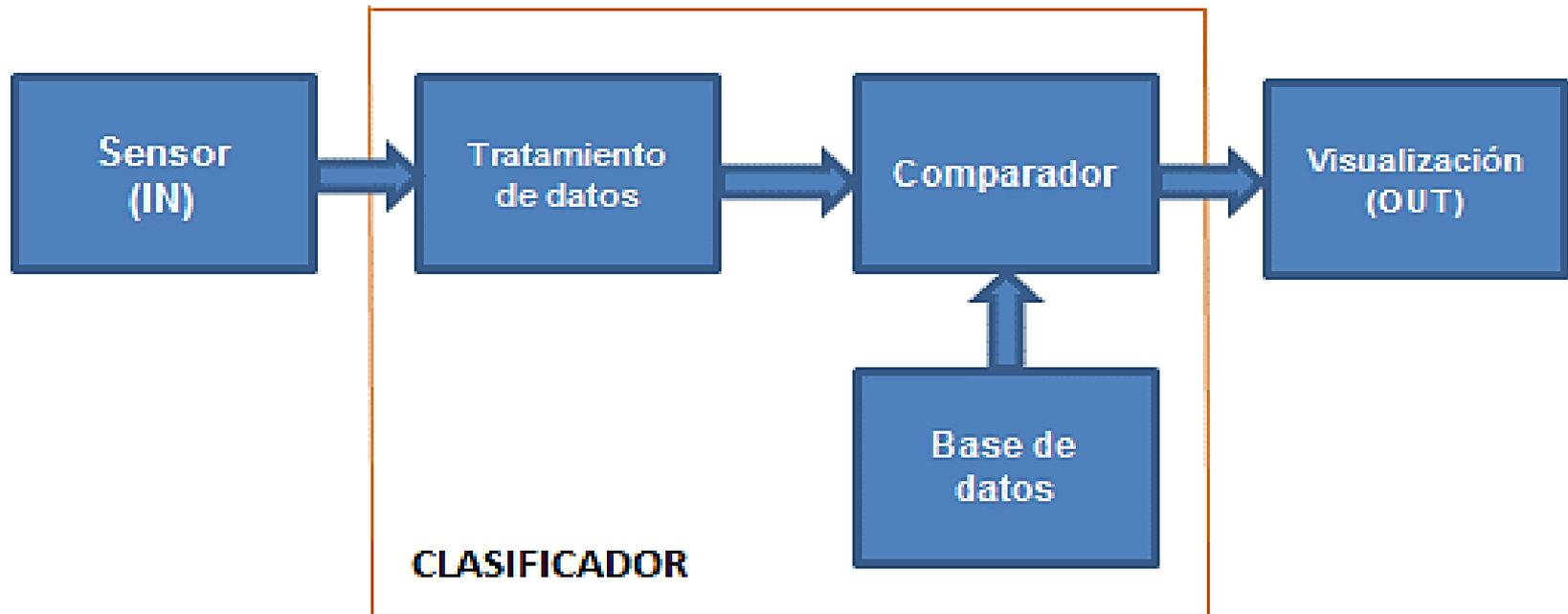


Estáticas



Dinámicas

SISTEMA DE APRENDIZAJE



SENSORES GESTUALES

Mando Wiimote



Play Station Move



Kinect



LEAP
MOTION



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

LEAP MOTION

Detección de Manos



Pequeñas Dimensiones



Lenguajes de Programación y Plataformas



C++



C#



Unity



Objective-C



Java



Python



JavaScript



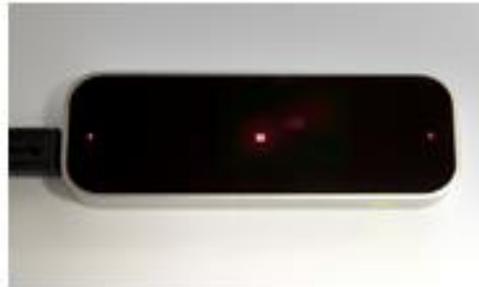
Unreal Engine



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

LEAP MOTION

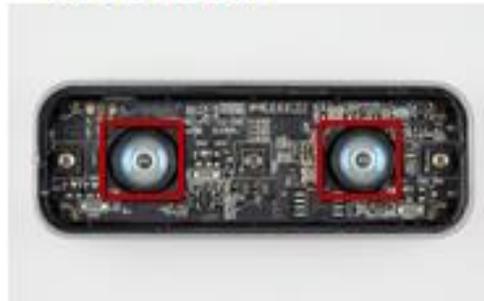
A) Leds infrarrojos



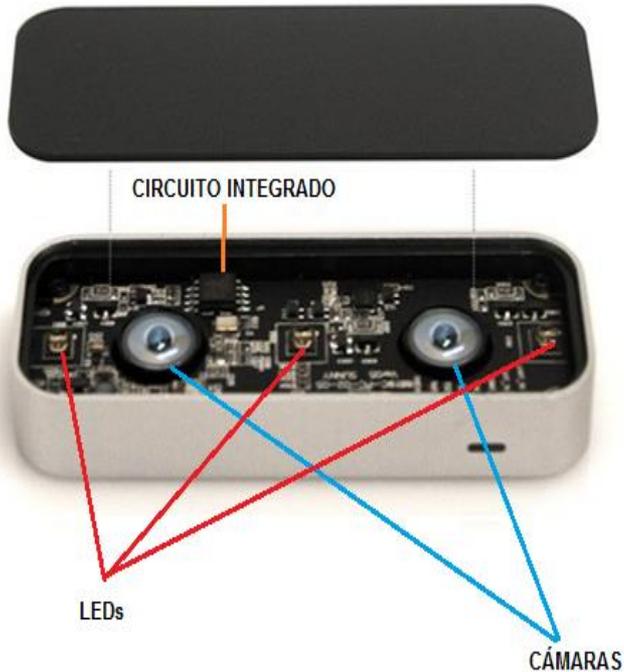
B) Malla luz Infrarroja



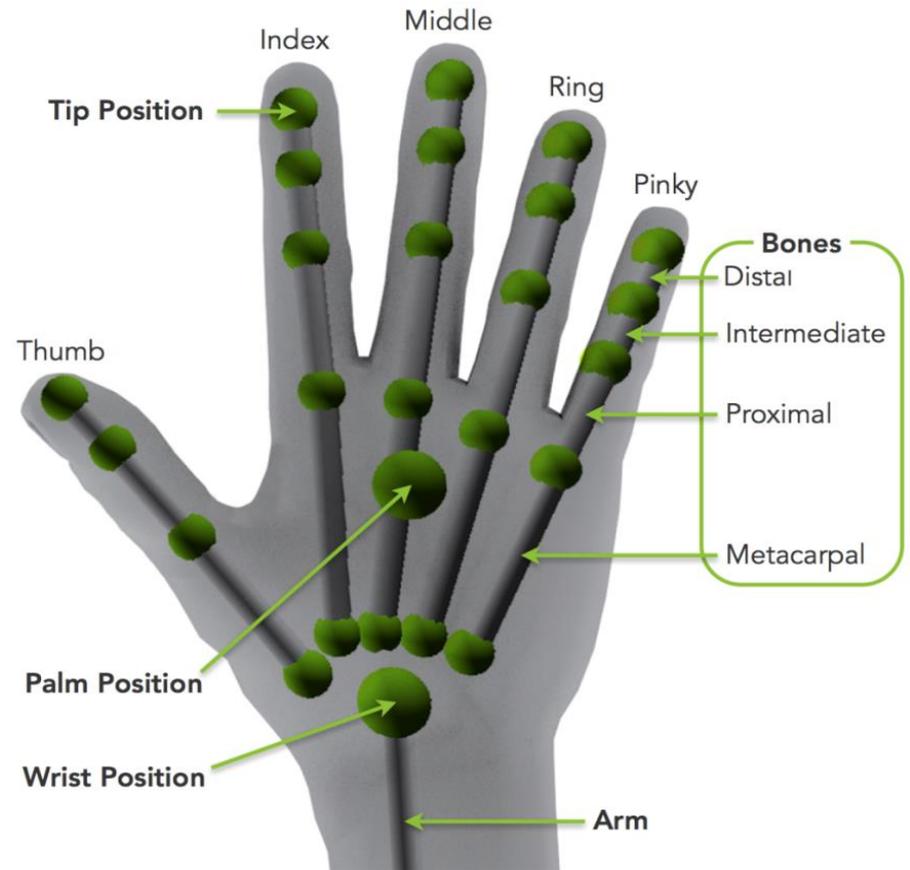
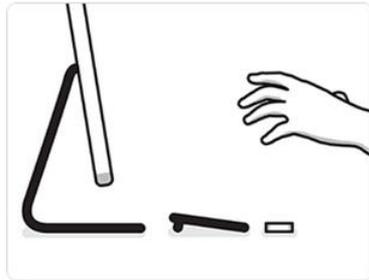
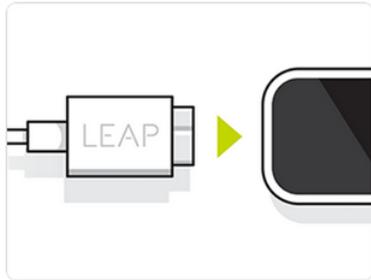
C) Detección



D) Enviar Información



LEAP MOTION



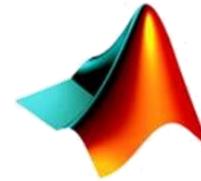
LEAP MOTION

```
Frame id: 434365, timestamp: 1219074115122, hands: 1, fingers: 5
Right hand, id 153, position: (63.7438, 146.167, 1.19126)
pitch: 46.569238 degrees, roll: -36.607731 degrees, yaw: 18.210408 degrees
Arm direction: (-0.127167, 0.496871, -0.858457), wrist position: (60.9325, 113.71, 32.7064), elbow position: (89.3813, 2.5535, 224.754)
Thumb finger, id: 1530, length: 43.181889mm, width: 16.778475mm
  Bone: Metacarpal, start: (35.7385, 117.029, 32.1528), end: (35.7385, 117.029, 32.1528), direction: (0, 0, 0)
  Bone: Proximal, start: (35.7385, 117.029, 32.1528), end: (16.3112, 141.02, 4.62643), direction: (0.469712, -0.580034, 0.665531)
  Bone: Intermediate, start: (16.3112, 141.02, 4.62643), end: (13.0642, 150.943, -21.6238), direction: (0.114937, -0.351261, 0.929196)
  Bone: Distal, start: (13.0642, 150.943, -21.6238), end: (18.5914, 151.333, -40.2067), direction: (-0.285036, -0.0200993, 0.958306)
Index finger, id: 1531, length: 48.725945mm, width: 16.026800mm
  Bone: Metacarpal, start: (50.2834, 129.392, 36.7746), end: (50.7171, 170.876, -7.88692), direction: (-0.00711457, -0.680549, 0.732668)
  Bone: Proximal, start: (50.7171, 170.876, -7.88692), end: (36.0302, 157.708, -37.5187), direction: (0.412586, 0.369938, 0.832418)
  Bone: Intermediate, start: (36.0302, 157.708, -37.5187), end: (31.817, 138.441, -34.0371), direction: (0.210378, 0.962039, -0.173847)
  Bone: Distal, start: (31.817, 138.441, -34.0371), end: (32.2783, 127.882, -24.6184), direction: (-0.0325859, 0.745845, -0.665322)
Middle finger, id: 1532, length: 55.519302mm, width: 15.740447mm
  Bone: Metacarpal, start: (60.0443, 127.523, 34.4675), end: (67.6045, 163.981, -9.75231), direction: (-0.130782, -0.630671, 0.764951)
  Bone: Proximal, start: (67.6045, 163.981, -9.75231), end: (47.2539, 149.825, -41.0646), direction: (0.509564, 0.354441, 0.784038)
  Bone: Intermediate, start: (47.2539, 149.825, -41.0646), end: (37.6856, 129.217, -34.8288), direction: (0.406097, 0.874665, -0.264664)
  Bone: Distal, start: (37.6856, 129.217, -34.8288), end: (35.8066, 118.543, -23.6498), direction: (0.120678, 0.685545, -0.717959)
Ring finger, id: 1533, length: 53.383293mm, width: 14.978033mm
  Bone: Metacarpal, start: (68.8037, 123.24, 31.5449), end: (82.4305, 152.302, -9.24083), direction: (-0.262551, -0.559943, 0.785831)
  Bone: Proximal, start: (82.4305, 152.302, -9.24083), end: (63.7042, 141.466, -39.2809), direction: (0.505842, 0.292689, 0.811453)
  Bone: Intermediate, start: (63.7042, 141.466, -39.2809), end: (51.0349, 123.221, -33.4987), direction: (0.551965, 0.794905, -0.251913)
  Bone: Distal, start: (51.0349, 123.221, -33.4987), end: (46.9361, 113.399, -22.2559), direction: (0.264765, 0.634415, -0.726235)
Pinky finger, id: 1534, length: 41.851513mm, width: 13.304660mm
  Bone: Metacarpal, start: (74.5245, 114.136, 26.7015), end: (93.6134, 138.55, -10.0117), direction: (-0.397317, -0.50815, 0.764148)
  Bone: Proximal, start: (93.6134, 138.55, -10.0117), end: (78.3105, 134.407, -34.649), direction: (0.522329, 0.141431, 0.840934)
  Bone: Intermediate, start: (78.3105, 134.407, -34.649), end: (66.7488, 123.559, -31.2905), direction: (0.713433, 0.669378, -0.207236)
  Bone: Distal, start: (66.7488, 123.559, -31.2905), end: (61.169, 115.3, -21.0616), direction: (0.390692, 0.578262, -0.716222)
```

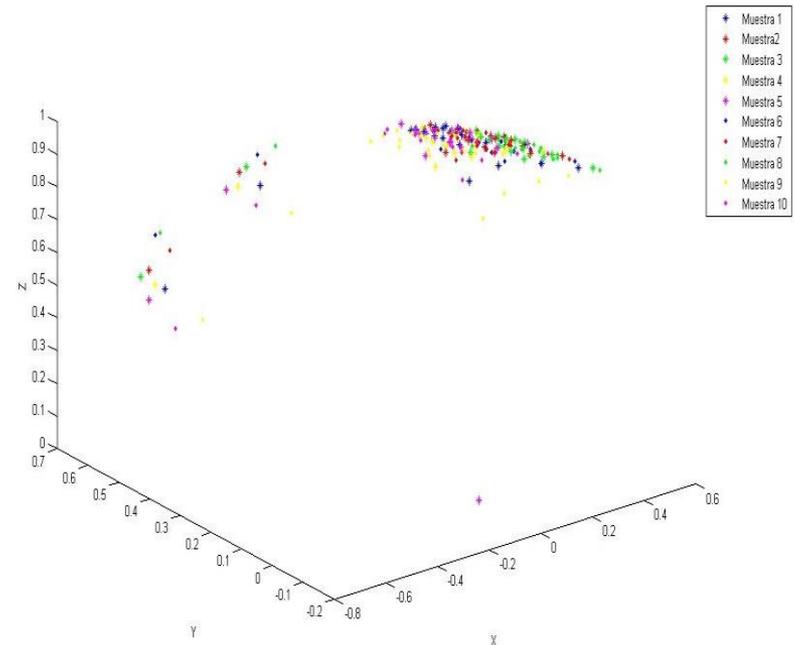


CLASIFICADOR

BASE DE DATOS



MATLAB®



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

CLASIFICADOR

TRATAMIENTO DE DATOS

```
Frame id: 434365, timestamp: 1219074115122, hands: 1, fingers: 5
Right hand, id 153, position: (63.7438, 146.167, 1.19126)
pitch: 46.569238 degrees, roll: -36.607731 degrees, yaw: 18.210408 degrees
Arm direction: (-0.127167, 0.496871, -0.858457), wrist position: (60.9325, 113.71, 32.7064), elbow position: (89.3813, 2.5535, 224.754)
Thumb finger, id: 1530, length: 43.181889mm, width: 16.778475mm
Bone: Metacarpal, start: (35.7385, 117.029, 32.1528), end: (35.7385, 117.029, 32.1528), direction: (0, 0, 0)
Bone: Proximal, start: (35.7385, 117.029, 32.1528), end: (16.3112, 141.02, 4.62643), direction: (0.469712, -0.580034, 0.665531)
Bone: Intermediate, start: (16.3112, 141.02, 4.62643), end: (13.0642, 150.943, -21.6238), direction: (0.114937, -0.351261, 0.929196)
Bone: Distal, start: (13.0642, 150.943, -21.6238), end: (18.5914, 151.333, -40.2067), direction: (-0.285036, -0.0200993, 0.958306)
Index finger, id: 1531, length: 48.725945mm, width: 16.026800mm
Bone: Metacarpal, start: (50.2834, 129.392, 36.7746), end: (50.7171, 170.876, -7.88692), direction: (-0.00711457, -0.680549, 0.732668)
Bone: Proximal, start: (50.7171, 170.876, -7.88692), end: (36.0302, 157.708, -37.5187), direction: (0.412586, 0.369938, 0.832418)
Bone: Intermediate, start: (36.0302, 157.708, -37.5187), end: (31.817, 138.441, -34.0371), direction: (0.210378, 0.962039, -0.173847)
Bone: Distal, start: (31.817, 138.441, -34.0371), end: (32.2783, 127.882, -24.6184), direction: (-0.0325859, 0.745845, -0.665322)
Middle finger, id: 1532, length: 55.519302mm, width: 15.740447mm
Bone: Metacarpal, start: (60.0443, 127.523, 34.4675), end: (67.6045, 163.981, -9.75231), direction: (-0.130782, -0.630671, 0.764951)
Bone: Proximal, start: (67.6045, 163.981, -9.75231), end: (47.2539, 149.825, -41.0646), direction: (0.509564, 0.354441, 0.784038)
Bone: Intermediate, start: (47.2539, 149.825, -41.0646), end: (37.6856, 129.217, -34.8288), direction: (0.406097, 0.874665, -0.264664)
Bone: Distal, start: (37.6856, 129.217, -34.8288), end: (35.8066, 118.543, -23.6498), direction: (0.120678, 0.685545, -0.717959)
Ring finger, id: 1533, length: 53.383293mm, width: 14.978033mm
Bone: Metacarpal, start: (68.8037, 123.24, 31.5449), end: (82.4305, 152.302, -9.24083), direction: (-0.262551, -0.559943, 0.785831)
Bone: Proximal, start: (82.4305, 152.302, -9.24083), end: (63.7042, 141.466, -39.2809), direction: (0.505842, 0.292689, 0.811453)
Bone: Intermediate, start: (63.7042, 141.466, -39.2809), end: (51.0349, 123.221, -33.4987), direction: (0.551965, 0.794905, -0.251913)
Bone: Distal, start: (51.0349, 123.221, -33.4987), end: (46.9361, 113.399, -22.2559), direction: (0.264765, 0.634415, -0.726235)
Pinky finger, id: 1534, length: 41.851513mm, width: 13.304660mm
Bone: Metacarpal, start: (74.5245, 114.136, 26.7015), end: (93.6134, 138.55, -10.0117), direction: (-0.397317, -0.50815, 0.764148)
Bone: Proximal, start: (93.6134, 138.55, -10.0117), end: (78.3105, 134.407, -34.649), direction: (0.522329, 0.141431, 0.840934)
Bone: Intermediate, start: (78.3105, 134.407, -34.649), end: (66.7488, 123.559, -31.2905), direction: (0.713433, 0.669378, -0.207236)
Bone: Distal, start: (66.7488, 123.559, -31.2905), end: (61.169, 115.3, -21.0616), direction: (0.390692, 0.578262, -0.716222)
```

CONFIGURACIONES ESTÁTICAS

Vector
Dirección



[60X1]

CONFIGURACIONES DINÁMICAS

$$\begin{bmatrix} \vdots & \dots & \vdots \\ & 60X6 & \\ \vdots & \dots & \vdots \end{bmatrix}$$

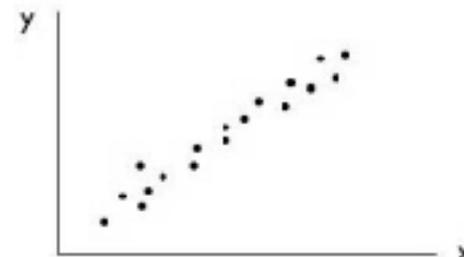

ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

CLASIFICADOR

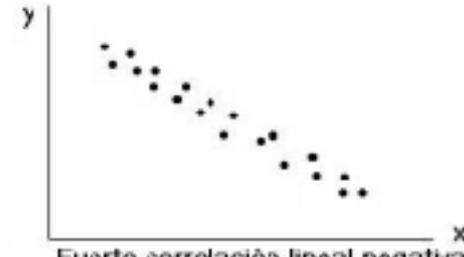
COMPARADOR

CONFIGURACIONES ESTÁTICAS Correlación Estadística

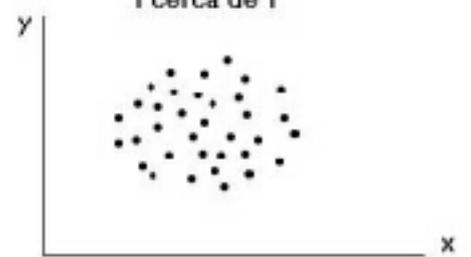
- La correlación estadística es una técnica que indica si dos variables están relacionadas
- El coeficiente de correlación es un valor cuantitativo que varía entre -1 a 1 y es el indicador de la relación que hay entre dos variables, además el coeficiente de correlación no varía al hacerlo la escala de medición, es decir, si una variable expresa la altura en metros o en centímetros el coeficiente de correlación no varía.



Fuerte correlación lineal positiva
 r cerca de 1



Fuerte correlación lineal negativa
 r cerca de -1



Ninguna correlación lineal aparente
 r cerca de cero

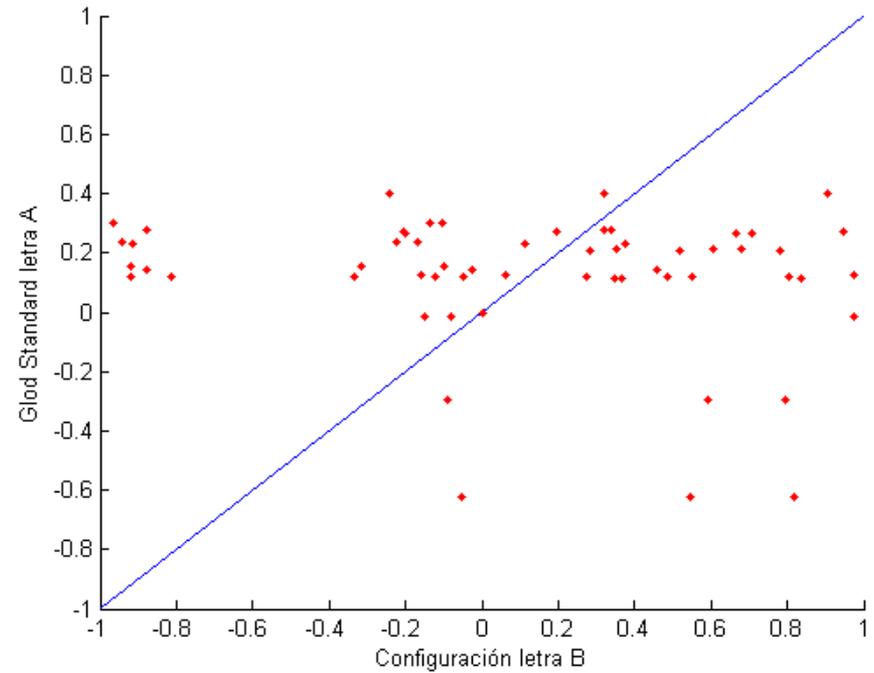
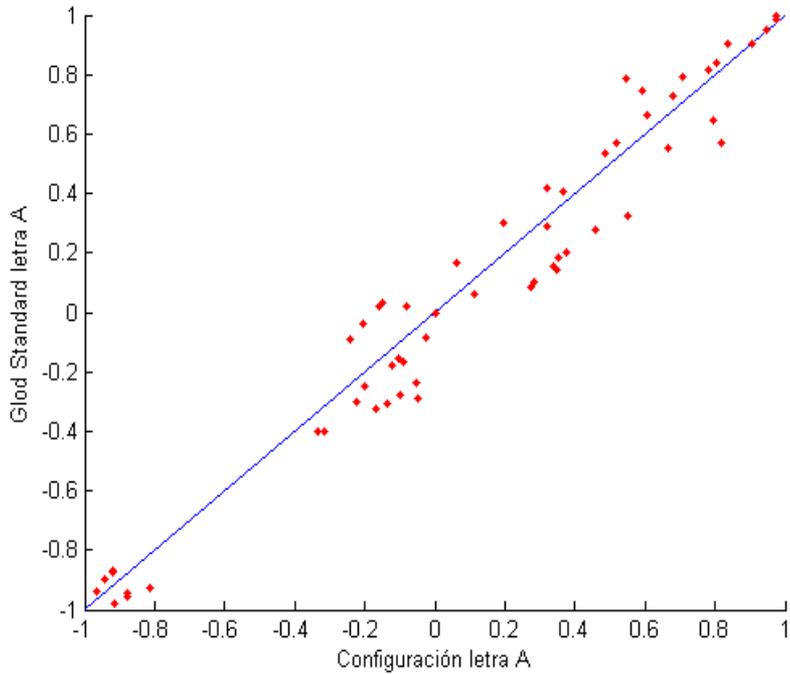


Correlación curvilínea
 r cerca de cero



CLASIFICADOR

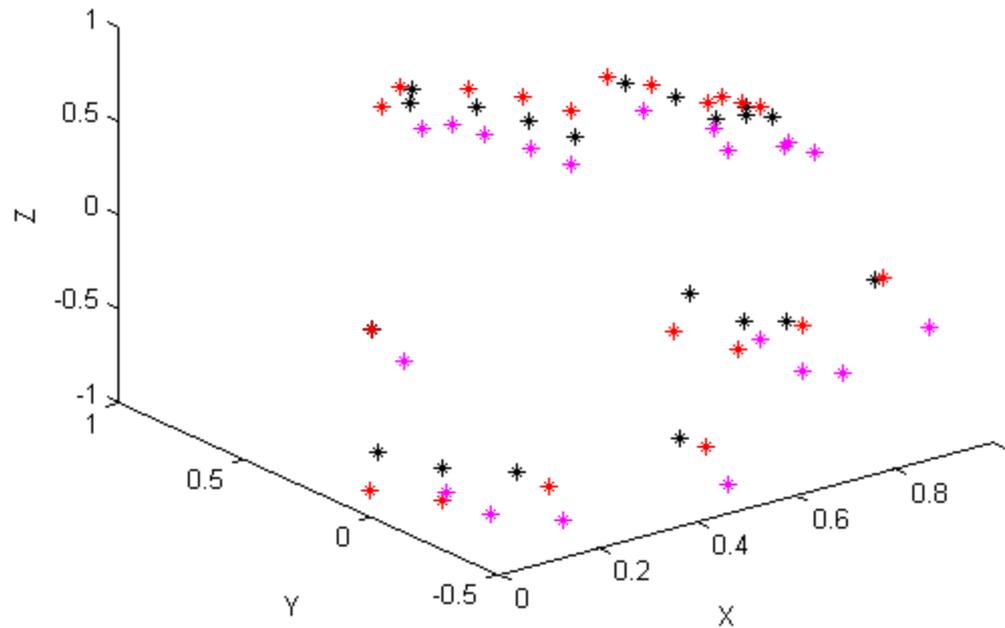
COMPARADOR



CLASIFICADOR

COMPARADOR

Gold Standar letra O



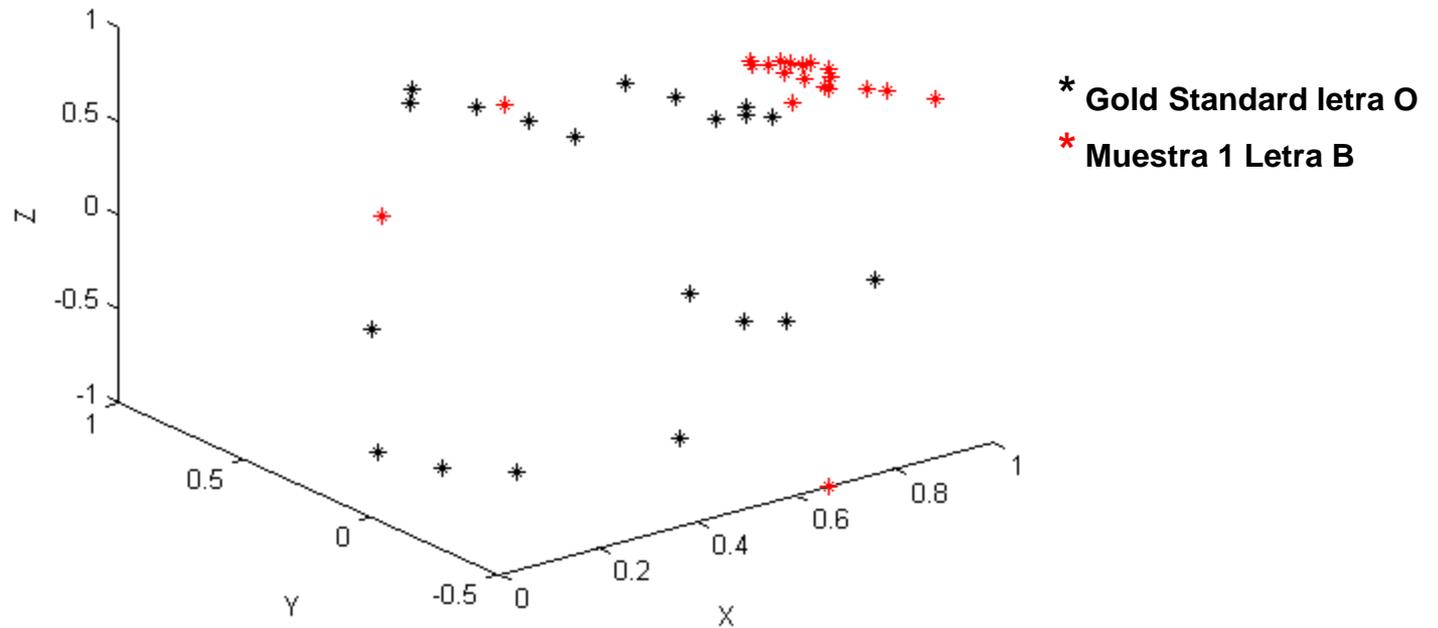
- * Gold Standar letra O
- * Muestra 1 Letra O
- * Muestra 2 Letra O



CLASIFICADOR

COMPARADOR

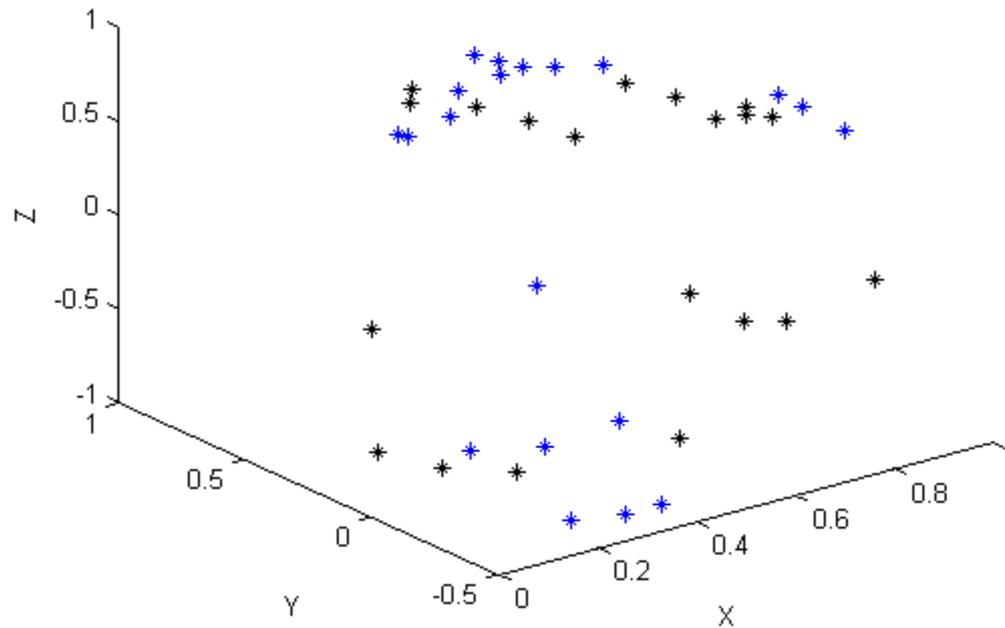
Gold Standar letra O



CLASIFICADOR

COMPARADOR

Gold Standar letra O



- * Gold Standar letra O
- * Muestra 1 Letra L



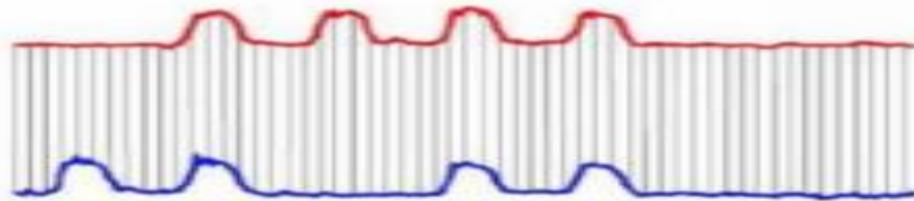
CLASIFICADOR

COMPARADOR

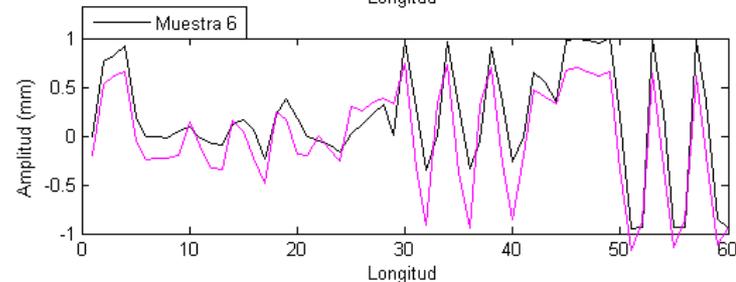
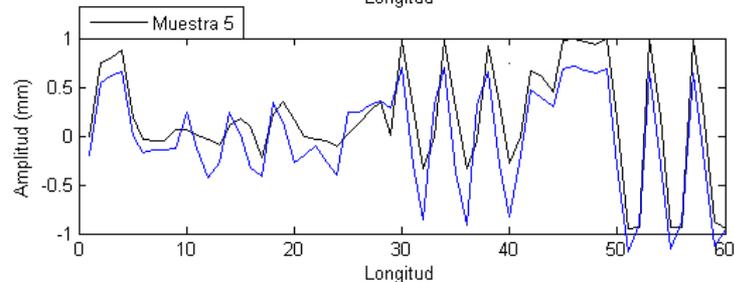
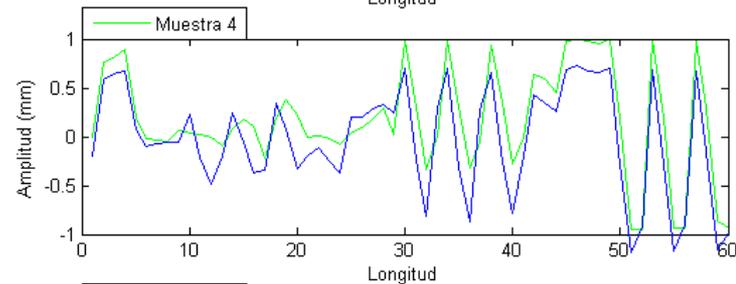
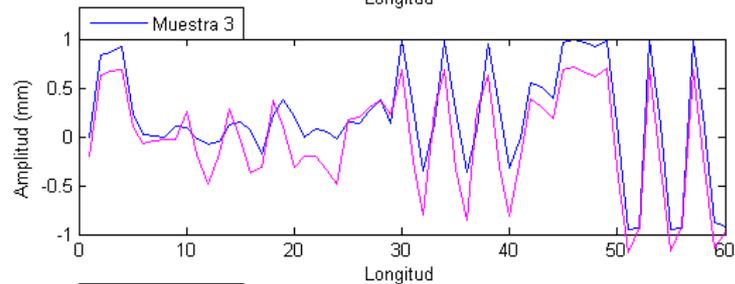
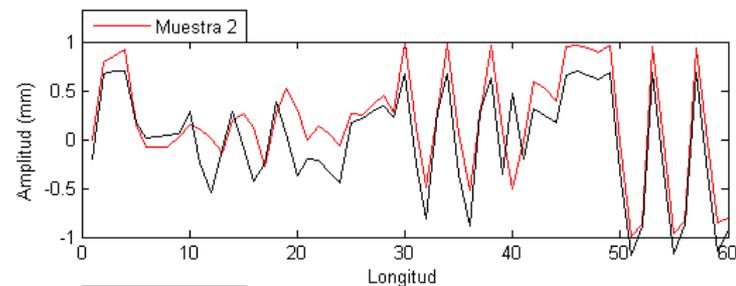
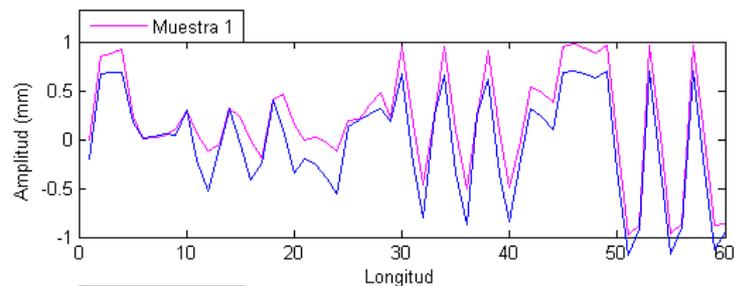
CONFIGURACIONES DINÁMICAS

Dinamic Time Warping (DTW) Alineamiento Temporal Dinámico

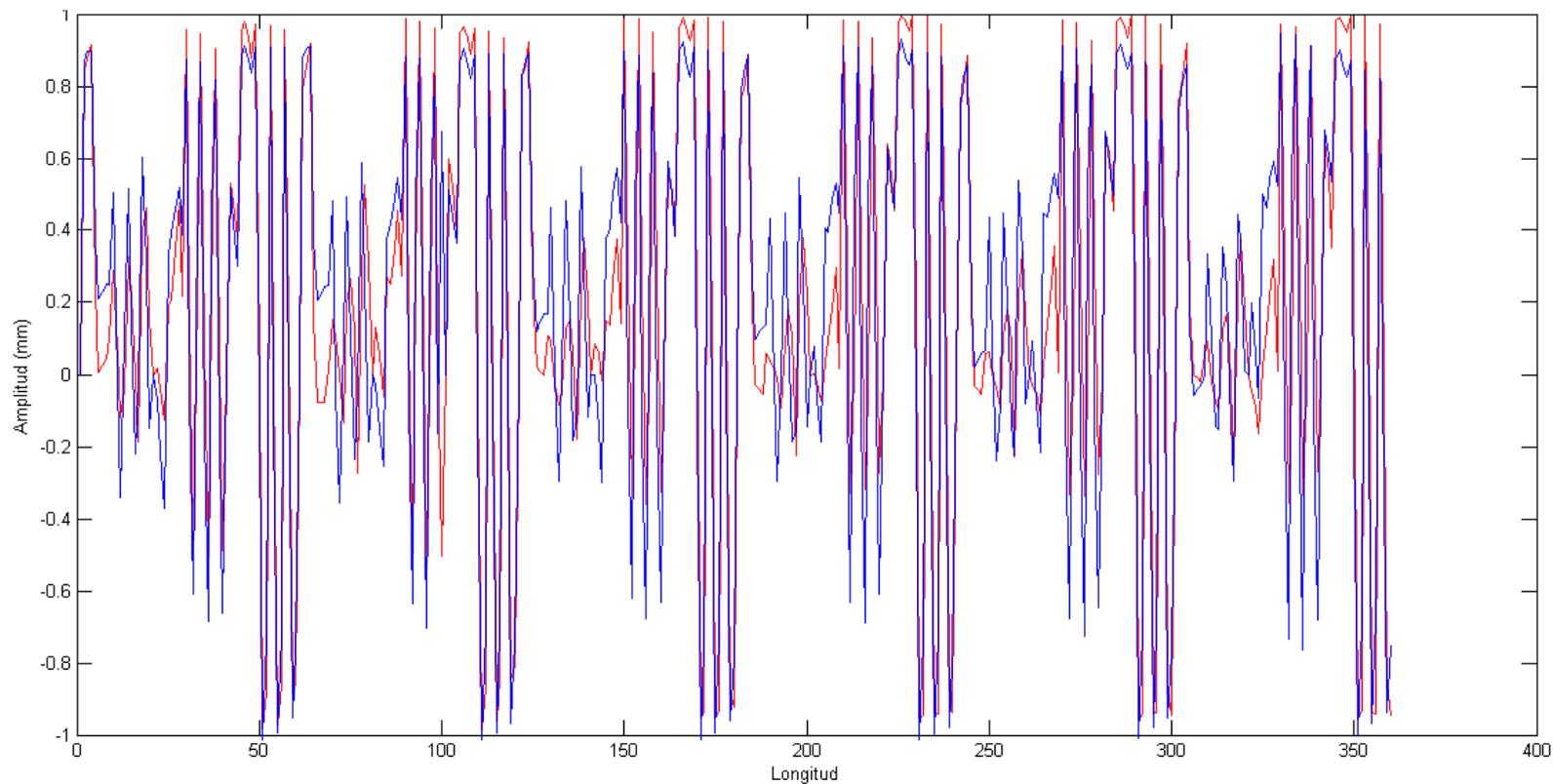
- El algoritmo DTW mide la similitud entre dos trayectorias que pueden variar en tiempo o velocidad, con el fin de evaluar la similitud entre dos trayectorias de puntos, se calcula la distancia entre ellas. Cuanto más corta es la distancia, mayor es la similitud eliminando la diferencia entre las longitudes de las trayectorias.



Muestreo de trayectoria de la configuración de la letra LL



Trayectoria de la configuración de la letra LL



VISUALIZACIÓN

Para la interface del sistema de aprendizaje se usa Tkinter que es un módulo que permite construir aplicaciones gráficas en Python



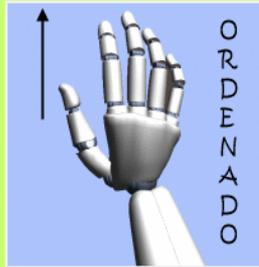
VISUALIZACIÓN



- **Aprendizaje:** Accede a otra ventana en donde está disponible diferentes modos de aprendizaje del lenguaje de señas Ecuatoriano.
- **Manual:** Accede a una ventana en donde está disponible las instrucciones básicas para manipular el sistema de aprendizaje de forma correcta.
- **Salir:** Cierra completamente la ventana de menú.

VISUALIZACIÓN

*** ** TUTOR ** ** ***



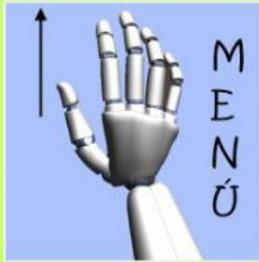
ABC



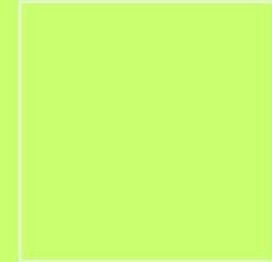
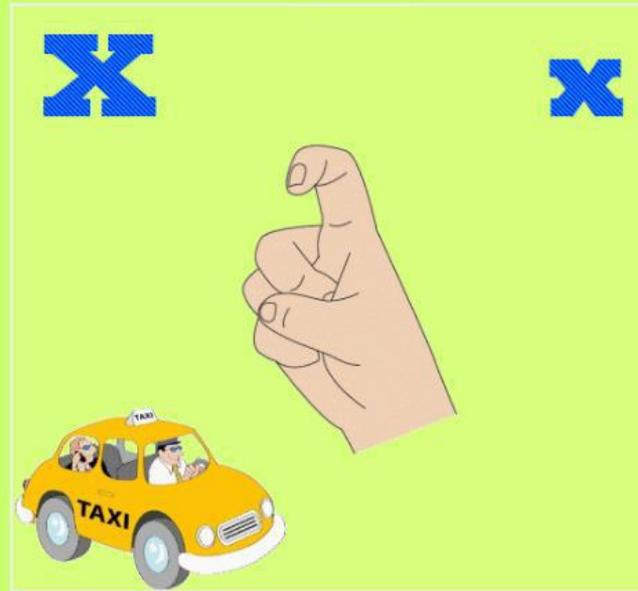
ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

VISUALIZACIÓN

* Tienes 30 Segundos *



* 3 *



RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

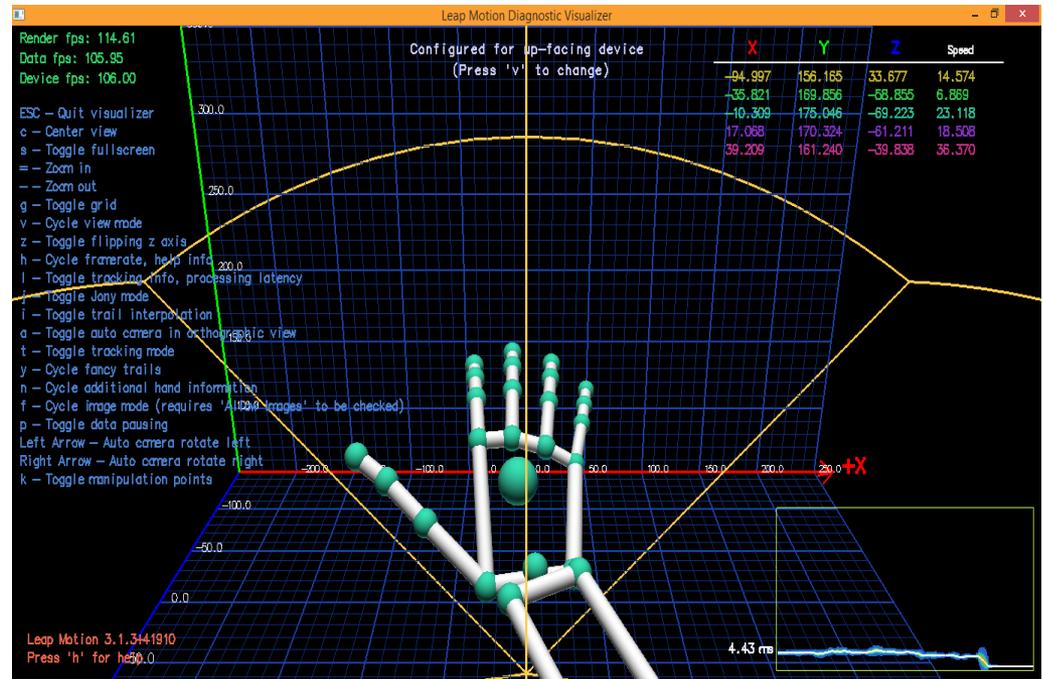
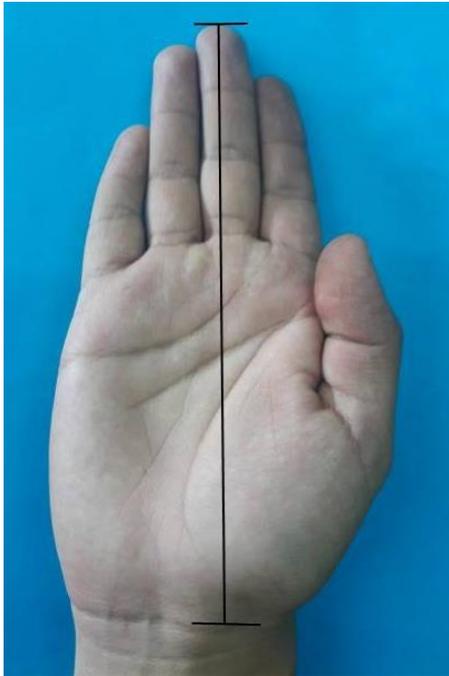
Las pruebas se realizan bajo los siguientes aspectos:

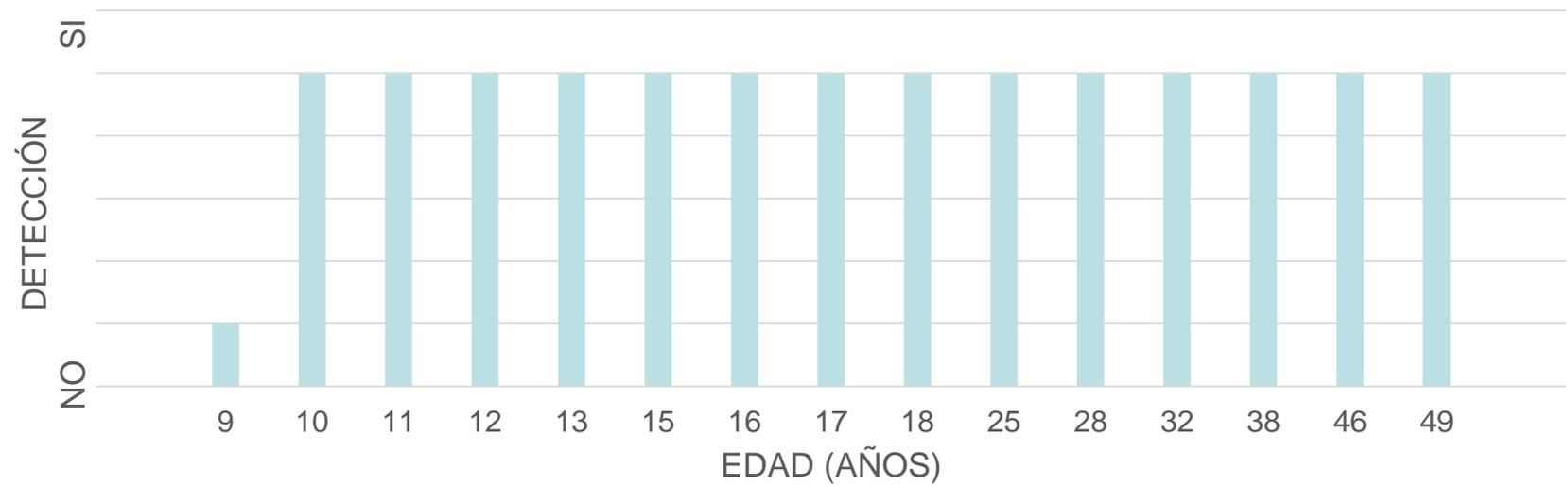
- Dimensión de manos.
- Factor de iluminación.
- Distancia de interacción.
- Sintonización de las configuraciones de señas.
- Pruebas de Aprendizaje.
- Usabilidad del sistema.



Dimensión de manos

La prueba se realiza para tener un registro, con el objetivo de conocer si el sensor responde ante las diferentes longitudes de manos.



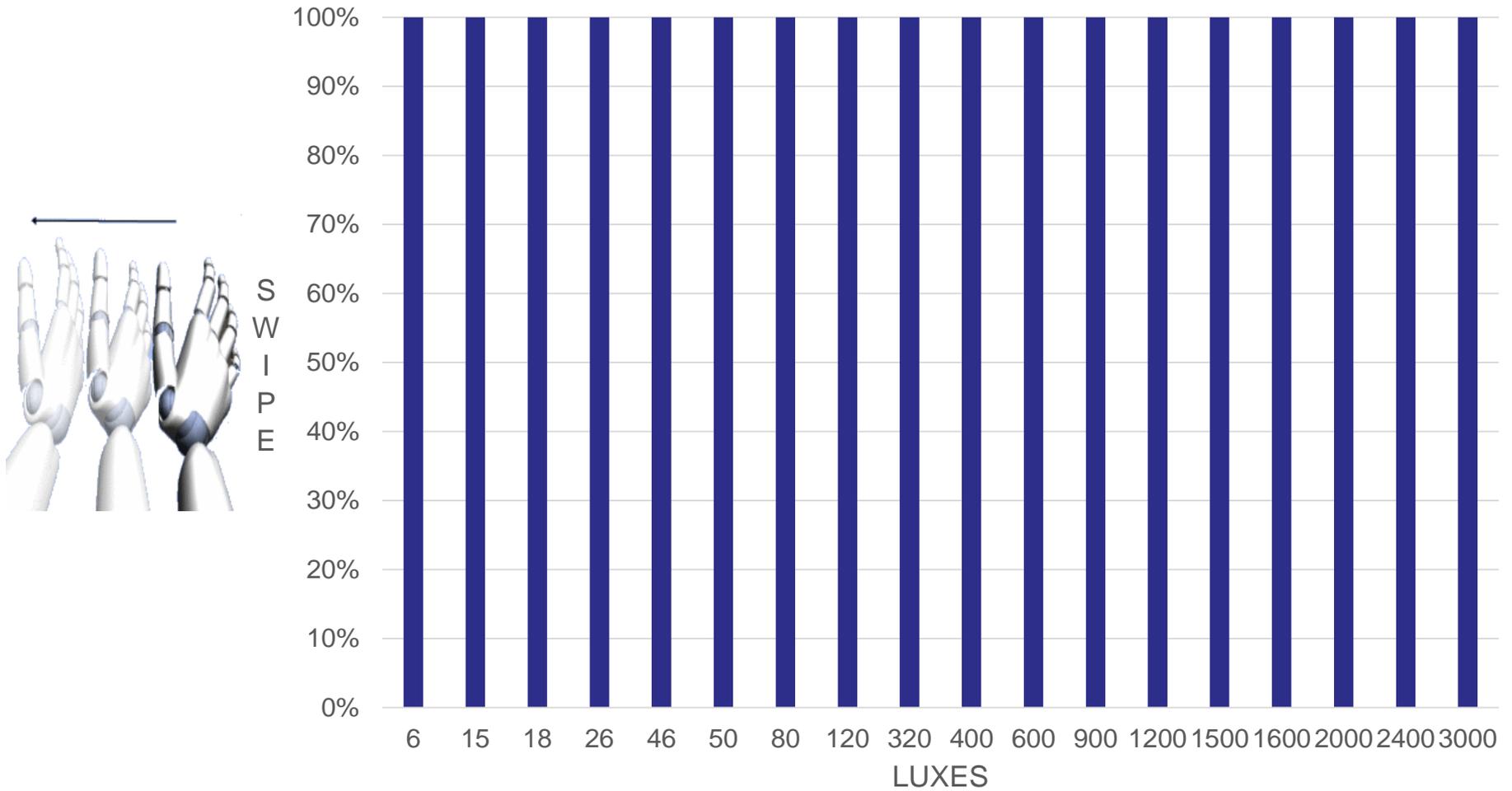


Factor de iluminación

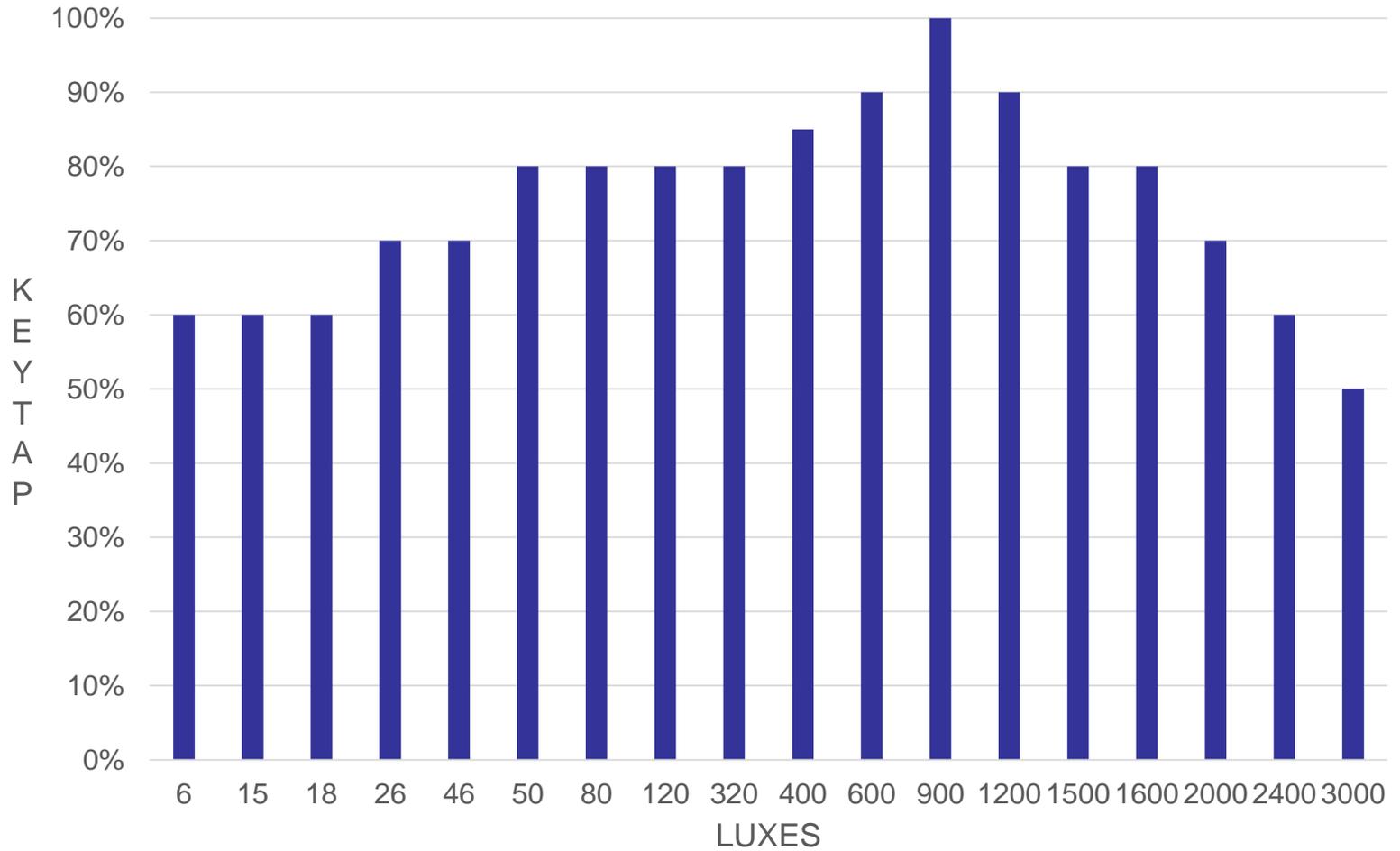
La experimentación consiste en exponer al sensor Leap Motion a diferentes condiciones de iluminación y verificar como responde la detección de los gestos predefinidos del sensor y configuraciones de la mano.



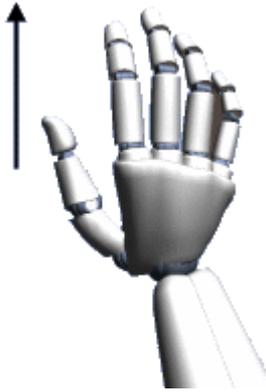
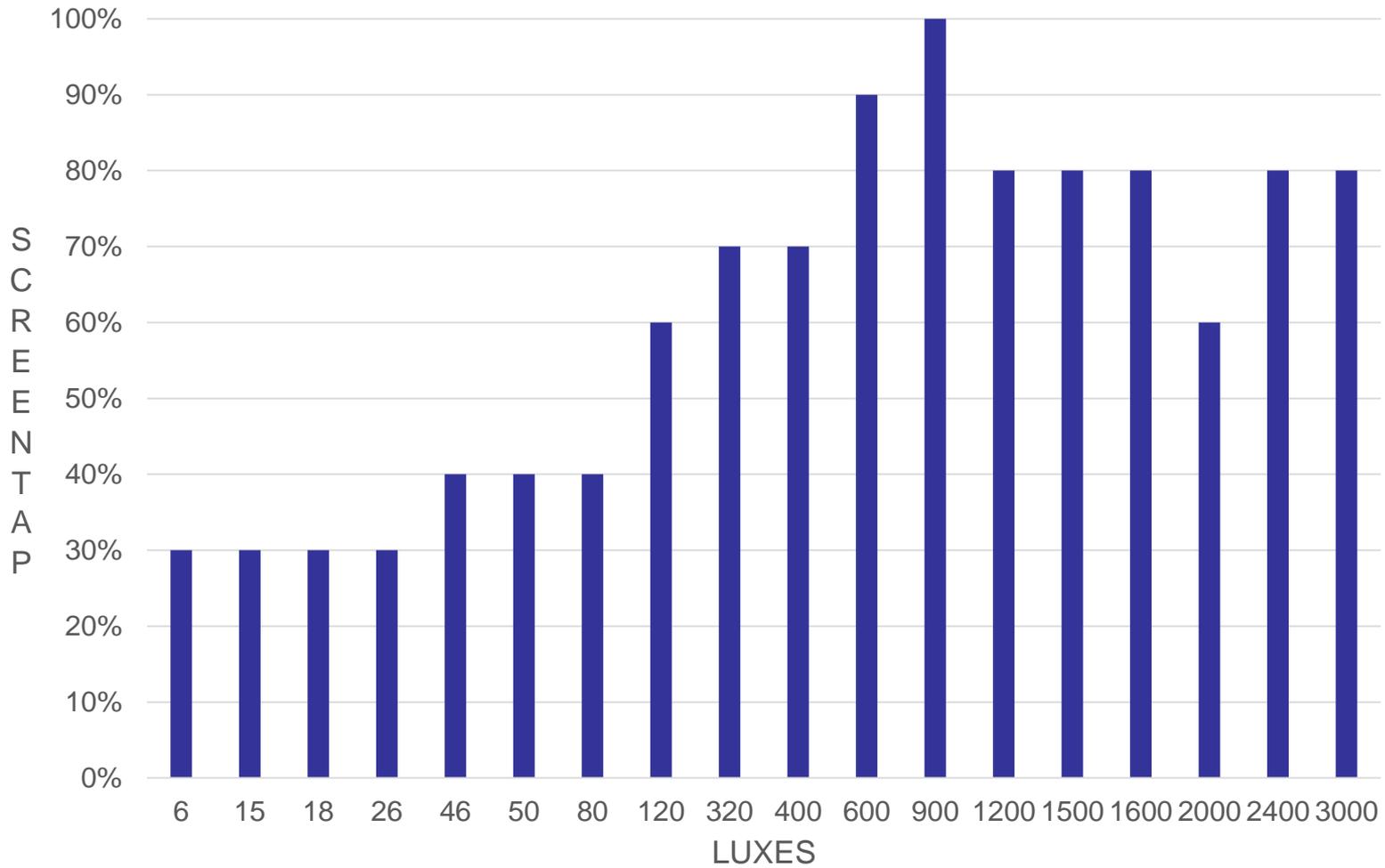
Luminosidad en Gesto Sweep



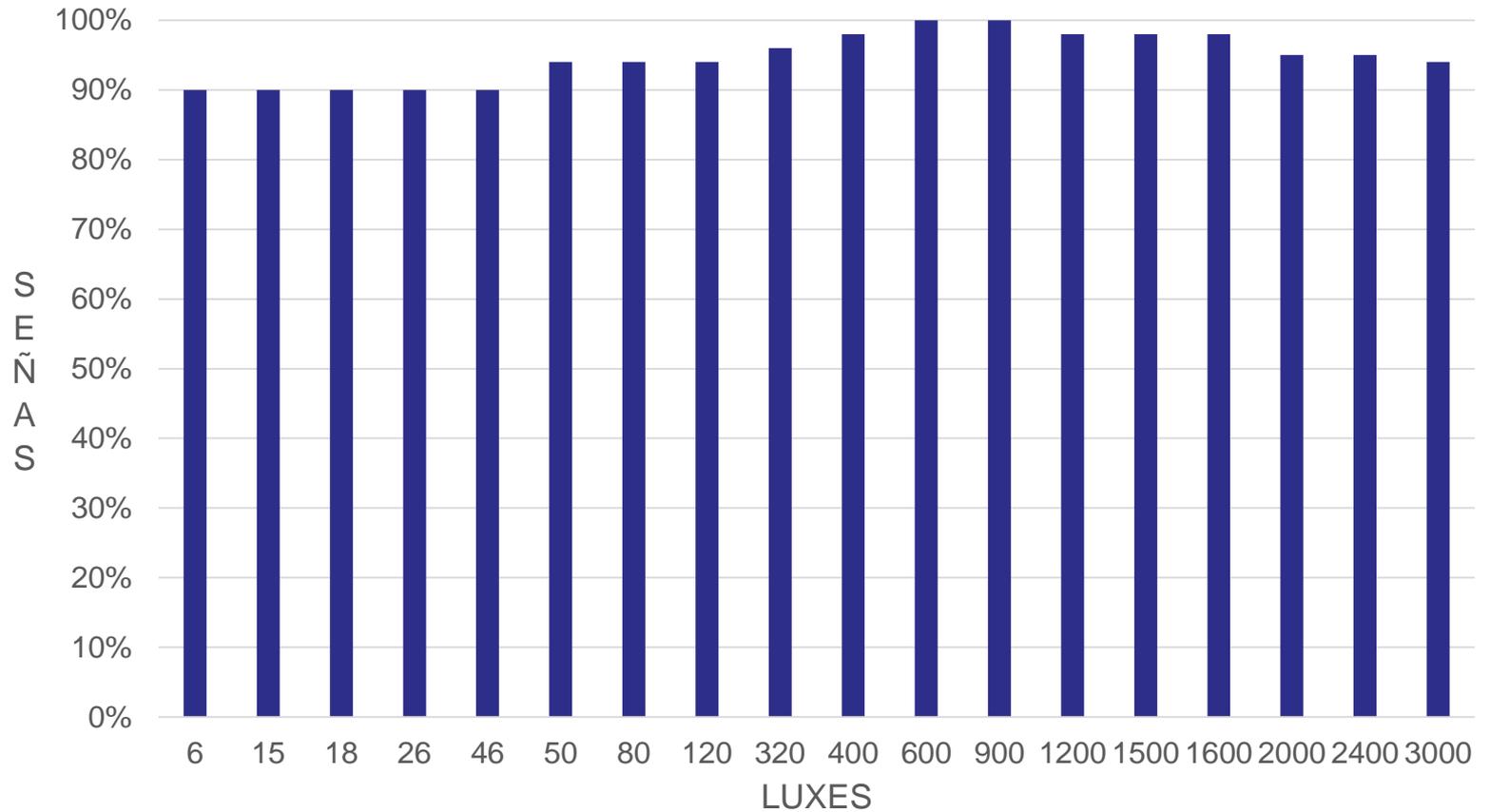
Luminosidad en Gesto Key Tap



Luminosidad en Gesto Screen Tap

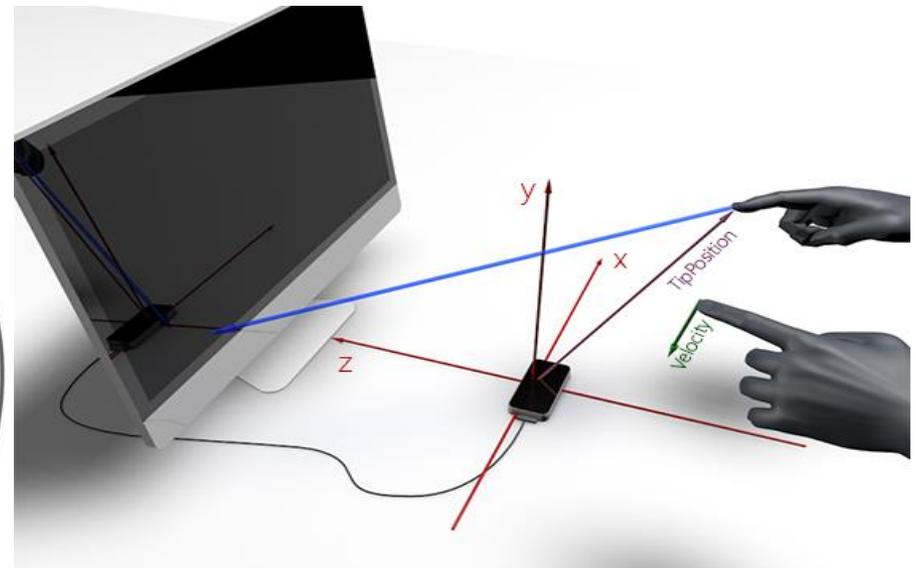
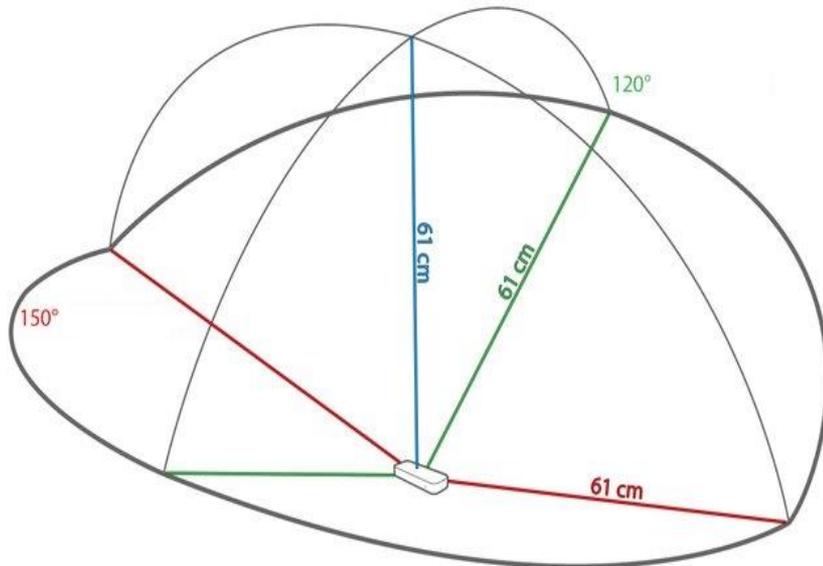


Luminosidad en Configuraciones de Señas

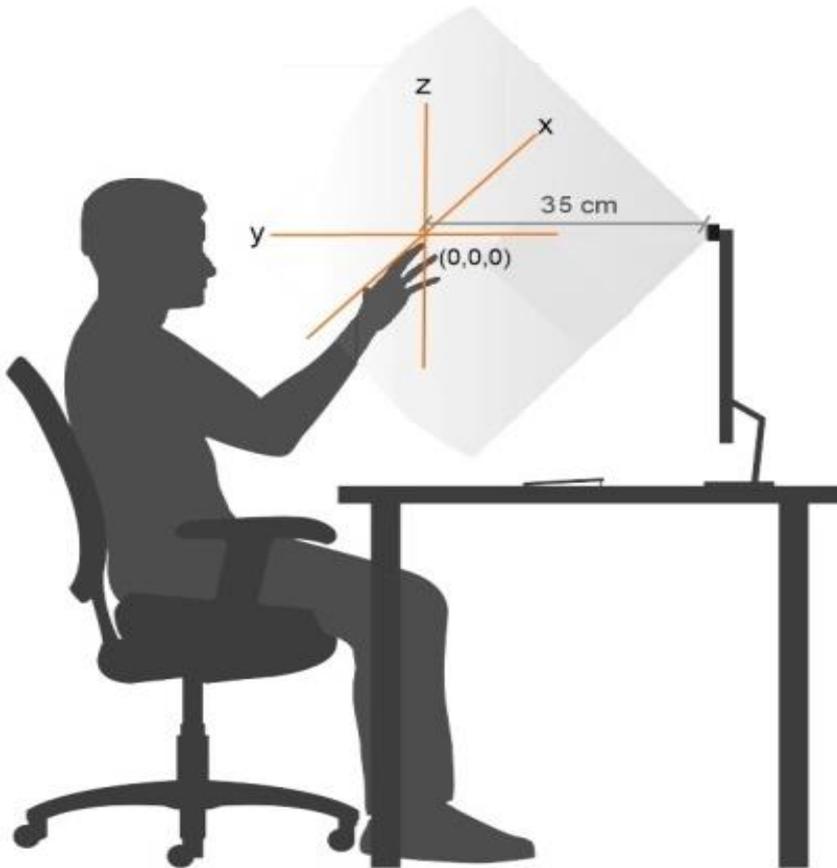


Distancia de Interacción

La experimentación se basa en ubicar la mano a diferentes distancias dentro del rango de detección del sensor que es un radio de 61 cm de acuerdo a las especificaciones técnicas del mismo



Distancia de Interacción

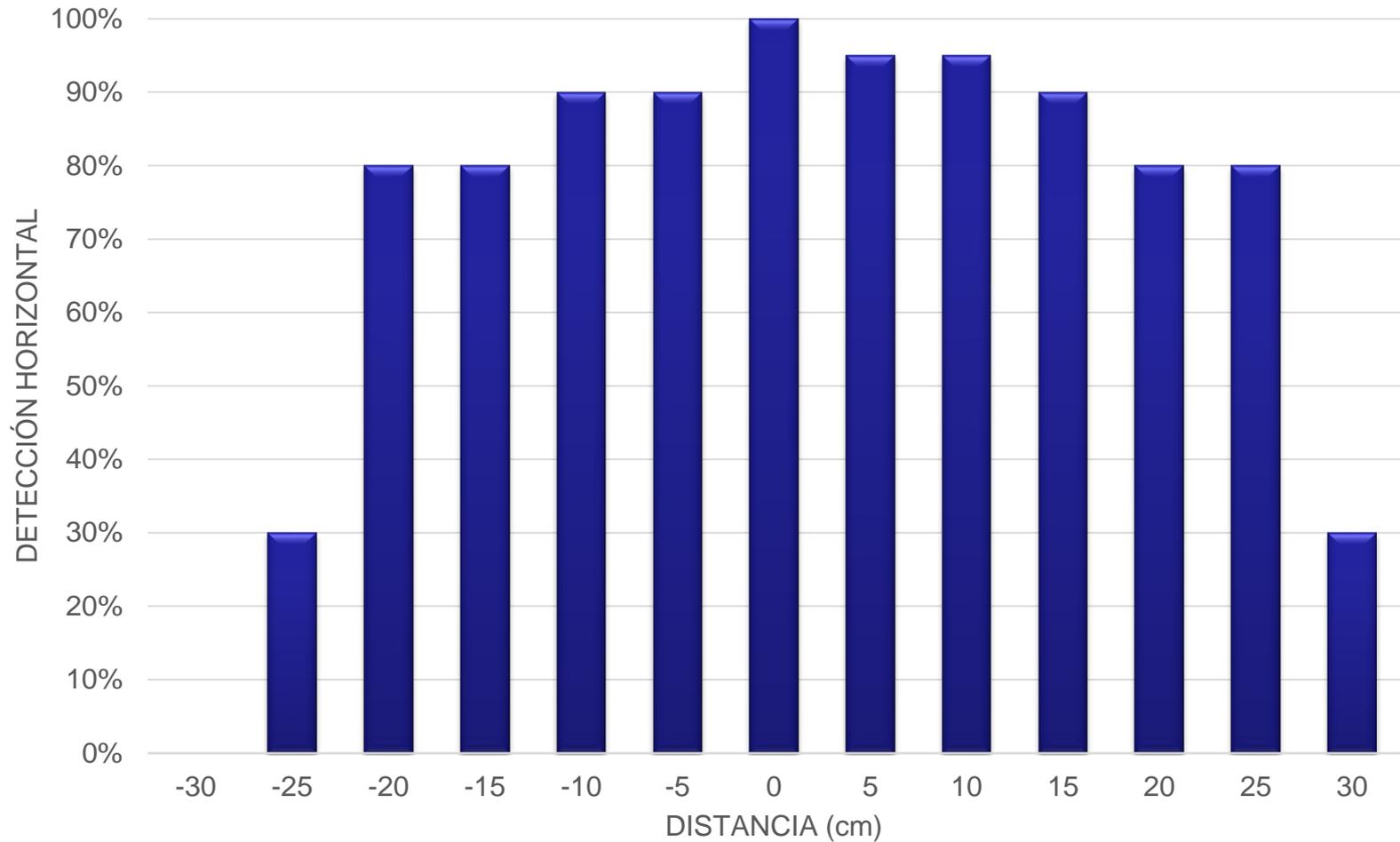


Se toma en consideración el punto de origen a 35 cm perpendicular al sensor.

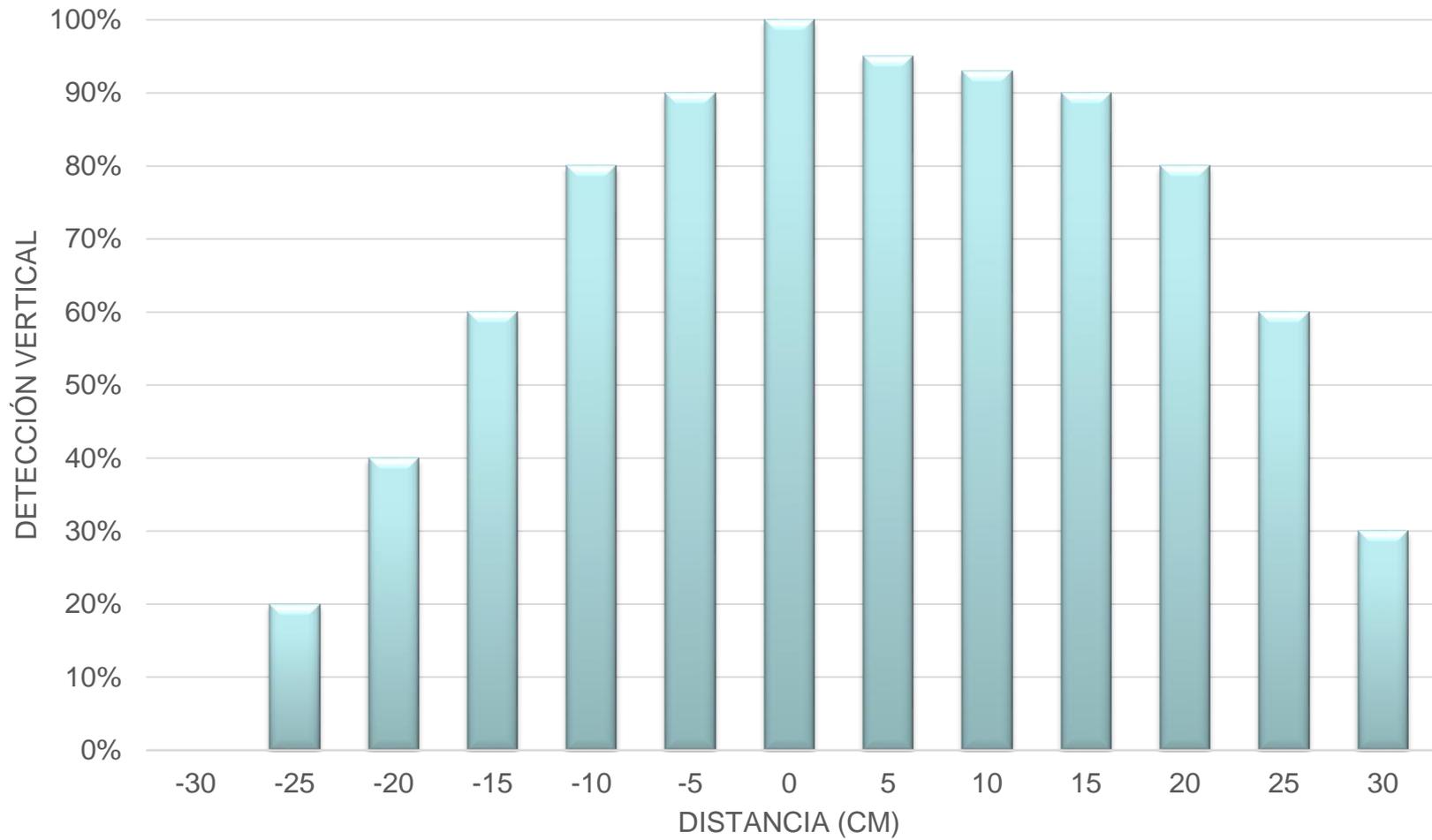


ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

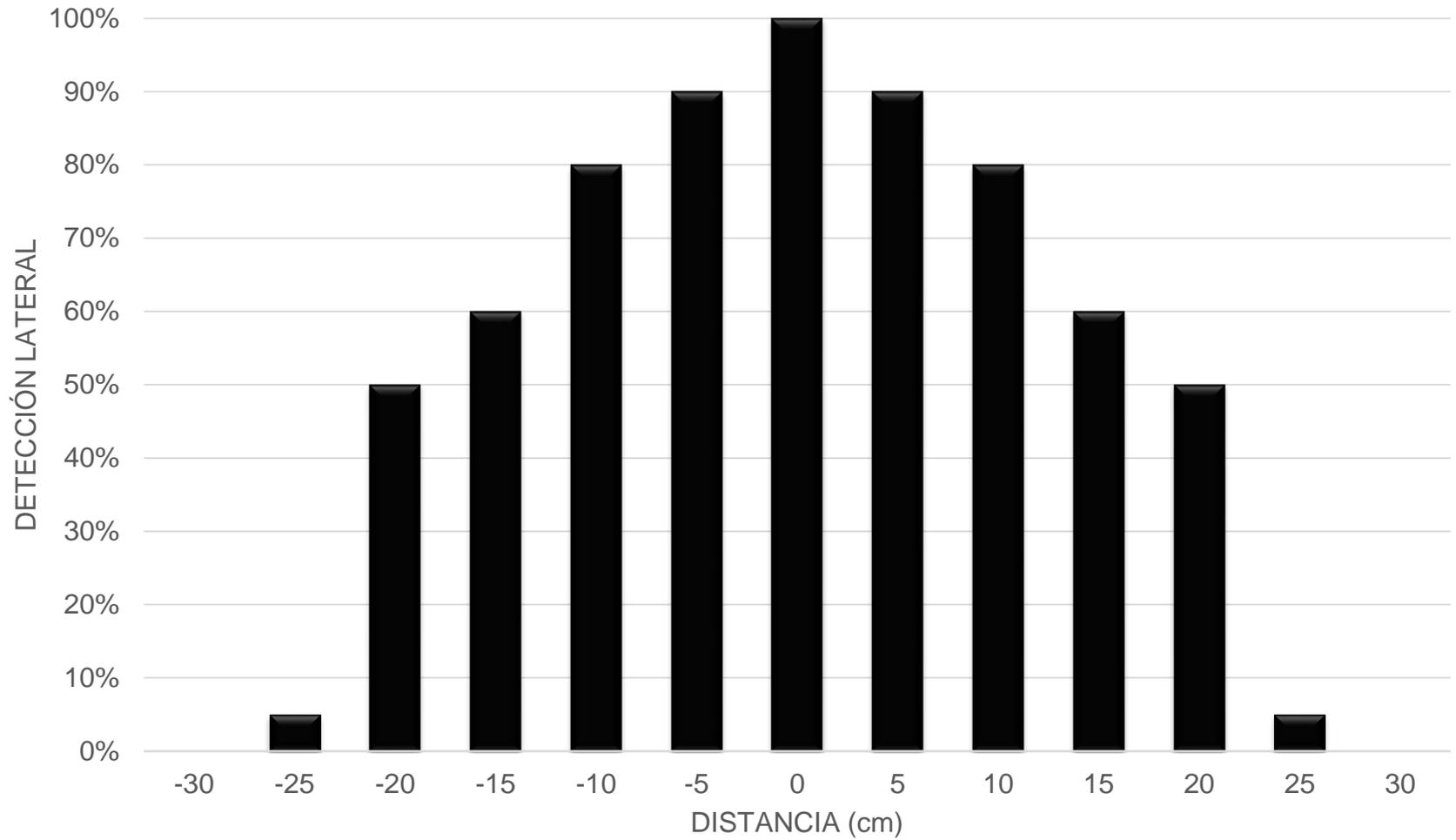
DetECCIÓN Horizontal



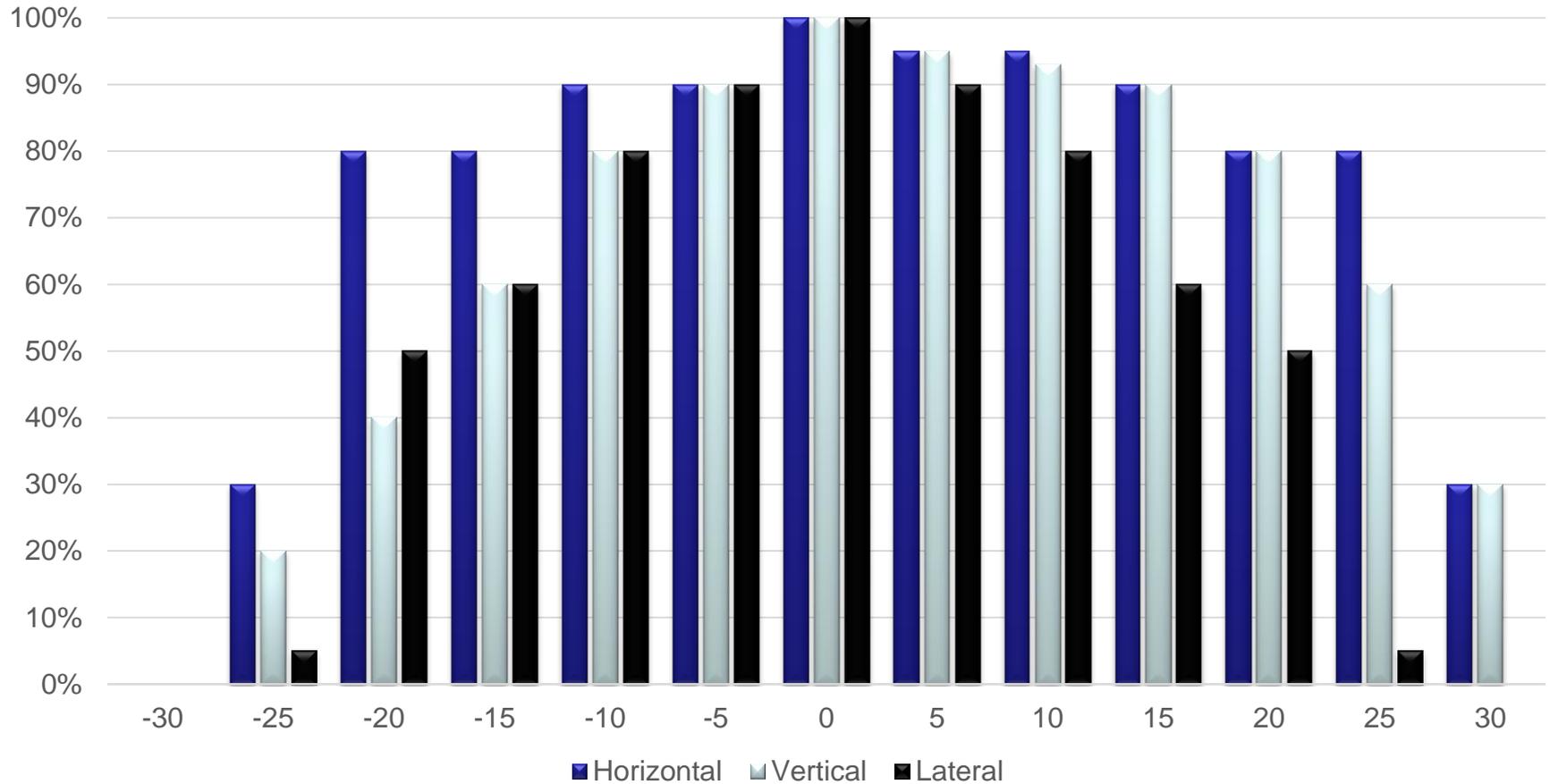
Detección Vertical



Detección Lateral



Detección Horizontal, Vertical y Lateral

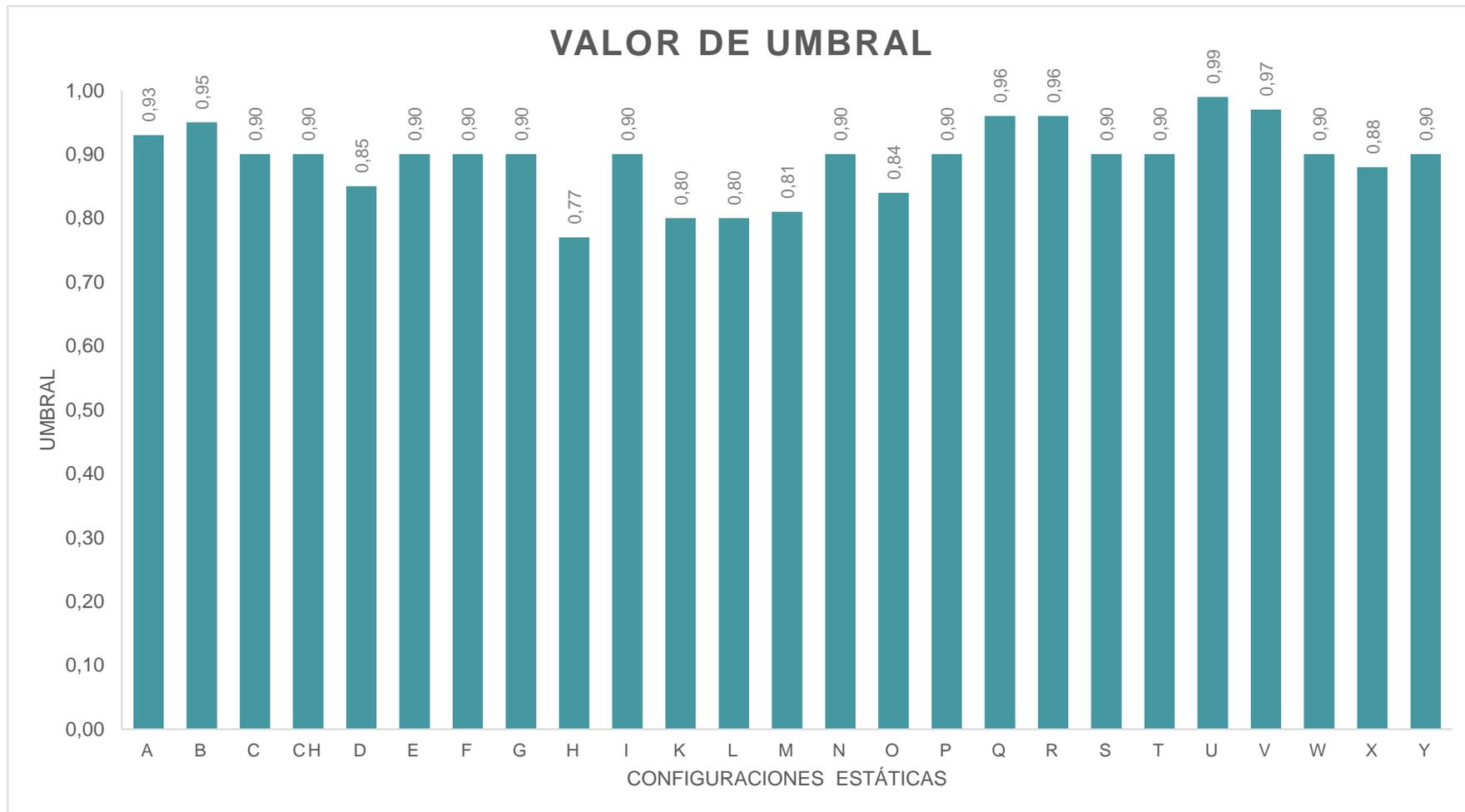


Sintonización de Configuraciones de Señas

Se realiza una sintonización de cada configuración de la seña para dar un rango de libertad en el que la seña realizada por el usuario tenga similitud a la base de datos registrada, esto se realiza para el caso de la Correlación y el DTW



CONFIGURACIONES ESTÁTICAS



CONFIGURACIONES DINAMICAS

Para el caso del método DTW la sintonización se realiza para cada configuración dinámica proporcionando un rango de distancia en donde estas son detectadas sin mayor dificultad por el algoritmo

Distancia de Sintonización	Configuración Dinámica
Menor a 21	J
Entre 4 a 8	LL
Entre 31 a 35	Ñ
Entre 10 a 15	Z
Entre 7 a 9	RR

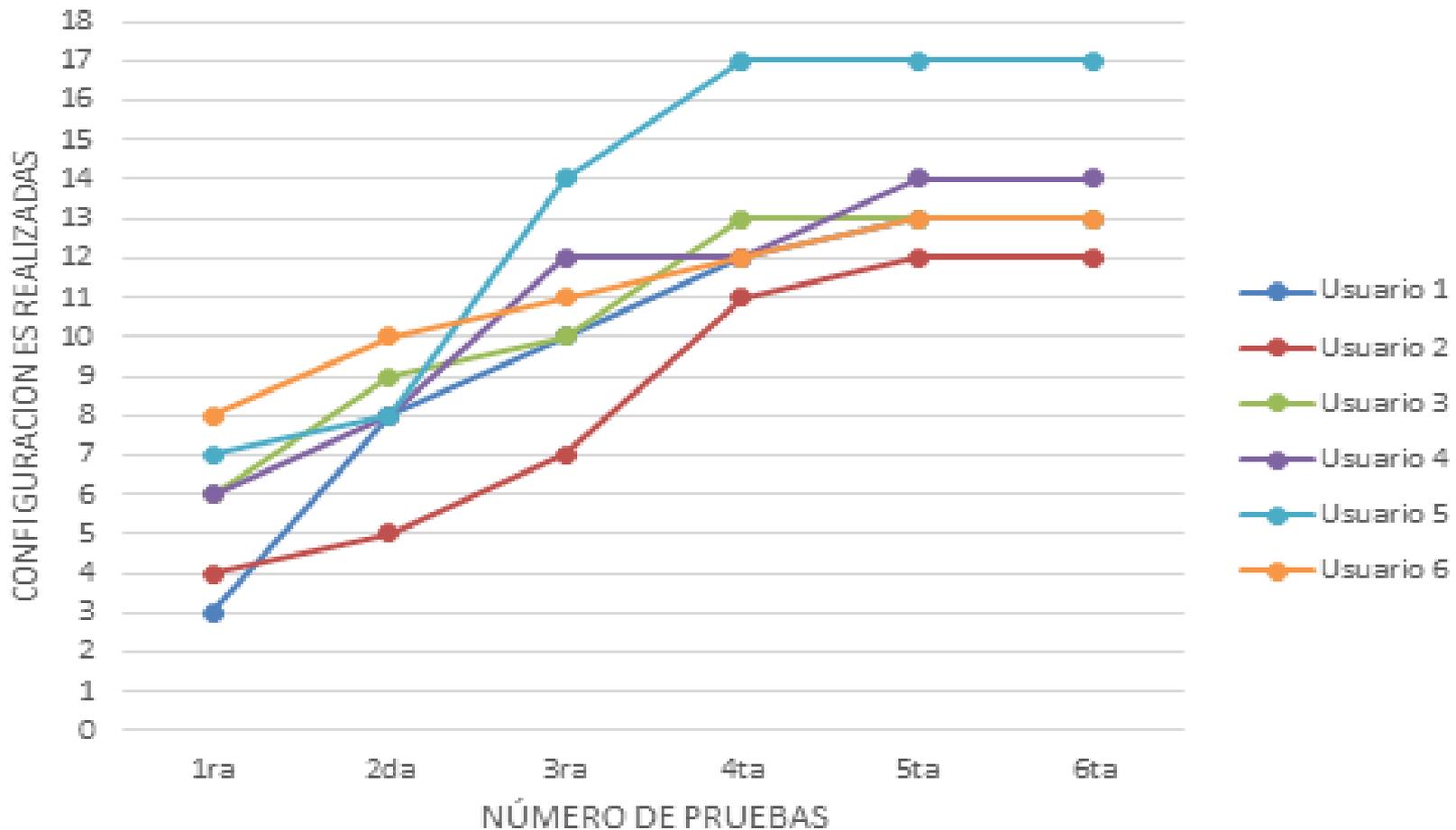


Pruebas de Aprendizaje

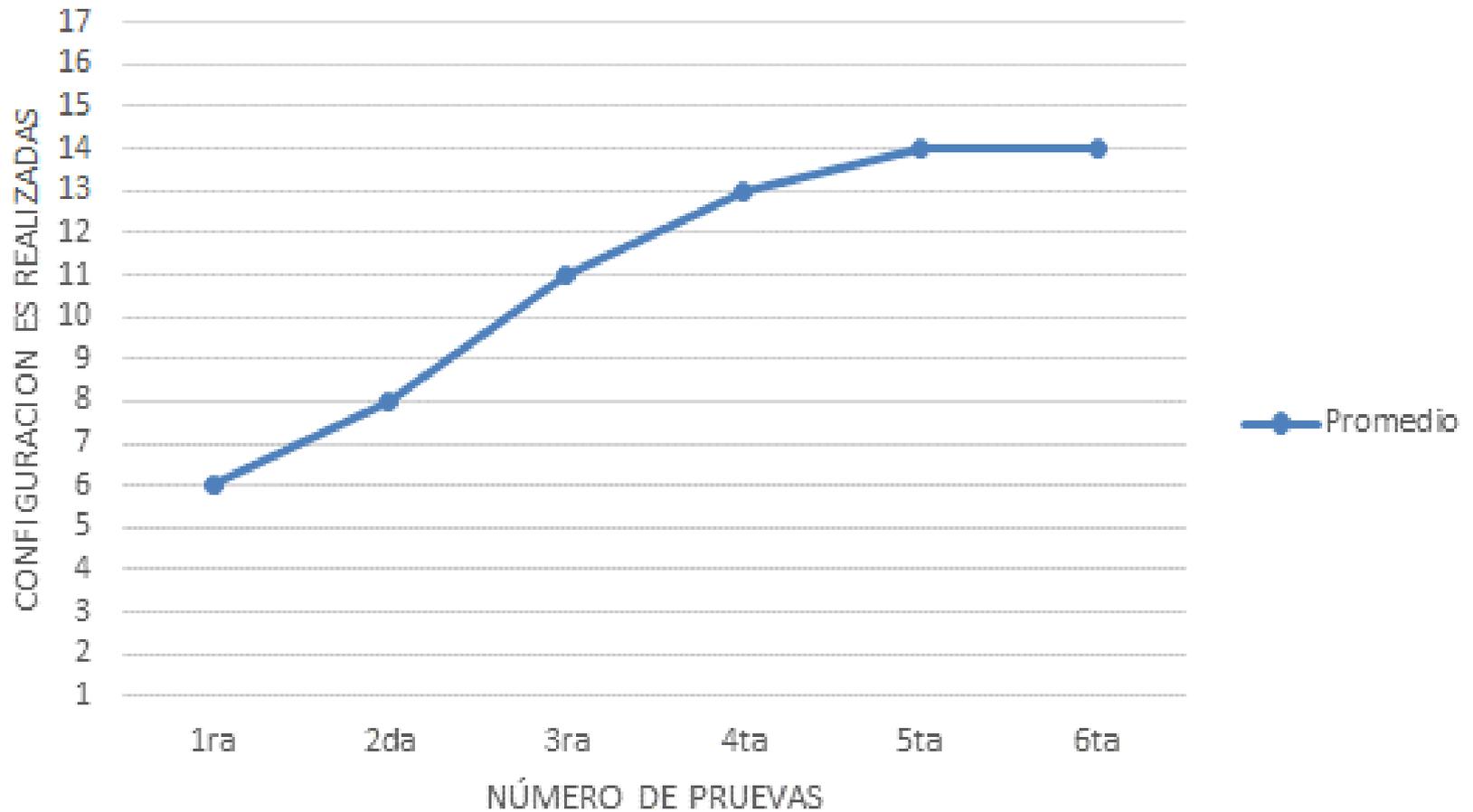
Las pruebas se realizan con un total de 13 usuarios en edades entre 10 a 14 años donde el 46,15% tienen discapacidad auditiva y el 53,84% no presentan discapacidad.



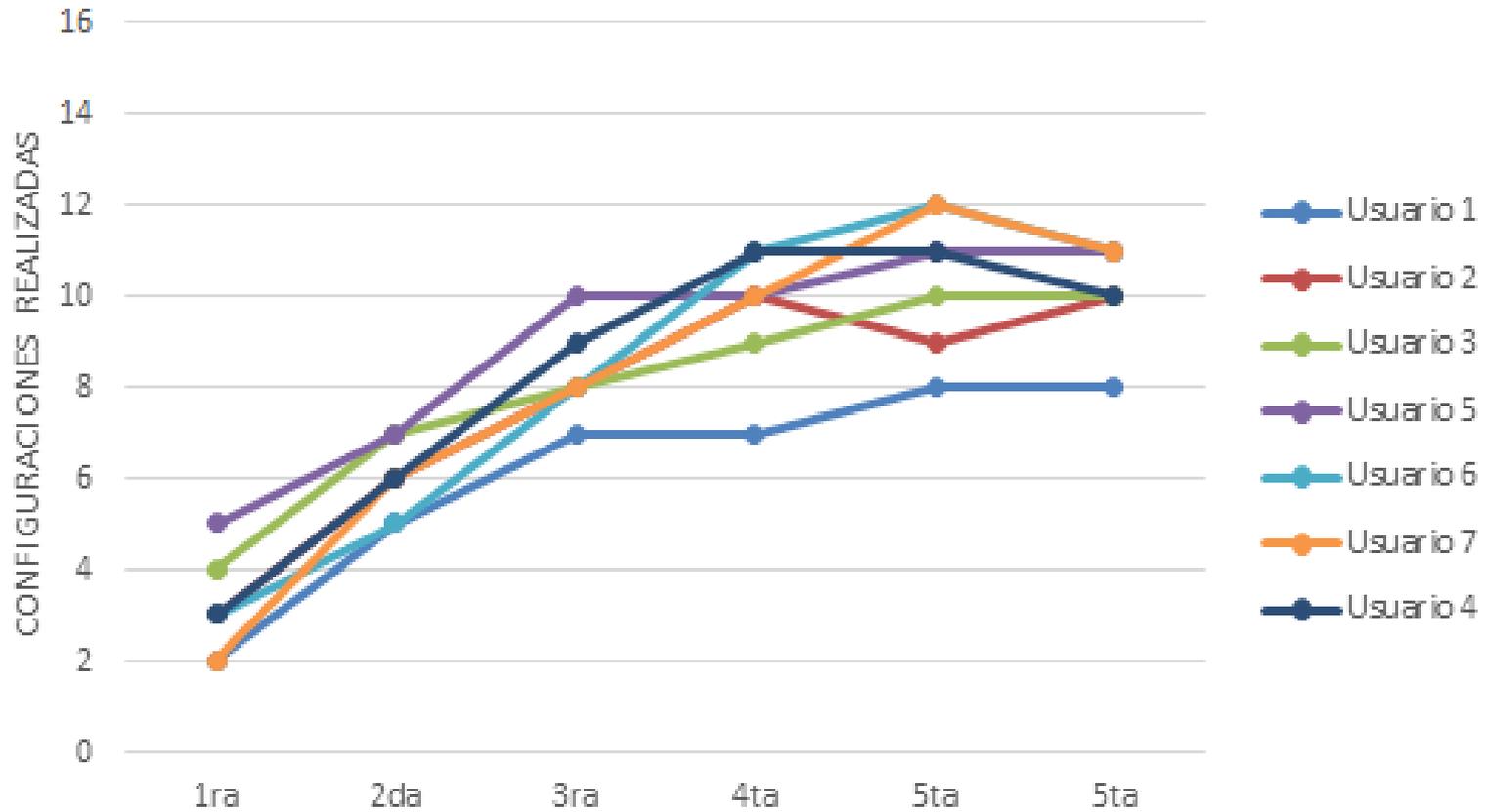
USUARIOS NO OYENTES



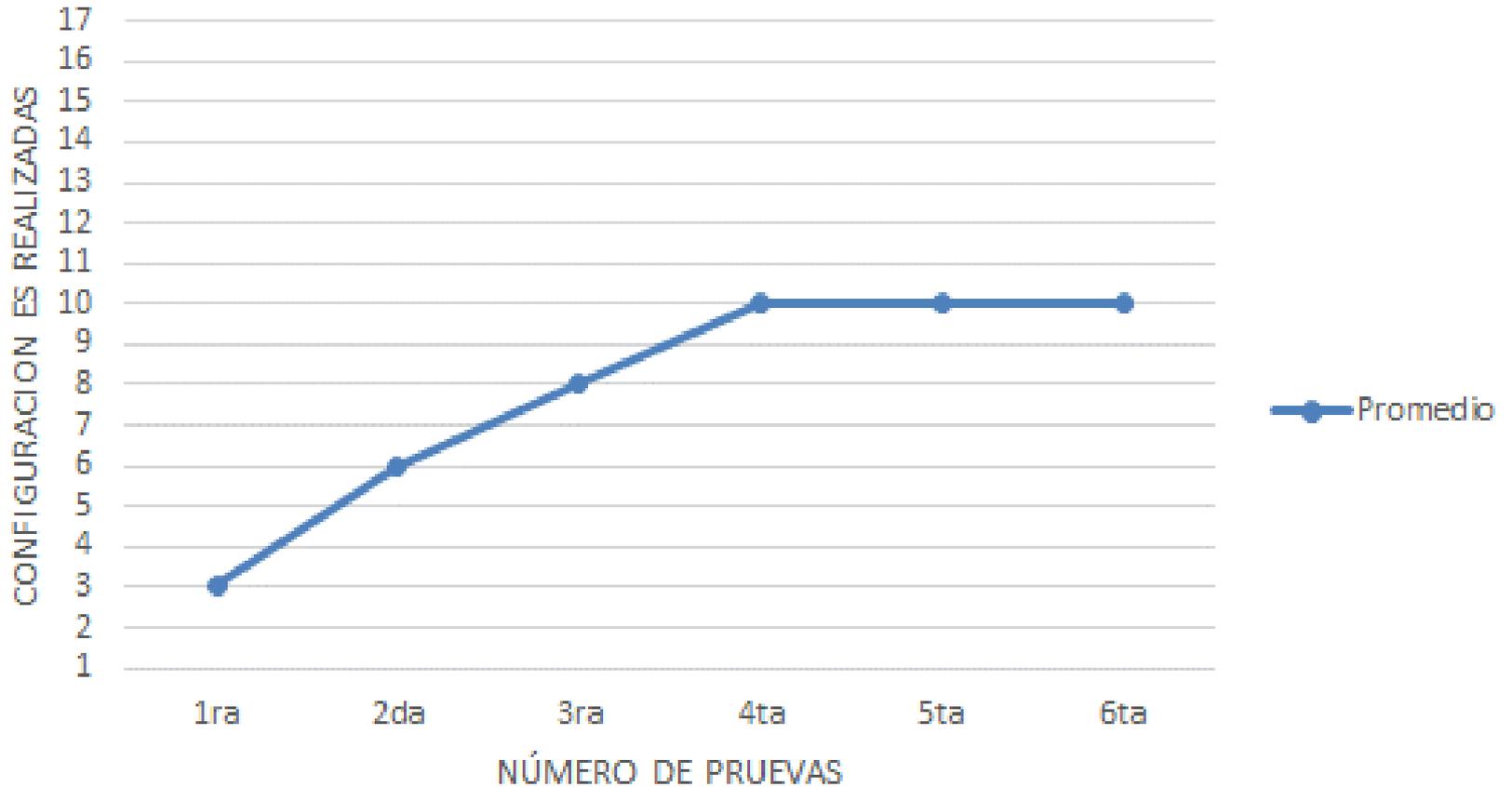
USUARIOS NO OYENTES



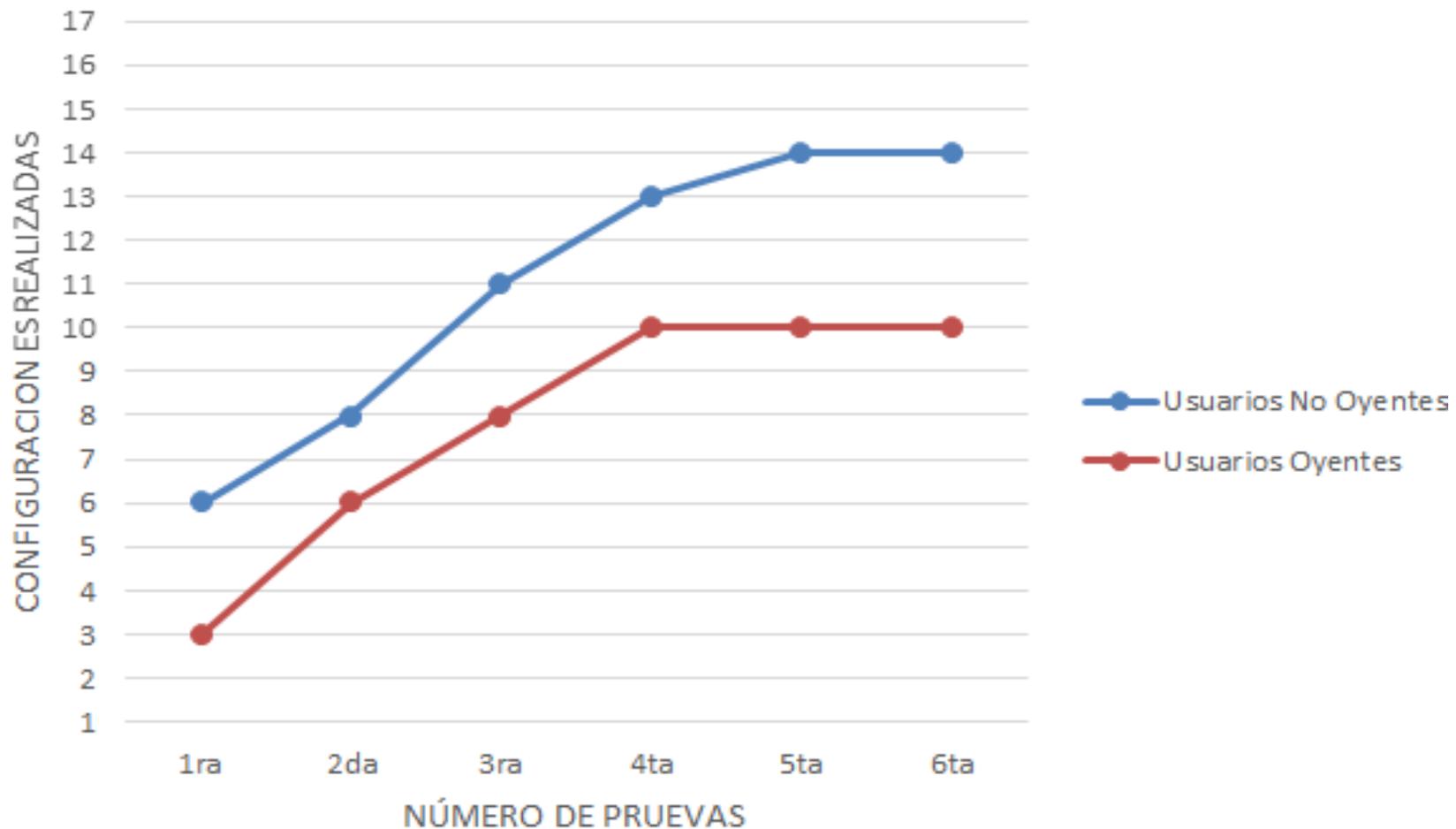
USUARIOS OYENTES



USUARIOS OYENTES



USUARIOS NO OYENTES Y OYENTES



Usabilidad del Sistema

En este experimento se evalúa la usabilidad del sistema de aprendizaje aplicando el cuestionario SUS, los usuarios que realizaron las pruebas con el sistema de aprendizaje son sujetos inmediatamente al test.

Para que el programa tenga una usabilidad aceptada el promedio global debe superar el 68% según el estándar del cuestionario SUS.

Resultado obtenido es de 71,04%,



Comprobación de la hipótesis

En las pruebas que se realizaron con el sistema a niños en edades de 10 a 13 años con deficiencia auditiva, se pudo evidenciar un crecimiento en el aprendizaje del lenguaje señas al realizar varias repeticiones; mientras que el otro grupo de niños en edades de 10 a 14 años sin discapacidad auditiva presentaron de igual manera un aprendizaje similar al grupo anterior con un número menor de configuraciones de señas realizadas debido a que no tienen ninguna experiencia relacionada con la comunicación mediante señas.



Conclusiones

- La implementación del sistema de aprendizaje del lenguaje de señas básico ecuatoriano, basado en el diccionario estandarizado por el CONADIS denominado “Gabriel Román” es una herramienta que permite el aprendizaje a niños con discapacidad auditiva de manera rápida y eficiente.
- El sensor Leap Motion es óptimo para el desarrollo del sistema de aprendizaje por brindar información detallada de las manos, como vectores posición y dirección del brazo, palma y hueso de los dedos, longitudes, grosor de los dedos, vectores de posiciones iniciales y finales, gestos predefinidos, ID de cada mano y dedo, además de ser económico y de tamaño reducido.



Conclusiones

- La naturaleza de las señales de las configuraciones estáticas tienen una relación lineal y proporcional, por esta razón se determinó que el método matemático de la correlación es el indicado para solventar las necesidades del sistema.
- El algoritmo matemático DTW calcula la distancia entre trayectorias que varían en el tiempo por lo que es de utilidad para la detección de configuraciones dinámicas, debido a que presentan un comportamiento que está determinado por variaciones en el tiempo.



Conclusiones

- Con el algoritmo desarrollado se determinó que si el sensor es expuesto a iluminaciones de 6 a 3000 luxes el reconocimiento de configuraciones de señas por parte del sistema es mayor al 90%, lo que no ocurre con el reconocimiento de gestos que vienen predefinidos en el drive del sensor ya que presenta dificultades de detección perjudicando la interacción en la interfaz del sistema.
- La distancia óptima para el correcto reconocimiento de las configuraciones de señas es de 35 centímetros frente al sensor que corresponde el eje Y, además permite un rango de ± 20 centímetros de desplazamiento, manteniendo una probabilidad de detección mayor al 80%.



Conclusiones

- Para longitudes de la mano igual o menor a 13 centímetros el sensor no logra un reconocimiento, por lo que el sistema de no responde ante manos con estas características.
- El coeficiente de correlación no está afectado por una escala de medición, por lo que el reconocimiento en diferentes tipos de manos no presenta inconveniente, salvo por las limitaciones del sensor.



Conclusiones

- La librería de Leap Motion no puede ser utilizada al mismo tiempo por diferentes programas que la requieran, haciendo que el sensor proporcione datos erróneos para su funcionamiento.
- Las curvas de aprendizaje promedio de cada grupo de niños, presentan características similares determinando un crecimiento exponencial, lo que indica que el nivel de aprendizaje que puede llegar a tener el usuario no depende de la discapacidad.



Recomendaciones

- El driver Leap Motion requiere características mínimas para su funcionamiento que consta de un procesador i3, 1 Giga de RAM y 300 Megabytes de espacio en el disco duro
- Es recomendable utilizar el visualizador que viene por defecto para comprobar el funcionamiento del dispositivo.
- Usar Leap Motion un promedio de 4 horas debido a que el sensor tiende a calentarse y presentar un funcionamiento lento y presentar lecturas erróneas.



Recomendaciones

- Utilizar el driver 3.10 de Leap Motion debido a que la vectorización de la mano hace referencia a la parte frontal de la mano, lo que no sucede con las versiones posteriores que hacen referencia a la parte posterior de la mano para un mejor manejo en aplicaciones de realidad virtual.
- Para mejorar el gold standard o muestra patrón de cada configuración de la mano, es necesario tomar muestras de diversas manos con diferentes características en longitud, grosor de mano y dedos.
- Realizar la sintonización de cada una de las configuraciones de señas considerando el grado de similitud que requiere que el usuario realice con la mano.



Proyectos de Investigación

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ESPE

- SISTEMA DE SOPORTE A LA ENSEÑANZA Y COMPRENSIÓN DE LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICO, APLICANDO TÉCNICAS DE CLASIFICACIÓN DE DATOS PARA LA INTERPRETACIÓN GESTUAL
- Incrementar el desarrollo de aprendizaje del lenguaje de señas básico, mediante el uso de un sistema gestual desarrollado y aplicado en sujetos de prueba



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Proyectos de Investigación

PUCE - ESPE

- DESARROLLO DE UN SISTEMA PROTOTIPO PARA INTERPRETACIÓN Y COMPRENSIÓN DE LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICO, APLICANDO REDES NEURONALES



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON INTERACCIÓN GESTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICO ECUATORIANO A NIÑOS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA MEDIANTE SENSORES GESTUALES”

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

Víctor Alfonso Morales Cruz

vicalfcruz854@gmail.com

William Alberto Tamayo Sánchez

willts79@Hotmail.com

