

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA EN TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**“Desarrollo de un sistema de rastreo de puntos clave de las
manos en
expresiones básicas de la lengua de señas ecuatoriana”**

Elaborado por:

Carolina Aguiar Vega

Director del Proyecto:

Ing. Julio César Larco Bravo. Msc



AGENDA

- 01 INTRODUCCIÓN
- 02 JUSTIFICACIÓN
- 03 OBJETIVOS
- 04 METODOLOGÍA
- 05 RESULTADOS
- 06 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

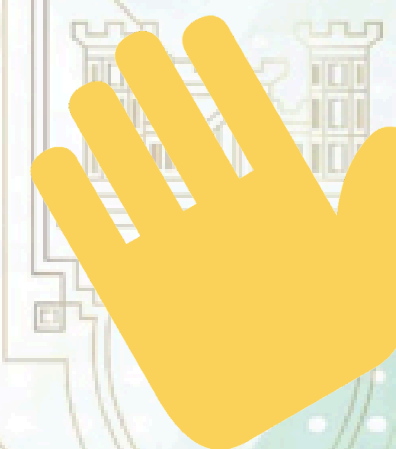




La Lengua de Señas Ecuatoriana (LSEC) es el medio de comunicación de la comunidad con discapacidad auditiva en Ecuador; sin embargo, su limitado conocimiento en la población oyente genera barreras de inclusión social, educativa y laboral.

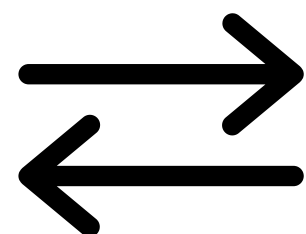
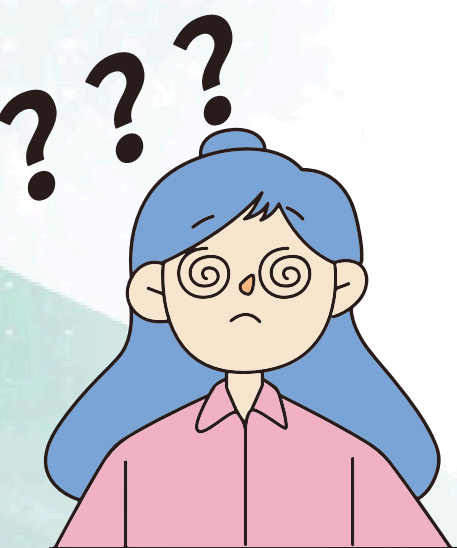


Existe un escaso desarrollo tecnológico y científico orientado al análisis y modelamiento computacional de la LSEC, lo que evidencia la necesidad de crear herramientas que faciliten su estudio, aprendizaje y difusión.



JUSTIFICACIÓN

La falta de herramientas tecnológicas para el análisis estructurado de la Lengua de Señas Ecuatoriana (LSEC) limita su estudio, enseñanza y desarrollo de sistemas automáticos, generando limitaciones en la inclusión digital.



Para ayudar a reducir estas limitaciones, se propone una metodología basada en el rastreo de puntos clave y el análisis de trayectorias, que permita representar digitalmente los gestos y sentar bases para futuros sistemas de caracterización, clasificación y apoyo educativo.



OBJETIVOS

Realizar el rastreo de puntos clave de las manos en expresiones básicas de la lengua de señas ecuatoriana.

OBJETIVO 01

Investigar y seleccionar una base de datos gestual adecuada para el entrenamiento y validación del sistema.

OBJETIVO 02

Definir el conjunto mínimo de puntos clave en la mano relevantes para las expresiones a analizar.

OBJETIVO 03

Utilizar un modelo de inteligencia artificial preentrenado para la detección y seguimiento automático de estos puntos clave en los frames de un video.

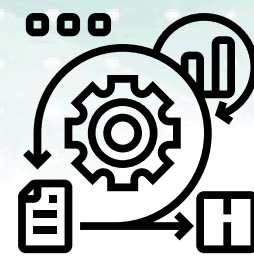
OBJETIVO 04

Almacenar la información de los puntos clave extraídos de cada frame y construir un modelo que represente cada gesto.

OBJETIVO 05

Realizar pruebas funcionales del sistema para evaluar su rendimiento y sus resultados obtenidos.

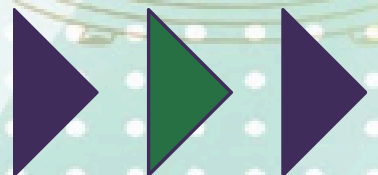
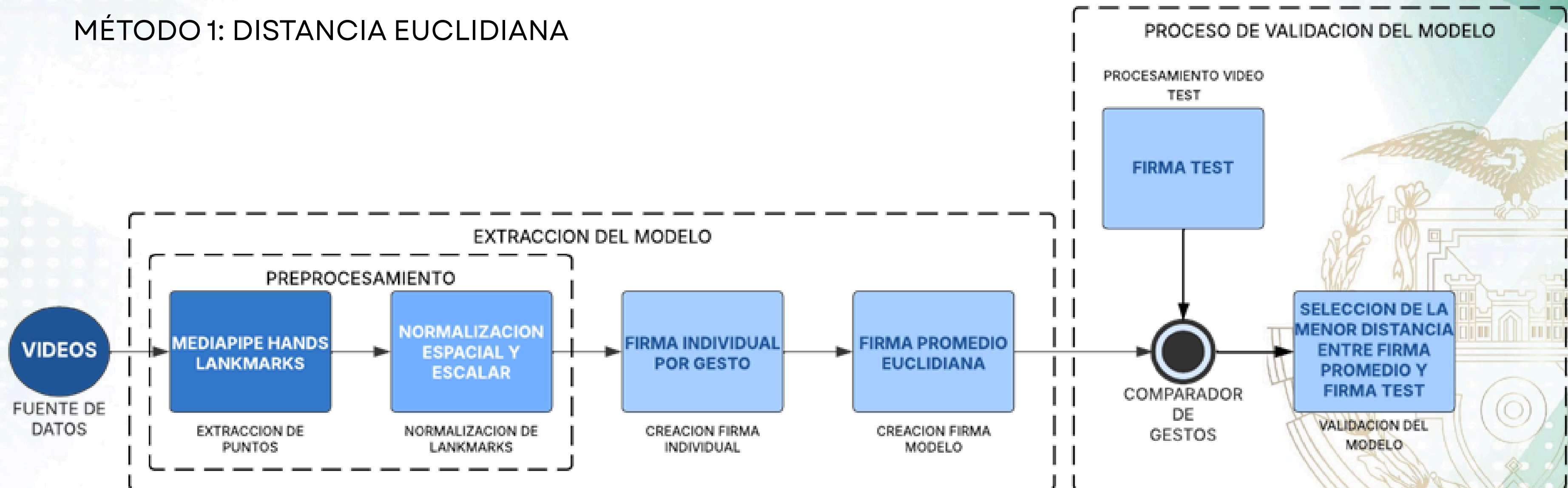




METODOLOGÍA

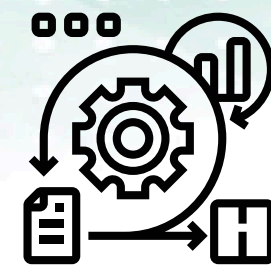


MÉTODO 1: DISTANCIA EUCLIDIANA





7

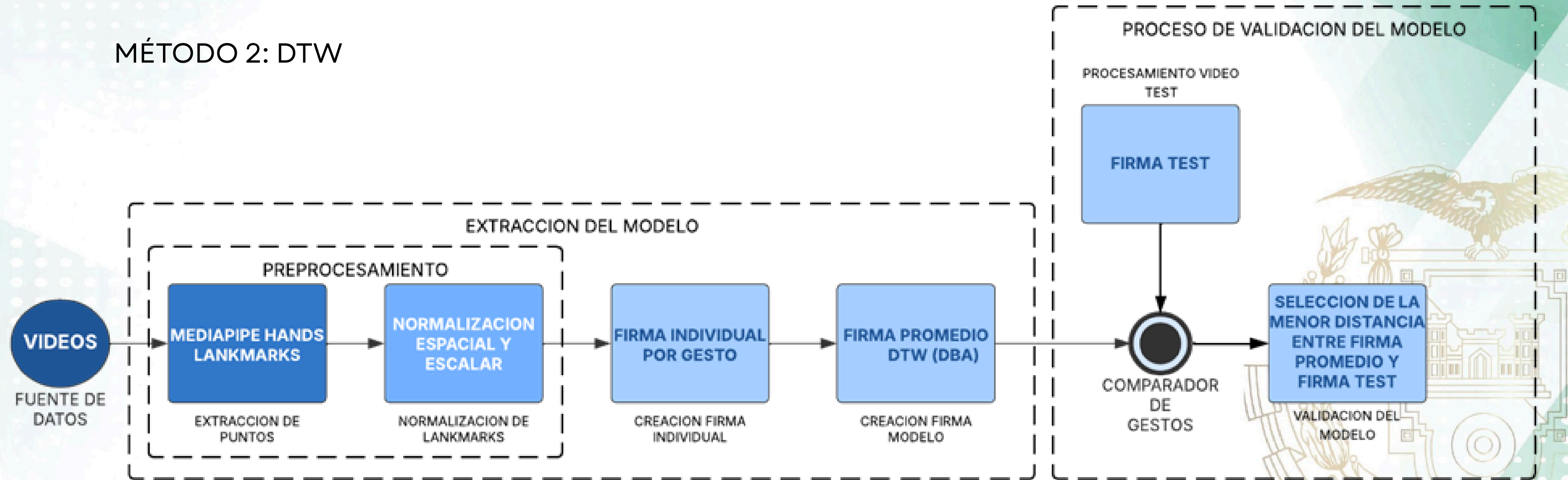


METODOLOGÍA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MÉTODO 2: DTW





8

EXTRACCIÓN DEL MODELO

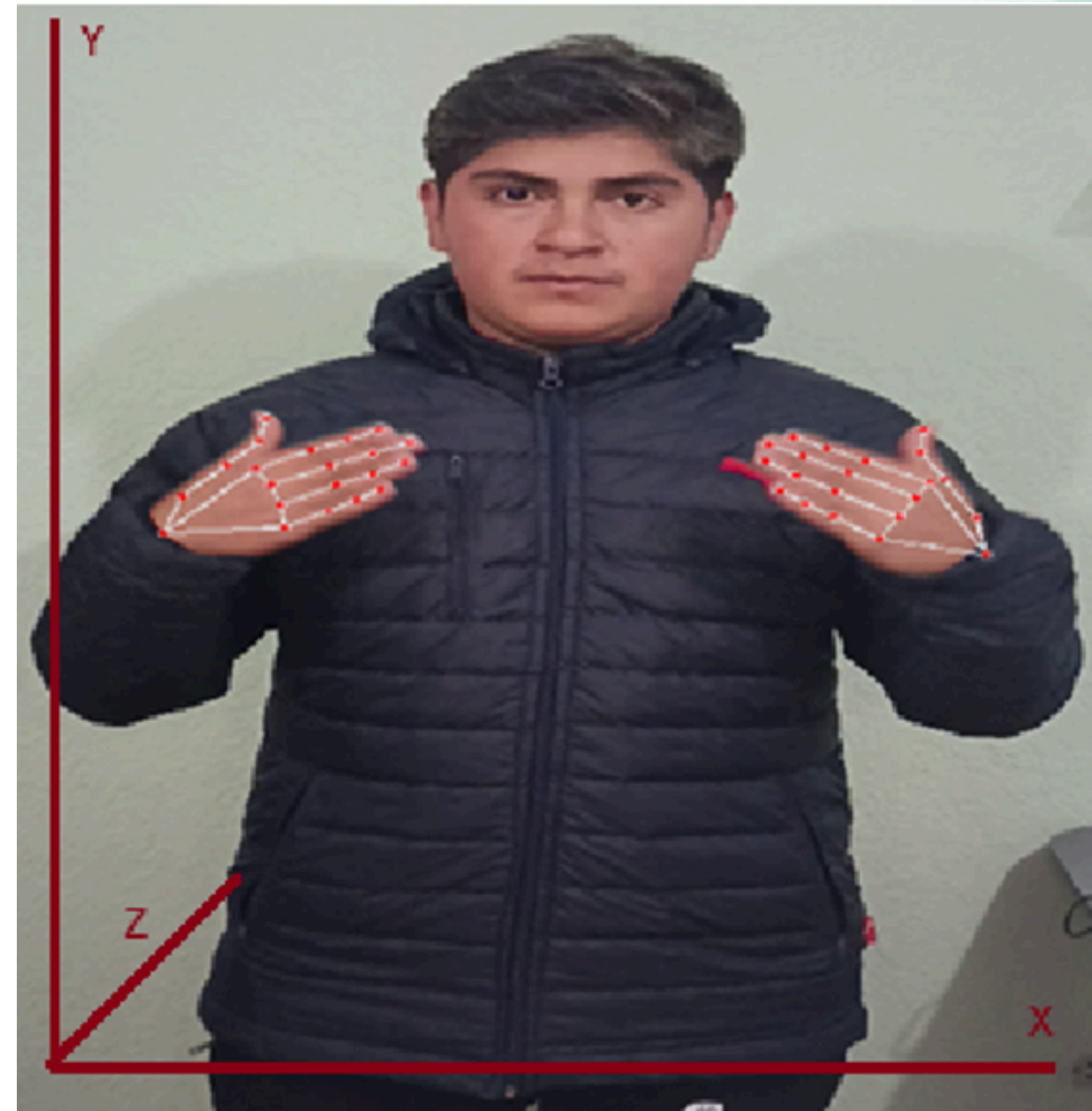
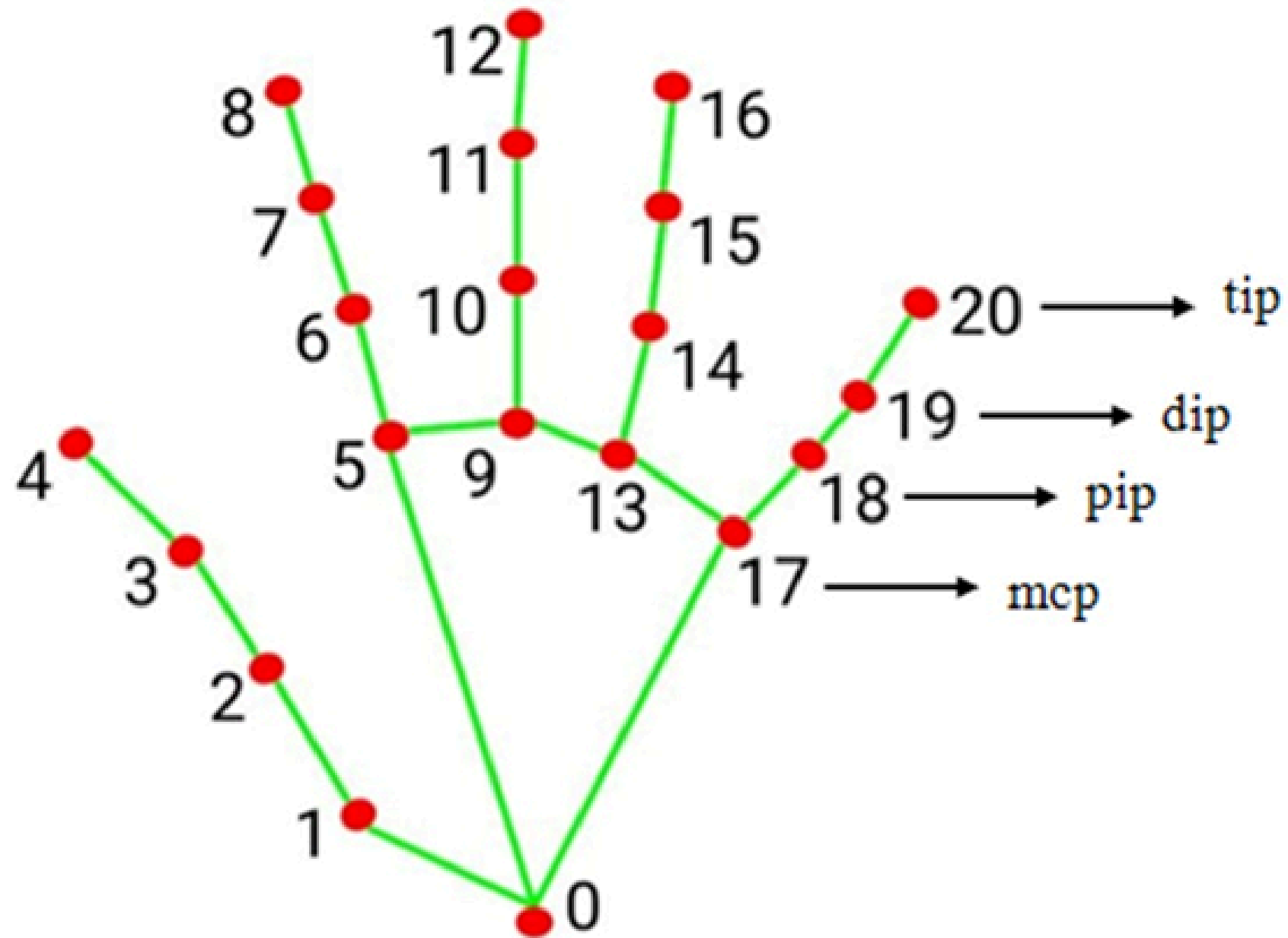


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTRACCIÓN DE PUNTOS EN UN FRAME

ETAPA PREPROCESAMIENTO

DETECCIÓN DE PUNTOS





EXTRACCIÓN DEL MODELO

ETAPA PREPROCESAMIENTO

ORGANIZACIÓN DE DATOS RECOLECTADOS

$$\mathbf{f}_t = [x_{t,1}^{(R)}, y_{t,1}^{(R)}, z_{t,1}^{(R)}, \dots, x_{t,21}^{(R)}, y_{t,21}^{(R)}, z_{t,21}^{(R)}, x_{t,1}^{(L)}, y_{t,1}^{(L)}, z_{t,1}^{(L)}, \dots, x_{t,21}^{(L)}, y_{t,21}^{(L)}, z_{t,21}^{(L)}]$$

ALMACENAMIENTO

```
landmarks1_feliz >  feliz1.csv >  data
```

```
1 0.684812,0.653370,0.000000,0.661411,0.630710,-0.020886,0.629027,  
2 0.685925,0.653944,0.000000,0.661420,0.630968,-0.019107,0.628582,  
3 0.685861,0.653900,0.000000,0.661262,0.631358,-0.019062,0.628339,  
4 0.685575,0.654411,0.000000,0.661688,0.632037,-0.020434,0.628909,  
5 0.686987,0.652763,0.000000,0.661234,0.631108,-0.017772,0.628416,  
6 0.686938,0.653225,0.000000,0.661260,0.631239,-0.018350,0.627434,  
7 0.687016,0.653602,0.000000,0.661441,0.631603,-0.018265,0.627954,  
8 0.687208,0.653131,0.000000,0.661588,0.631146,-0.018479,0.628402,
```

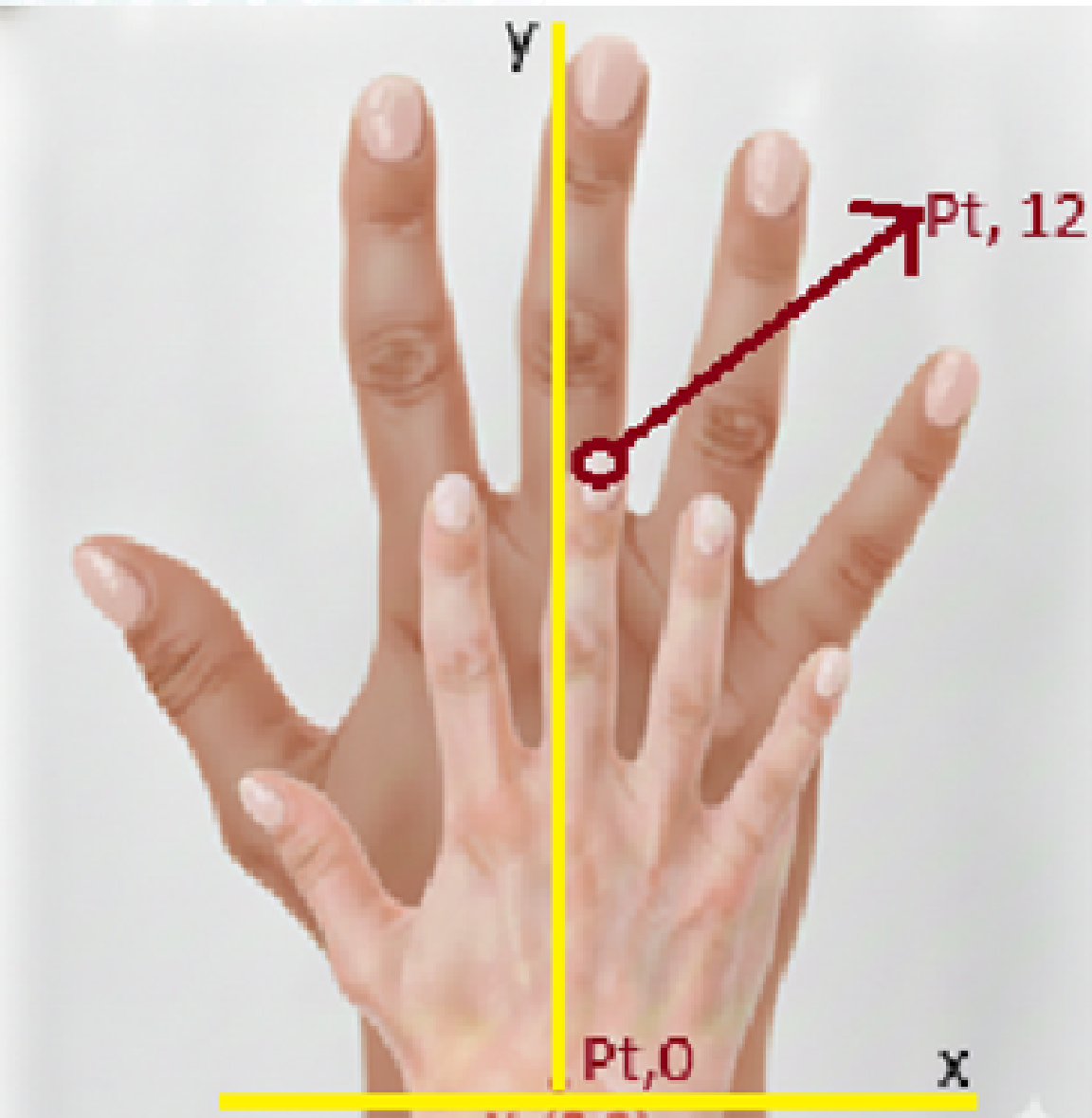
$$\mathbf{G} \in \mathbb{R}^{N \times 126}$$



EXTRACCIÓN DEL MODELO

ETAPA PREPROCESAMIENTO

NORMALIZACIÓN ESPACIAL

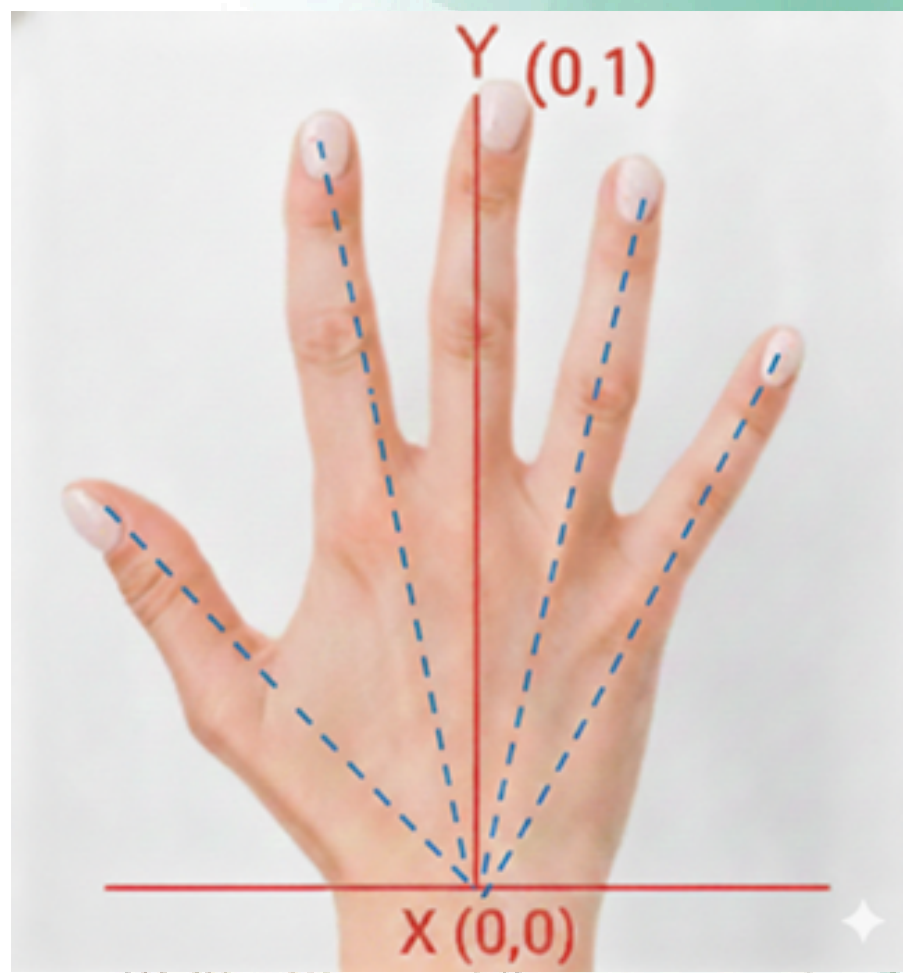
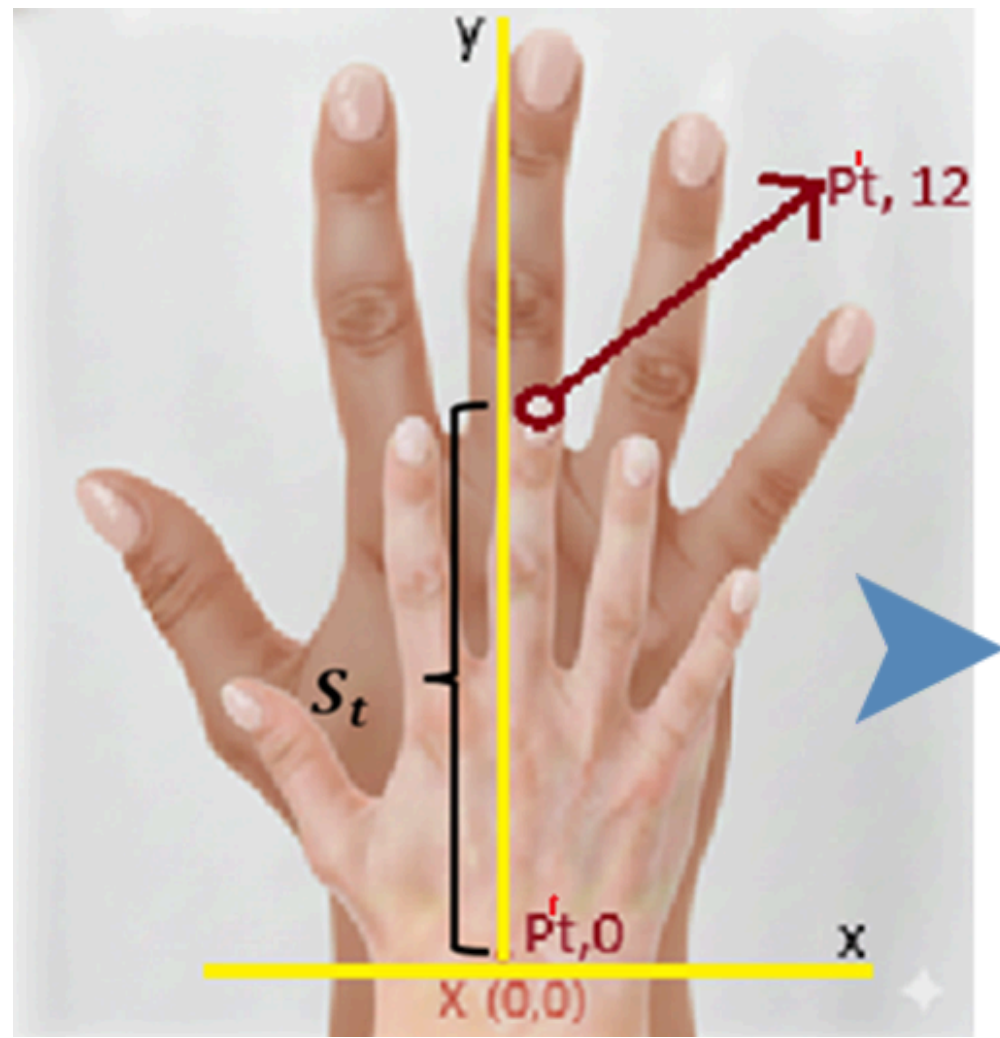


PUNTO 0: muñeca
PUNTO 12: tip dedo medio

$$p'_{t,i} = p_{t,i} - p_{t,0},$$

$$i = 0, \dots, 20$$

NORMALIZACIÓN ESCALAR



$$p''_{t,i} = \frac{p'_{t,i}}{s_t},$$

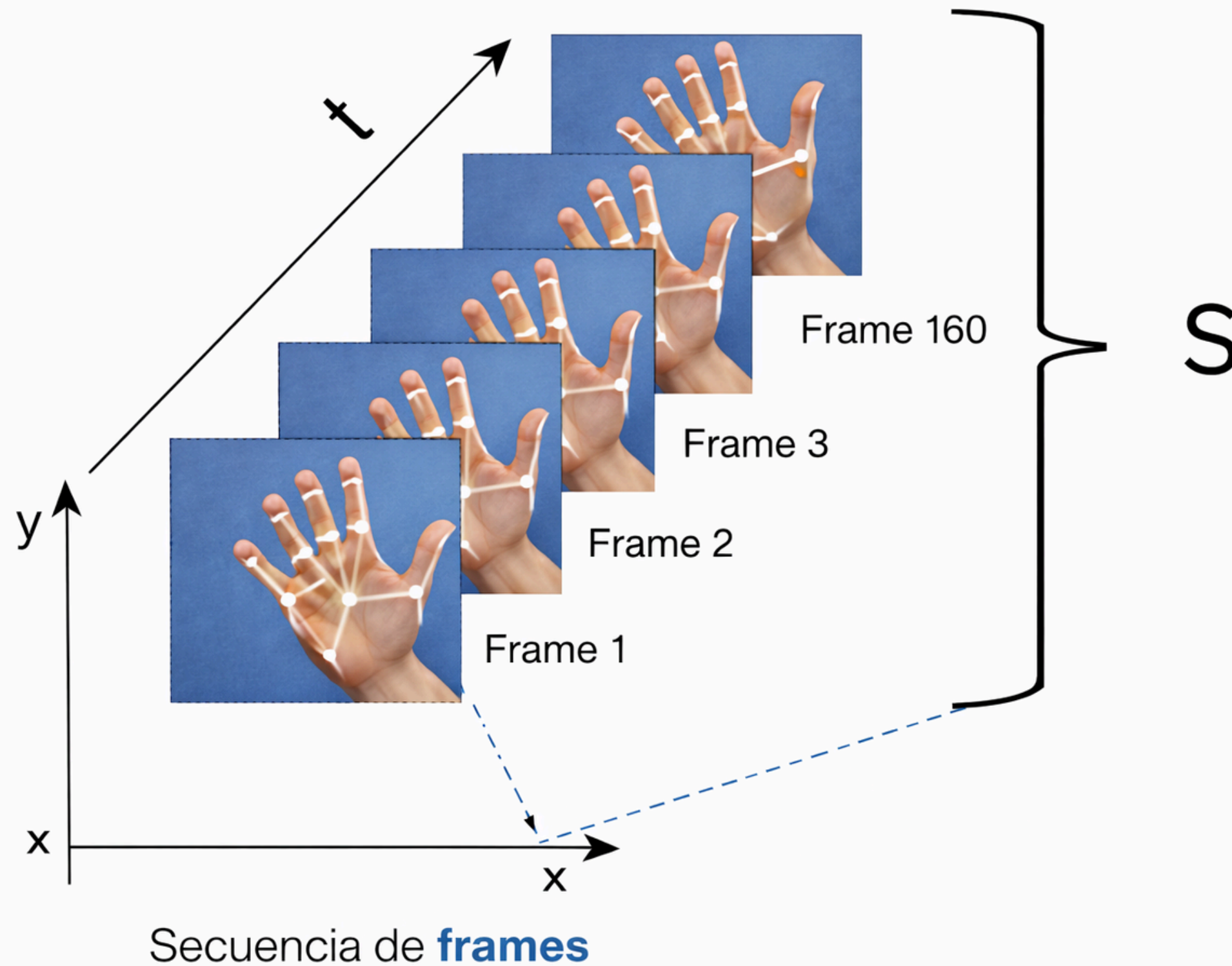
$$G_{\text{norm}} \in \mathbb{R}^{N \times 84}$$

21 puntos x 2 manos x 2 coordenadas (x, y) .



FIRMA INDIVIDUAL

NORMALIZACIÓN TEMPORAL A 100 FRAMES



$$\tilde{s}(k) = s\left(\frac{k}{99}(T - 1)\right), \quad k = 0, 1, \dots, 99$$

T: número de frames originales de un video de un gesto completo

k: índice de normalización que va de 0 a 99.

COMPONENTES DE LA FIRMA INDIVIDUAL

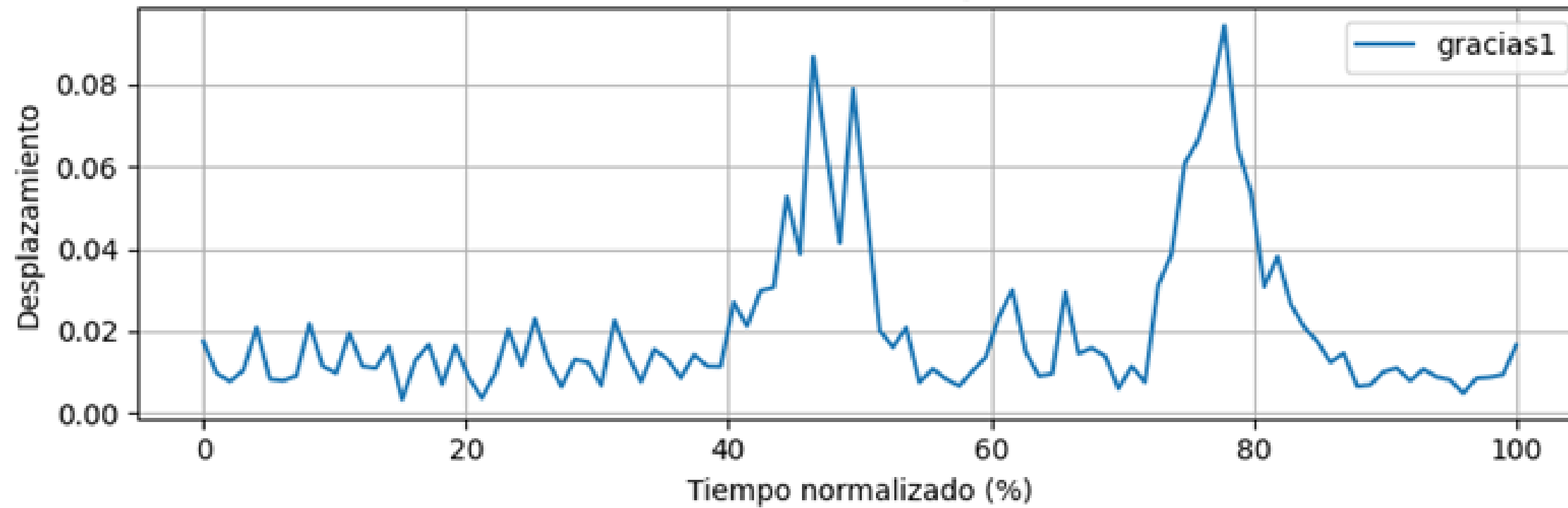
- Desplazamiento de la mano en el eje x
- Desplazamiento de la mano en el eje y
- Desplazamiento combinado de los puntos clave correspondientes a cada dedo.
- Movimiento espacial en x de los puntos tip de cada dedo
- Movimiento espacial en y de los puntos tip de cada dedo



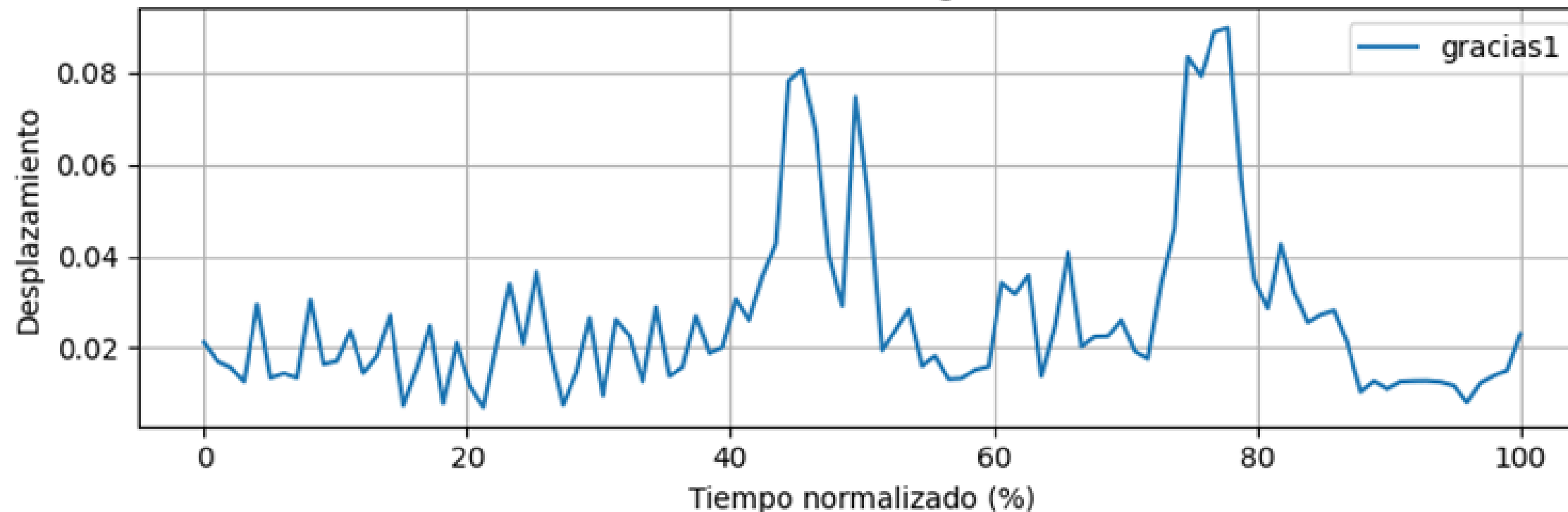
FIRMA INDIVIDUAL

COMPONENTES DE DESPLAZAMIENTO

GRACIAS - Índice D (gracias1)



GRACIAS - Der X (gracias1)



- **PARA CADA DEDO**

$$D_{\text{dedo}}(t) = \sqrt{\sum_{j=1}^4 ((x_{t+1,j} - x_{t,j})^2 + (y_{t+1,j} - y_{t,j})^2)}$$

- **PARA (X) ,(Y) INDEPENDIENTEMENTE**

$$D_x(t) = \sqrt{\sum_{i=1}^{21} (x_{t+1,i} - x_{t,i})^2}$$

$$D_y(t) = \sqrt{\sum_{i=1}^{21} (y_{t+1,i} - y_{t,i})^2}$$

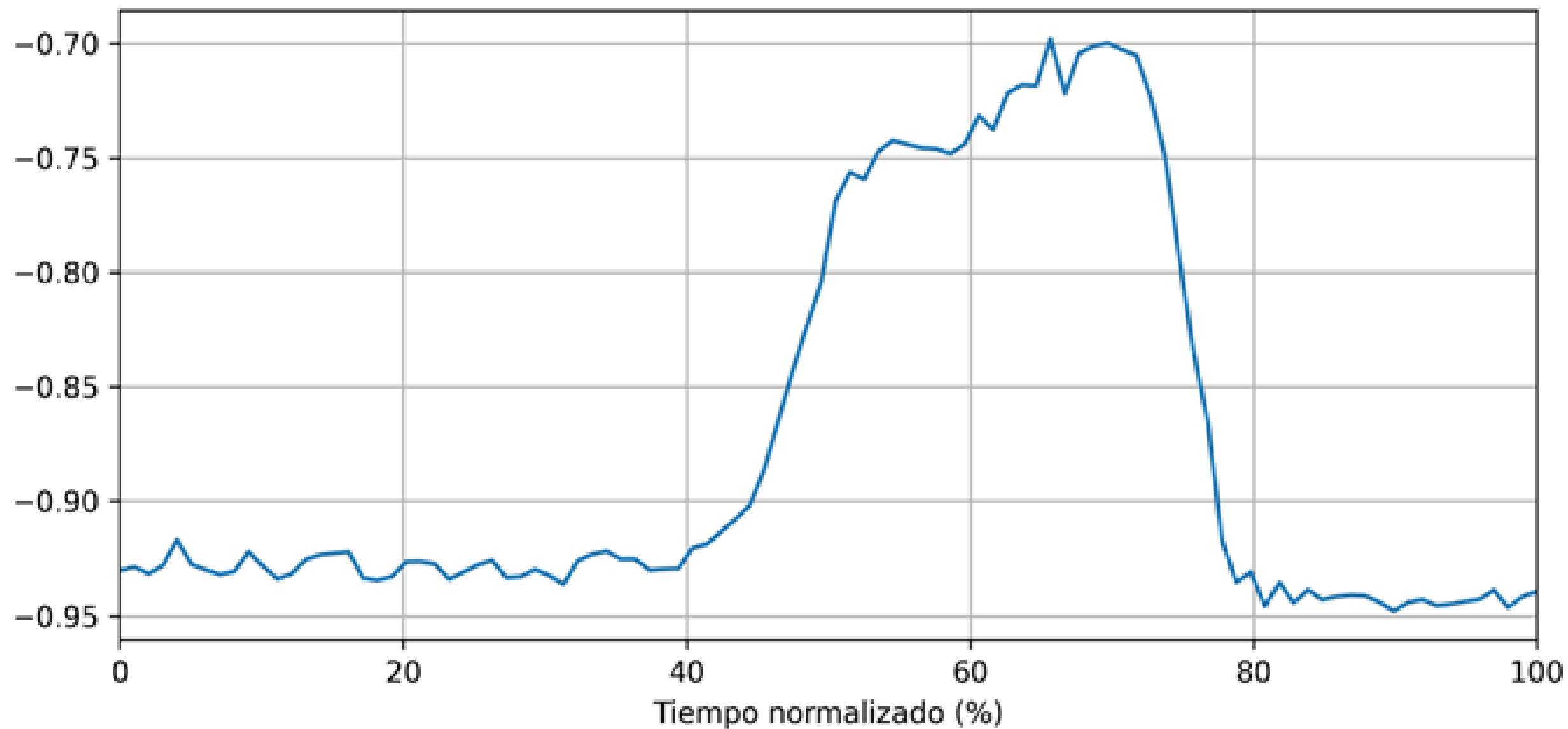


FIRMA INDIVIDUAL

COMPONENTES DE MOVIMIENTO

- EJE X APLICADO A CADA DEDO INDEPENDIENTEMENTE
- EJE Y APLICADO A CADA DEDO INDEPENDIENTEMENTE

GRACIAS - Dedo índice Mano D



ALMACENAMIENTO FIRMA GESTO:

- COMPUESTA POR LAS 14 COMPONENTES DE DESPLAZAMIENTO Y 20 COMPONENTES DE MOVIMIENTO

- **POR VIDEO**

$$\mathbf{F}_{\text{gesto}} = \begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} & \dots & m_{1,34} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} & \dots & m_{2,34} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{100,1} & m_{100,2} & m_{100,3} & \dots & m_{100,34} \end{bmatrix}$$

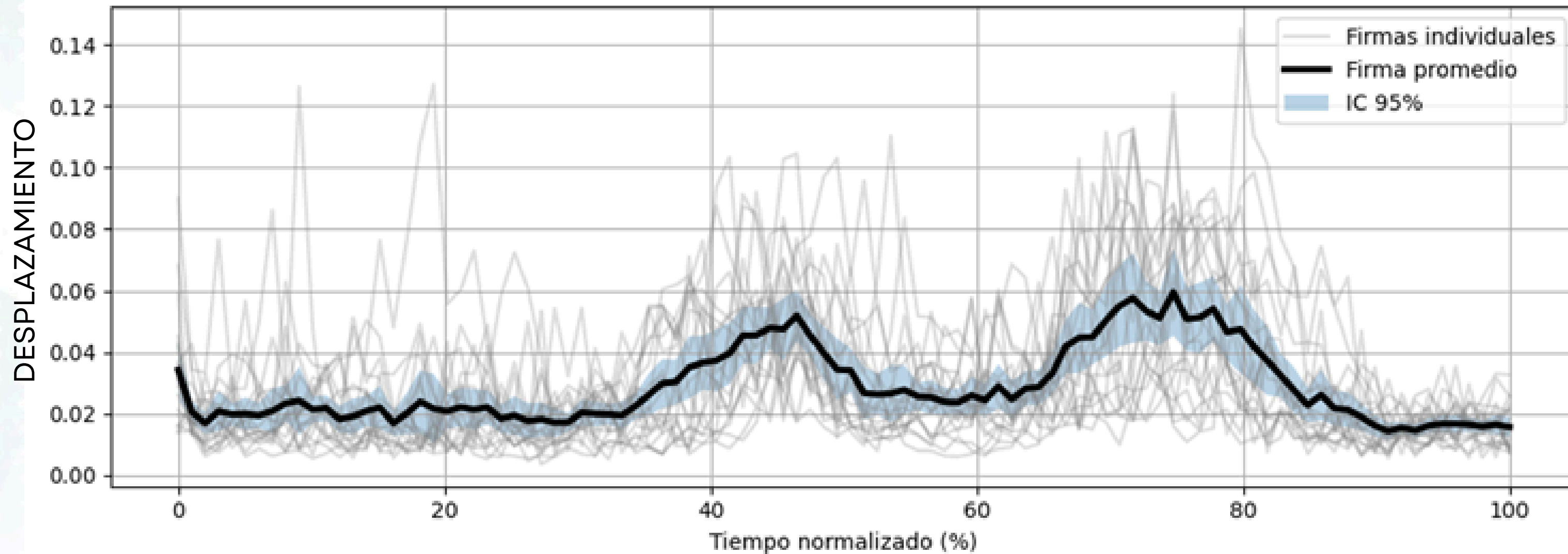


EXTRACCIÓN DEL MODELO

MODELO PROMEDIO PARA MÉTODO 1: DISTANCIA EUCLIDIANA

COMPONENTE DE DESPLAZAMIENTO

GRACIAS - Der X



Intervalo de
confianza del 95 %
para el modelo
promedio de cada
componente

Las firmas individuales se organizan en una estructura tridimensional de tamaño, donde K es el numero de ejecuciones disponibles para un gesto

$$K \times 100 \times 34$$

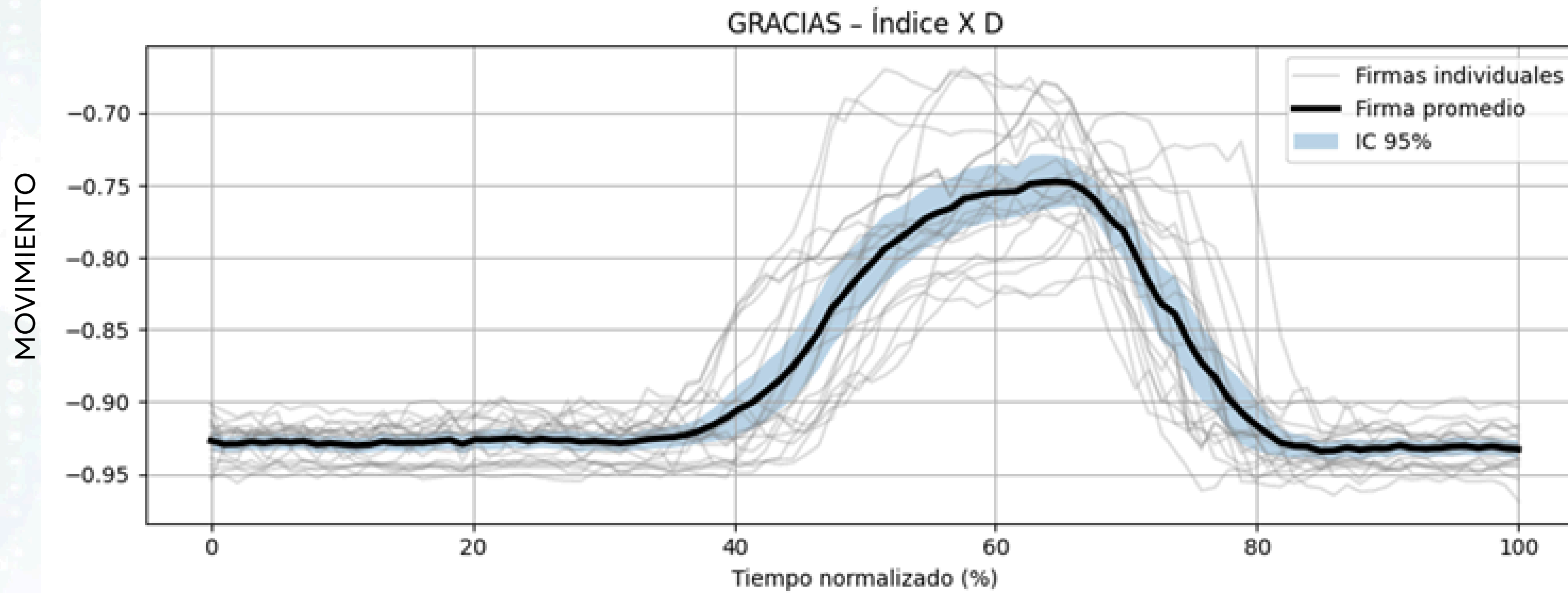


EXTRACCIÓN DEL MODELO



MODELO PROMEDIO PARA MÉTODO 1: DISTANCIA EUCLIDIANA

COMPONENTE DE MOVIMIENTO



$$\mathbf{M}_{gesto} = \begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} & \dots & m_{1,34} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} & \dots & m_{2,34} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{100,1} & m_{100,2} & m_{100,3} & \dots & m_{100,34} \end{bmatrix}$$

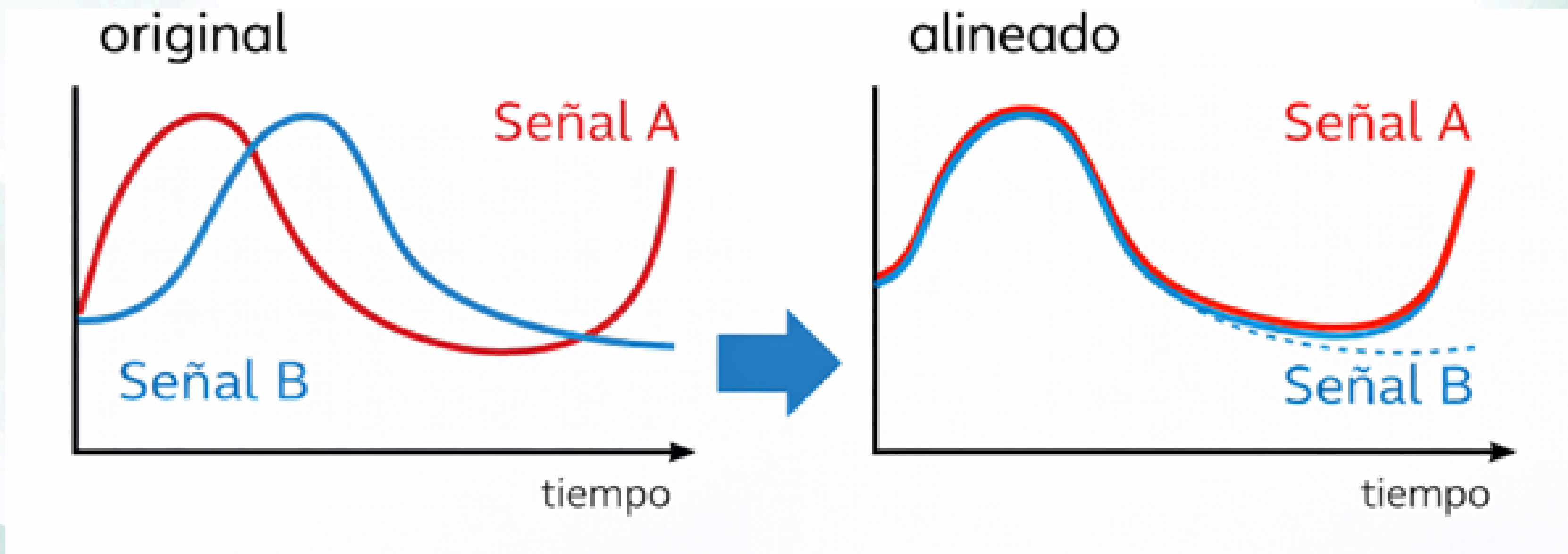


EXTRACCIÓN DEL MODELO

MODELO PROMEDIO PARA MÉTODO 1: DTW

- Deformación Temporal Dinámica (Dynamic Time Warping)

permite ajustar las señales en el eje temporal decidiendo el mejor camino que demuestre su igualdad de gestos entre ejecuciones,



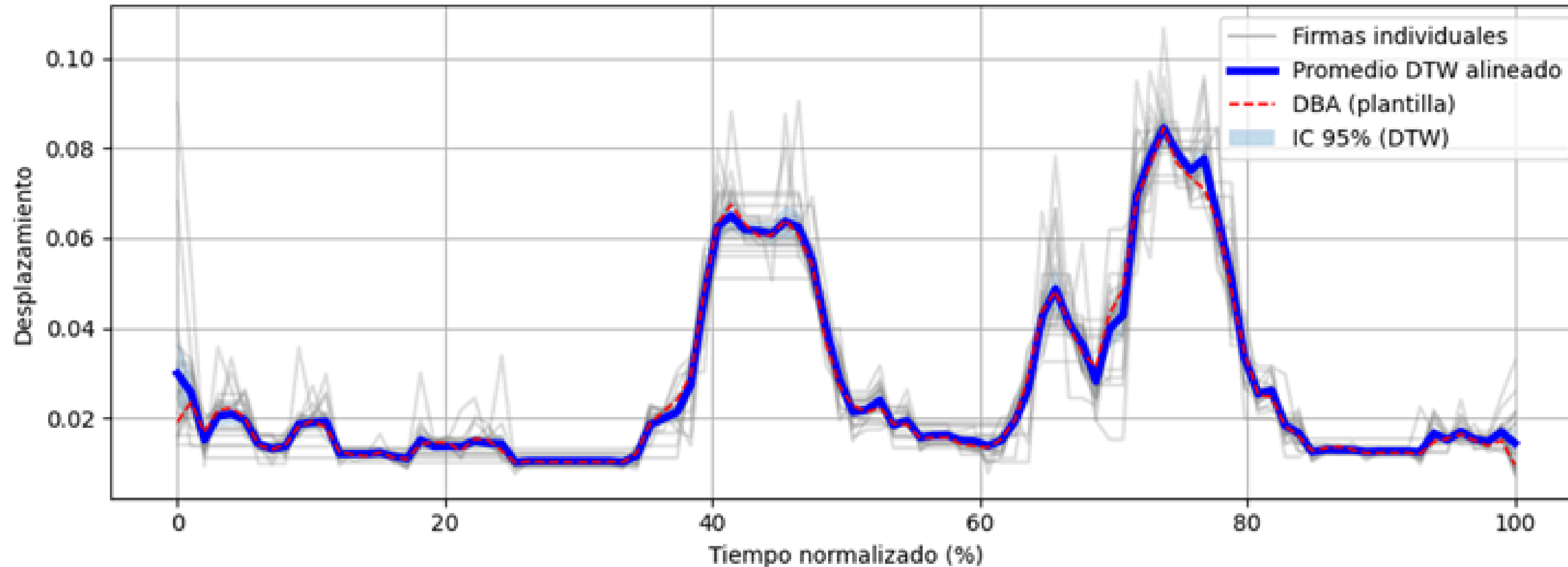


EXTRACCIÓN DEL MODELO

MODELO PROMEDIO PARA MÉTODO 1: DTW

COMPONENTE DE DESPLAZAMIENTO

GRACIAS - Der X



- Para K ejecuciones se organiza tridimensionalmente

$$K \times 100 \times 34$$

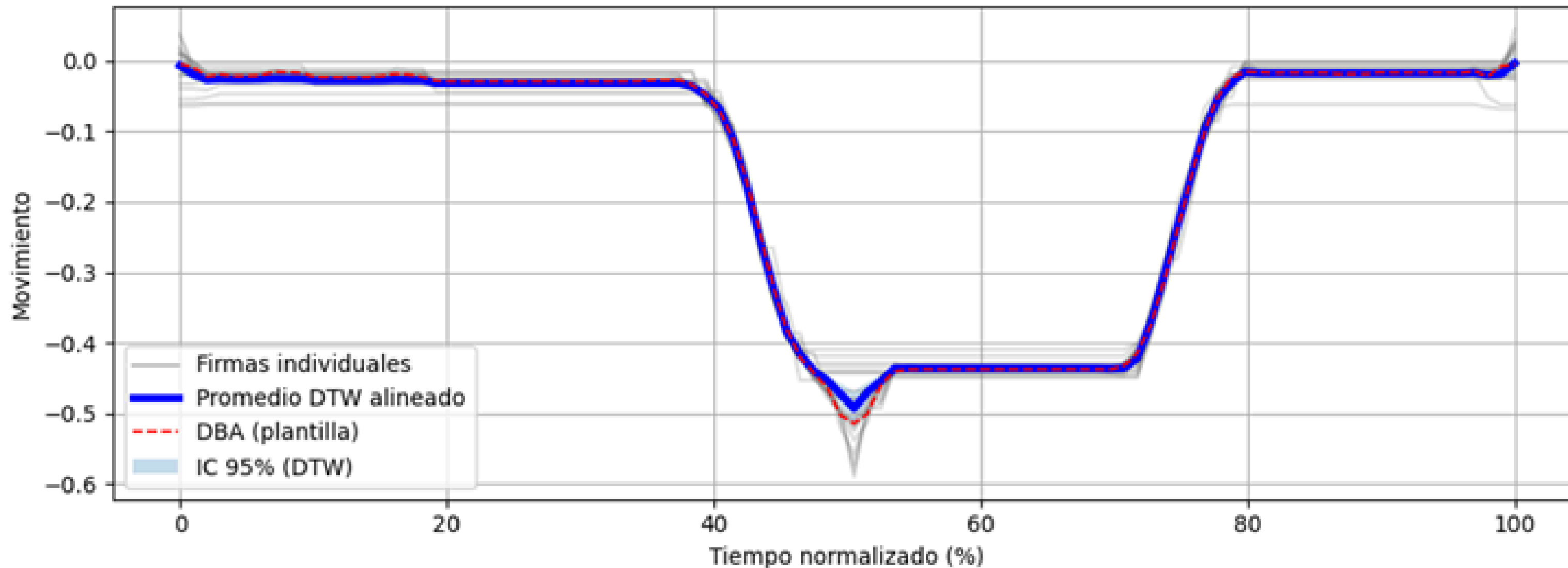
- PLANTILLA: VIDEO 1
- Intervalo de confianza del 95 % para el modelo promedio de cada componente



MODELO PROMEDIO PARA MÉTODO 1: DTW

COMPONENTE DE MOVIMIENTO

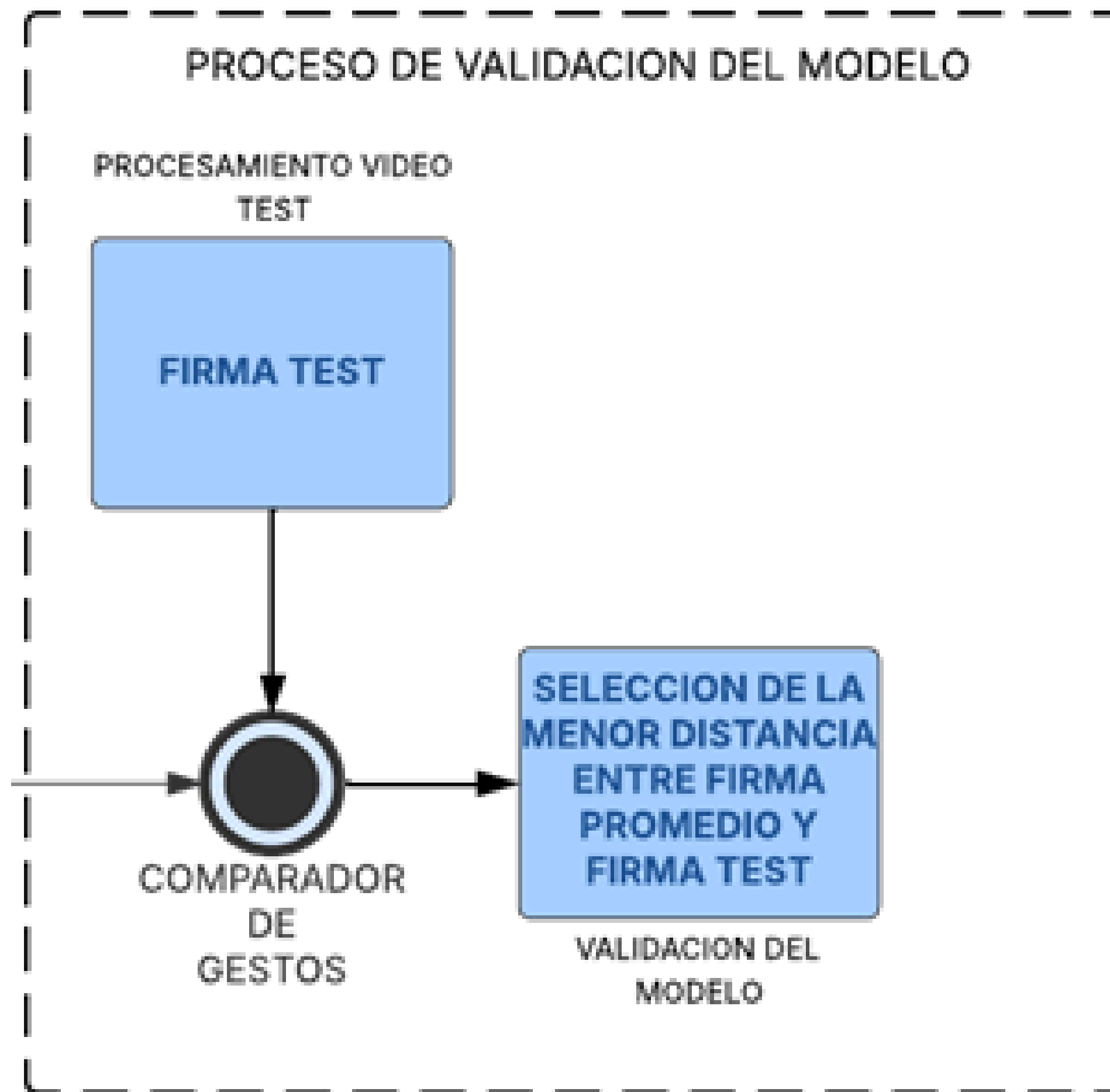
GRACIAS - Índice Y D



$$\mathbf{M}_{\text{gesto DTW}} = \begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} & \dots & m_{1,34} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} & \dots & m_{2,34} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{100,1} & m_{100,2} & m_{100,3} & \dots & m_{100,34} \end{bmatrix}$$



VALIDACIÓN DEL MODELO





CASOS DE VALIDACIÓN



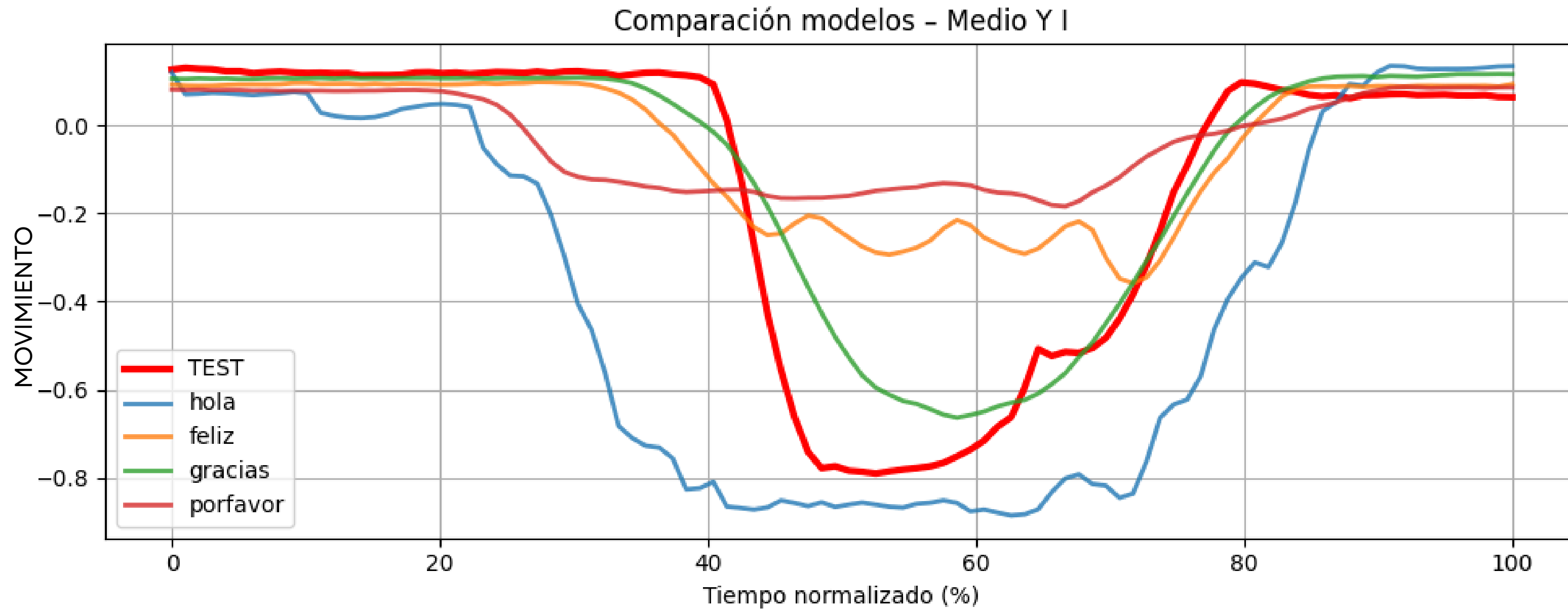
Especificaciones de los escenarios de prueba			
Escenario de validación	Conjunto de datos de video para el modelamiento del gesto	Conjunto de validación	Descripción
Validación por persona (Caso 1)	30 videos (Personas 1, 2 y 3)	10 videos (Persona 4)	El modelo se construye con tres personas y se valida con la persona restante.
Validación por persona (Caso 2)	30 videos (Personas 1, 2 y 4)	10 videos (Persona 3)	
Validación por persona (Caso 3)	30 videos (Personas 1, 3 y 4)	10 videos (Persona 2)	
Validación por persona (Caso 4)	30 videos (Personas 2, 3 y 4)	10 videos (Persona 1)	
Validación por ejecuciones (Caso 5)	5 videos por persona	5 videos restantes por persona	Se evalúa la consistencia del modelo frente a distintas ejecuciones del mismo gesto.





- MÉTODO DISTANCIA EUCLIDIANA

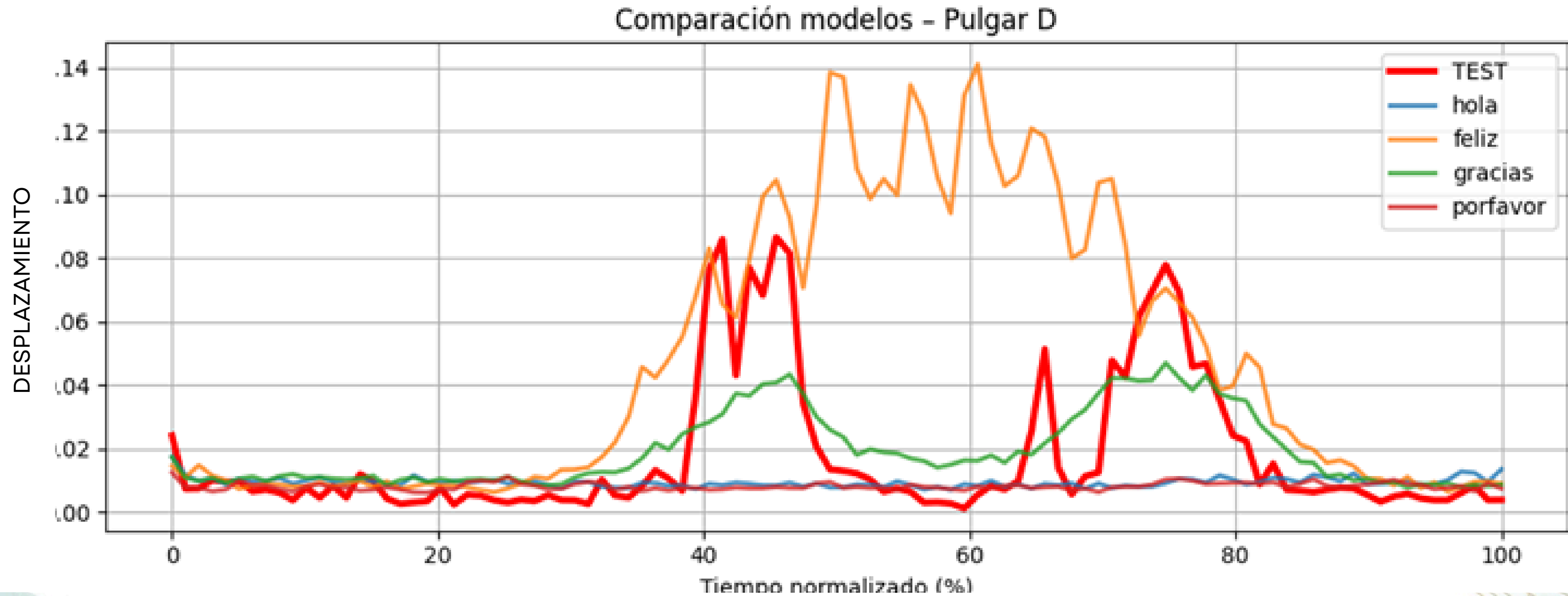
TEST GRACIAS





- MÉTODO EUCLIDIANO

TEST GRACIAS

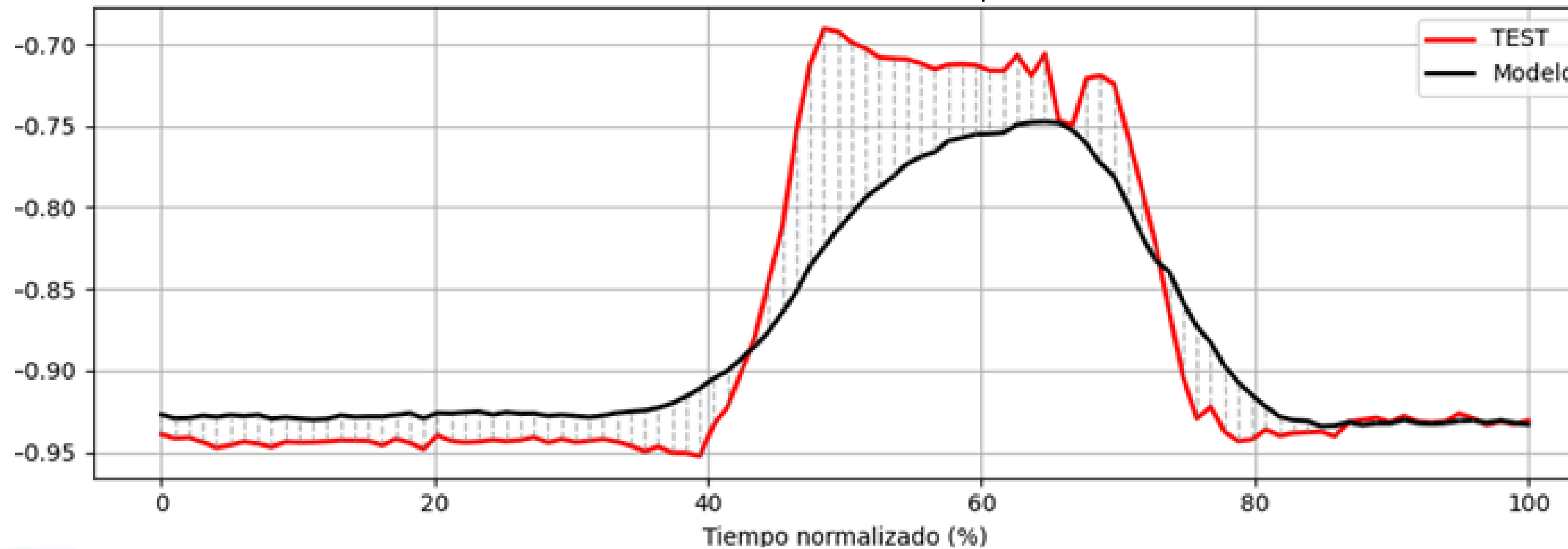




VALIDACIÓN DEL MODELO



Cálculo Distancia tip dedo Índice en x
Firma test vs Modelo promedio



Tiempo	Modelo	Test	Distancia
0	-0.93	-0.94	0.01
10	-0.93	-0.945	0.015
20	-0.925	-0.945	0.02
30	-0.93	-0.945	0.015
40	-0.91	-0.945	0.035
50	-0.82	-0.7	0.12
60	-0.76	-0.73	0.03
70	-0.79	-0.73	0.06
80	-0.88	-0.94	0.06
90	-0.93	-0.935	0.005
100	-0.93	-0.93	0



VALIDACIÓN DEL MODELO



DISTANCIA ENTRE TEST (GRACIAS) Y MODELO GESTO GRACIAS	Derecha	Izquierda
DESPLAZAMIENTO EN X	0.010077	0.020952
DESPLAZAMIENTO EN Y	0.019764	0.028674
DESPLAZAMIENTO DEDO PULGAR	0.008883	0.015388
DESPLAZAMIENTO DEDO INDICE	0.009924	0.016258
DESPLAZAMIENTO DEDO MEDIO	0.010489	0.016551
DESPLAZAMIENTO DEDO ANULAR	0.01011	0.015091
DESPLAZAMIENTO DEDO MEÑIQUE	0.009408	0.015808
MOVIMIENTO TIP PULGAR EN X	0.086073	0.052879
MOVIMIENTO TIP PULGAR EN Y	0.084727	0.041233
MOVIMIENTO TIP INDICE EN X	0.040159	0.088365
MOVIMIENTO TIP INDICE EN Y	0.066373	0.082497
MOVIMIENTO TIP MEDIO EN X	0.029437	0.092331
MOVIMIENTO TIP MEDIO EN Y	0.030713	0.085802
MOVIMIENTO TIP ANULAR EN X	0.022043	0.089145
MOVIMIENTO TIP ANULAR EN Y	0.024484	0.079224
MOVIMIENTO TIP MEÑIQUE EN X	0.018617	0.086562
MOVIMIENTO TIP MEÑIQUE EN Y	0.032476	0.077696

PROMEDIO	Derecha	Izquierda
COMPONENTES DESPLAZAMIENTO	0.014682	0.018346
COMPONENTES MOVIMIENTO	0.03941	0.043672

DISTANCIA ENTRE TEST (GRACIAS) Y MODELO GESTO HOLA	Derecha	Izquierda
DESPLAZAMIENTO EN X	0.01993	0.311388
DESPLAZAMIENTO EN Y	0.025721	0.202537
DESPLAZAMIENTO DEDO PULGAR	0.013663	0.208783
DESPLAZAMIENTO DEDO INDICE	0.016743	0.15582
DESPLAZAMIENTO DEDO MEDIO	0.014615	0.134227
DESPLAZAMIENTO DEDO ANULAR	0.015365	0.136499
DESPLAZAMIENTO DEDO MEÑIQUE	0.014697	0.161074
MOVIMIENTO TIP PULGAR EN X	0.159359	0.138796
MOVIMIENTO TIP PULGAR EN Y	0.77506	0.210144
MOVIMIENTO TIP INDICE EN X	0.037341	0.155095
MOVIMIENTO TIP INDICE EN Y	0.120004	0.278903
MOVIMIENTO TIP MEDIO EN X	0.025813	0.182095
MOVIMIENTO TIP MEDIO EN Y	0.261721	0.280075
MOVIMIENTO TIP ANULAR EN X	0.015383	0.188999
MOVIMIENTO TIP ANULAR EN Y	0.431776	0.291462
MOVIMIENTO TIP MEÑIQUE EN X	0.057899	0.188605
MOVIMIENTO TIP MEÑIQUE EN Y	0.597827	0.330747

PROMEDIO	Derecha	Izquierda
COMPONENTES DESPLAZAMIENTO	0.021065	0.190606
COMPONENTES MOVIMIENTO	0.233415	0.297547



VALIDACIÓN DEL MODELO

- **MÉTODO EUCLIDIANO**

TEST: GRACIAS

- **COMPONENTES DE DESPLAZAMIENTO**

Gesto	Mano derecha	Mano izquierda	Media Total	Similitud Total
HOLA	0.021065	0.190606	0.105836	0.914716
FELIZ	0.031025	0.026163	0.028594	0.969675
GRACIAS	0.014682	0.018346	0.016514	0.984022
PORFAVOR	0.020864	0.021676	0.02127	0.980845

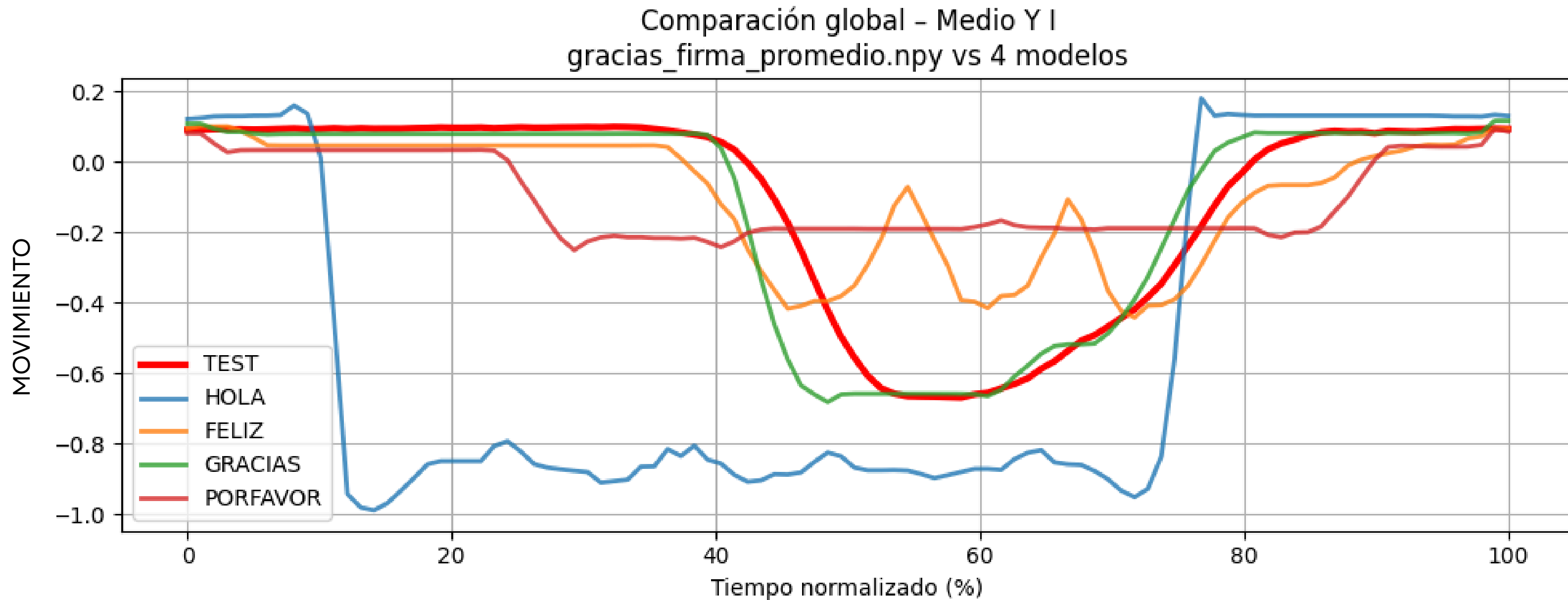
- **COMPONENTES DE MOVIMIENTO**

Gesto	Mano derecha	Mano izquierda	Media Total	Similitud Total
HOLA	0.233415	0.297547	0.265481	0.790791
FELIZ	0.076022	0.078783	0.077403	0.928176
GRACIAS	0.03941	0.043672	0.041541	0.961674
PORFAVOR	0.122693	0.150751	0.136722	0.888584





- **MÉTODO DTW**
TEST: GRACIAS





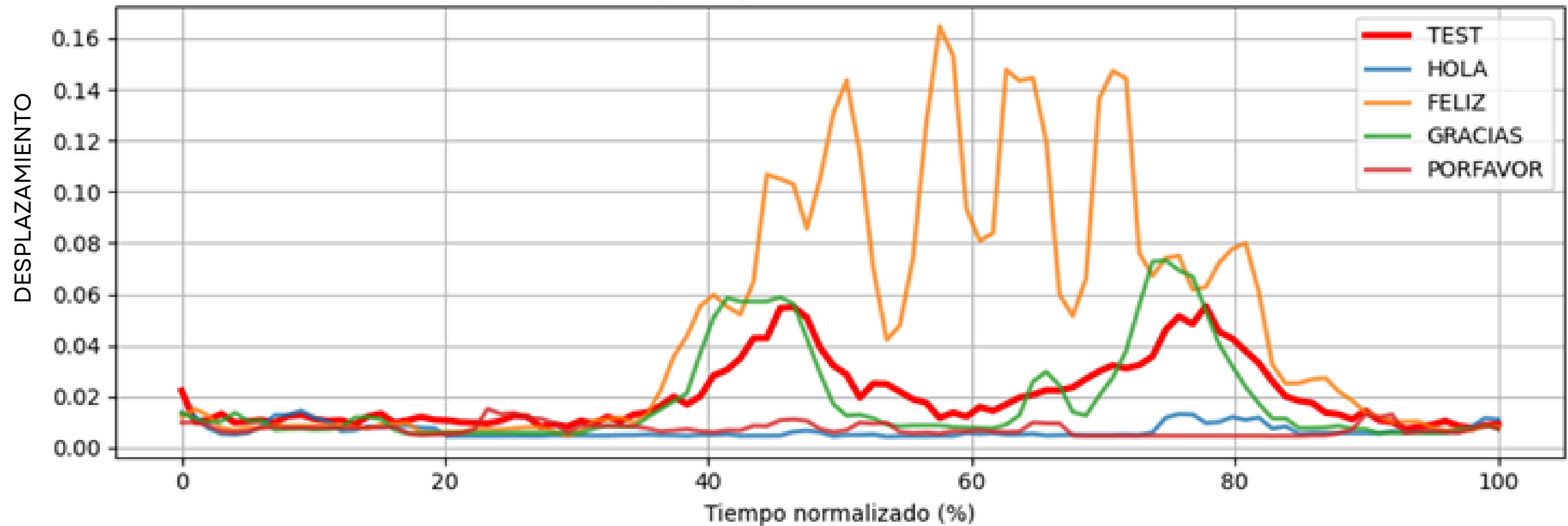
VALIDACIÓN DEL MODELO



- MÉTODO DTW (DBA)

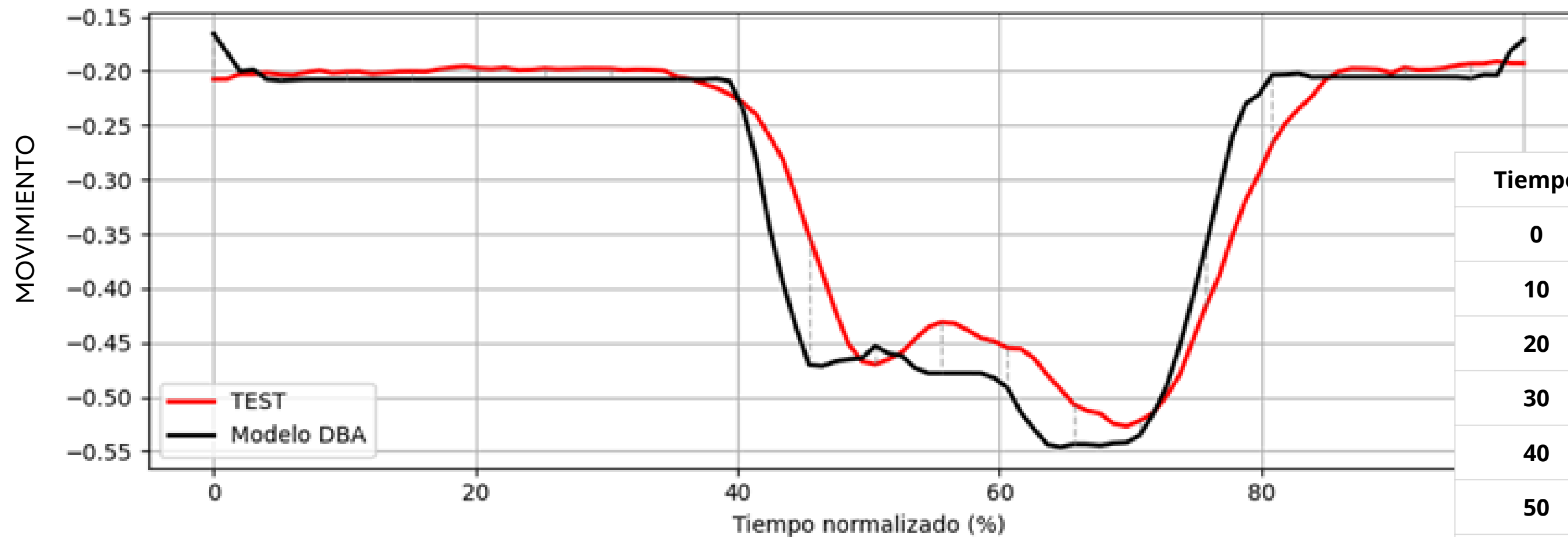
TEST: GRACIAS

COMPARACION MODELOS PROMEDIO VS TEST (GRACIAS)
PULGAR DERECHO



- MÉTODO DTW (DBA)**

Calculo Distancia dedo tip pulgar en y
 Firma test (GRACIAS) vs Modelo DTW promedio (GRACIAS)



Tiempo	Modelo	Test	Distancia
0	-0.17	-0.21	0.04
10	-0.205	-0.2	0.005
20	-0.2	-0.19	0.01
30	-0.2	-0.19	0.01
40	-0.23	-0.23	0
50	-0.45	-0.47	0.02
60	-0.48	-0.45	0.03
70	-0.54	-0.52	0.02
80	-0.22	-0.28	0.06
90	-0.205	-0.2	0.005
100	-0.17	-0.19	0.02



VALIDACIÓN DEL MODELO



DISTANCIA ENTRE TEST (GRACIAS) Y MODELO DTW GESTO GRACIAS	Derecha	Izquierda
DESPLAZAMIENTO EN X	0.009004	0.01521
DESPLAZAMIENTO EN Y	0.013218	0.021718
DESPLAZAMIENTO DEDO PULGAR	0.007398	0.010751
DESPLAZAMIENTO DEDO INDICE	0.008212	0.012821
DESPLAZAMIENTO DEDO MEDIO	0.007588	0.012209
DESPLAZAMIENTO DEDO ANULAR	0.007437	0.012292
DESPLAZAMIENTO DEDO MEÑIQUE	0.007704	0.012009
MOVIMIENTO TIP PULGAR EN X	0.063823	0.017753
MOVIMIENTO TIP PULGAR EN Y	0.044806	0.024721
MOVIMIENTO TIP INDICE EN X	0.01886	0.038238
MOVIMIENTO TIP INDICE EN Y	0.030084	0.043313
MOVIMIENTO TIP MEDIO EN X	0.014439	0.042714
MOVIMIENTO TIP MEDIO EN Y	0.015391	0.047678
MOVIMIENTO TIP ANULAR EN X	0.012202	0.042353
MOVIMIENTO TIP ANULAR EN Y	0.012305	0.044201
MOVIMIENTO TIP MEÑIQUE EN X	0.007415	0.036923
MOVIMIENTO TIP MEÑIQUE EN Y	0.012952	0.036427

PROMEDIO	Derecha	Izquierda
COMPONENTES DESPLAZAMIENTO	0.00808	0.01386
COMPONENTES MOVIMIENTO	0.02153	0.03132

DISTANCIA ENTRE TEST (GRACIAS) Y MODELO DTW GESTO HOLA	Derecha	Izquierda
DESPLAZAMIENTO EN X	0.018431	0.371268
DESPLAZAMIENTO EN Y	0.024818	0.24709
DESPLAZAMIENTO DEDO PULGAR	0.013666	0.241423
DESPLAZAMIENTO DEDO INDICE	0.015106	0.186463
DESPLAZAMIENTO DEDO MEDIO	0.013705	0.162657
DESPLAZAMIENTO DEDO ANULAR	0.013863	0.167343
DESPLAZAMIENTO DEDO MEÑIQUE	0.013818	0.190769
MOVIMIENTO TIP PULGAR EN X	0.191778	0.132048
MOVIMIENTO TIP PULGAR EN Y	0.972063	0.281864
MOVIMIENTO TIP INDICE EN X	0.051766	0.163589
MOVIMIENTO TIP INDICE EN Y	0.193232	0.426526
MOVIMIENTO TIP MEDIO EN X	0.035907	0.189471
MOVIMIENTO TIP MEDIO EN Y	0.313843	0.448338
MOVIMIENTO TIP ANULAR EN X	0.021258	0.196316
MOVIMIENTO TIP ANULAR EN Y	0.501678	0.457857
MOVIMIENTO TIP MEÑIQUE EN X	0.059711	0.202133
MOVIMIENTO TIP MEÑIQUE EN Y	0.693535	0.506886

PROMEDIO	Derecha	Izquierda
COMPONENTES DESPLAZAMIENTO	0.01677	0.22386
COMPONENTES MOVIMIENTO	0.28578	0.31963

VALIDACIÓN DEL MODELO

- **MÉTODO DTW**

TEST: GRACIAS

- **COMPONENTES DE DESPLAZAMIENTO**

Gesto	Mano derecha	Mano izquierda	Total	Similitud Total
HOLA	0.01677	0.22386	0.12031	0.89264
FELIZ	0.03451	0.02324	0.02887	0.972
GRACIAS	0.00808	0.01386	0.01097	0.98917
PORFAVOR	0.01502	0.02074	0.01788	0.98246

- **COMPONENTES DE MOVIMIENTO**

Gesto	Mano derecha	Mano izquierda	Total	Similitud Total
HOLA	0.28578	0.31963	0.30271	0.76768
FELIZ	0.05441	0.09196	0.07319	0.93176
GRACIAS	0.02153	0.03132	0.02643	0.97423
PORFAVOR	0.06403	0.16064	0.11234	0.89908



RESULTADOS - MÉTODO EUCLIDIANO

TEST: GRACIAS



• COMPONENTES DE DESPLAZAMIENTO

DISTANCIA PROMEDIO

Gesto	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
HOLA	0.105836	0.109214	0.102587	0.111903	0.107441
FELIZ	0.028594	0.029871	0.027993	0.030412	0.028765
GRACIAS	0.016514	0.017203	0.016108	0.017890	0.016442
PORFAVOR	0.021270	0.022184	0.020951	0.022903	0.021578

SIMILITUD

Gesto	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
HOLA	0.904294	0.901538	0.906957	0.899357	0.903002
FELIZ	0.972216	0.971005	0.972776	0.970486	0.972042
GRACIAS	0.983752	0.983086	0.984147	0.982424	0.983832
PORFAVOR	0.979171	0.978297	0.979478	0.977611	0.978880

• COMPONENTES DE MOVIMIENTO

DISTANCIA PROMEDIO

Gesto	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
HOLA	0.265481	0.273912	0.258934	0.269845	0.262118
FELIZ	0.077403	0.079612	0.075998	0.081205	0.076814
GRACIAS	0.041541	0.042893	0.040227	0.043710	0.041004
PORFAVOR	0.136722	0.141106	0.132955	0.144087	0.135419

SIMILITUD

Gesto	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
HOLA	0.790276	0.785019	0.794329	0.787498	0.792319
FELIZ	0.928156	0.926258	0.929369	0.924891	0.928664
GRACIAS	0.960138	0.958873	0.961332	0.957919	0.960607
PORFAVOR	0.879770	0.876343	0.882669	0.873906	0.880037



RESULTADOS - MÉTODO DTW

TEST: GRACIAS



• COMPONENTES DE DESPLAZAMIENTO

DISTANCIA PROMEDIO

Gesto	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
HOLA	0.12031	0.12480	0.11790	0.12740	0.12260
FELIZ	0.02887	0.03010	0.02790	0.03140	0.02930
GRACIAS	0.01097	0.01160	0.01040	0.01210	0.01120
PORFAVOR	0.01788	0.01890	0.01710	0.01960	0.01820

SIMILITUD

Gesto	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
HOLA	0.89264	0.88904	0.89453	0.88701	0.89071
FELIZ	0.97200	0.97077	0.97285	0.96953	0.97154
GRACIAS	0.98917	0.98853	0.98970	0.98804	0.98893
PORFAVOR	0.98246	0.98145	0.98317	0.98077	0.98213

• COMPONENTES DE MOVIMIENTO

DISTANCIA PROMEDIO

Gesto	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
HOLA	0.30271	0.30980	0.29540	0.31420	0.30610
FELIZ	0.07319	0.07580	0.07090	0.07840	0.07460
GRACIAS	0.02643	0.02790	0.02560	0.02880	0.02690
PORFAVOR	0.11234	0.11590	0.10980	0.11840	0.11370

SIMILITUD

Gesto	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
HOLA	0.76768	0.76350	0.77206	0.76035	0.76565
FELIZ	0.93176	0.92954	0.93382	0.92726	0.93063
GRACIAS	0.97423	0.97283	0.97505	0.97198	0.97381
PORFAVOR	0.89908	0.89695	0.90106	0.89413	0.89800



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Distancia Euclidiana:

Evalúa punto a punto.

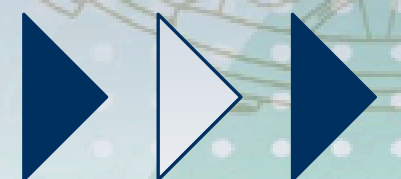
Es más sensible a variaciones de amplitud.

DTW:

Compensa desfasajes temporales.

Es más estable ante variaciones en velocidad de ejecución.

- El sistema de modelamiento de gestos LSEC muestra comportamiento consistente en Distancia Euclidiana y DTW.
- El gesto correcto siempre presenta la menor distancia
- Estabilidad entre casos.
- Capacidad clara de discriminación.
- Mayor robustez temporal en DTW.





CONCLUSIONES

- Se desarrolló un sistema de modelamiento de gestos básicos de la LSEC basado en el análisis de trayectorias y desplazamientos temporales, logrando obtener un modelo que caracteriza correctamente los gestos HOLA, FELIZ, POR FAVOR y GRACIAS mediante comparación con modelos promedio.
- La Distancia Euclidiana permite crear un modelo el gesto correcto a partir de la menor distancia, pero es sensible a variaciones de amplitud entre ejecuciones.
- DTW mostró mayor estabilidad ante desfases temporales, generando similitudes altas y una buena separación entre el modelo correcto y los demás.
- La discriminación del sistema se basa en variaciones sutiles, lo que permite diferenciar gestos con trayectorias globales similares.
- Se evidencian un comportamiento estable y reproducible, validando la efectividad del enfoque propuesto para el modelamiento de gestos básicos de la LSEC.

TRABAJO FUTURO

- Integrar técnicas de aprendizaje automático o profundo utilizando las características temporales extraídas con DTW para crear clasificadores de gestos.
- Implementar el sistema en tiempo real, optimizando su procesamiento para plataformas embebidas de bajo consumo.
- Ampliar el diccionario de gestos LSEC, incorporando un mayor número de gestos dinámicos y mayor número de participantes.
- Ampliar el uso de múltiples métricas de similitud para aumentar la precisión en gestos con alta semejanza.



35

Gracias

POR SU ATENCIÓN



CAROLINA AGUIAR VEGA



0959889635



mcaguiar1@espe.edu.ec



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



1922
ECUADOR

ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA