



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“GENERACIÓN DE UN PROTOCOLO DE VALORACIÓN  
BIOMECÁNICA PARA LA EVALUACIÓN DE APTITUD DE  
TRABAJADORES EXPUESTOS A MANIPULACIÓN DE CARGAS”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**GUILLERMO EDUARDO VILLAGRÁN VIZUETE**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“GENERACIÓN DE UN PROTOCOLO DE VALORACIÓN  
BIOMECÁNICA PARA LA EVALUACIÓN DE APTITUD DE  
TRABAJADORES EXPUESTOS A MANIPULACIÓN DE CARGAS”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:** GUILLERMO EDUARDO VILLAGRÁN VIZUETE

**DIRECTOR:** Ing. EDUARDO FRANCISCO GARCÍA CABEZAS

Riobamba – Ecuador

2022

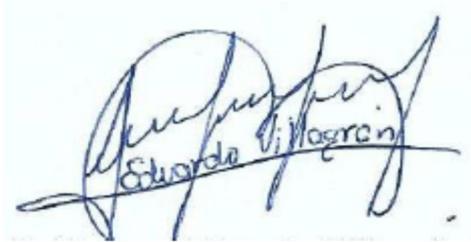
© 2022, **Guillermo Eduardo Villagrán Vizúete**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, GUILLERMO EDUARDO VILLAGRÁN VIZUETE, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 25 de marzo de 2022

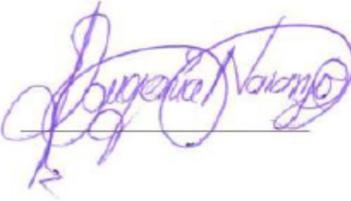
A handwritten signature in blue ink on a light blue background. The signature is stylized and cursive. Below the signature, the name "Guillermo Eduardo Villagrán Vizúete" is printed in a smaller, black font.

**Guillermo Eduardo Villagrán Vizúete**

**060381597-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Trabajo Experimental, **“GENERACIÓN DE UN PROTOCOLO DE VALORACIÓN BIOMECÁNICA PARA LA EVALUACIÓN DE APTITUD DE TRABAJADORES EXPUESTOS A MANIPULACIÓN DE CARGAS”**, realizado por el señor: **GUILLERMO EDUARDO VILLAGRÁN VIZUETE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Eugenia Mercedes Naranjo Vargas <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-03-25
Ing. Eduardo Francisco García Cabezas <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-03-25
Ing. Juan Carlos Cayán Martínez, Mg. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-03-25

## **DEDICATORIA**

A mis padres por creer siempre en mí, dedico este trabajo en especial a ellos por ser las personas que más admiro y por su ejemplo de vida, a mi hermana Mayra que está en el cielo porque sé que estará orgullosa de mi por haber culminado esta etapa de estudio, me han sabido levantar cada vez que lo necesitaba a ellos todo mi esfuerzo y dedicación, y a Dios que siempre me supo guiar y a darme fuerza.

Eduardo

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a mis padres, mis hermanos, quienes con su apoyo incondicional hicieron que esta meta se concluyan. A la carrera de ingeniería industrial, quien con su arduo trabajo transmitió el conocimiento durante los distintos niveles, gracias a Dios por permitirme vivir este maravilloso momento, y a cada una de las personas que influyeron en mí durante este trayecto.

Eduardo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. <b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. <b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
1.2. <b>Formulación del problema.....</b>	<b>3</b>
1.3. <b>Hipótesis .....</b>	<b>4</b>
1.4. <b>Justificación.....</b>	<b>4</b>
1.5. <b>Objetivos.....</b>	<b>5</b>
1.5.1. <i>Objetivo general .....</i>	<i>5</i>
1.5.2. <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>6</i>

### CAPÍTULO II

2. <b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1. <b>Ergonomía .....</b>	<b>7</b>
2.1.1. <i>Objetivos de la Ergonomía .....</i>	<i>7</i>
2.2. <b>Riesgo Laboral .....</b>	<b>8</b>
2.3. <b>Manipulación De Cargas.....</b>	<b>8</b>
2.4. <b>Factores de Riesgo.....</b>	<b>9</b>
2.4.1. <i>Posturas Forzadas.....</i>	<i>10</i>
2.4.2. <i>Movimientos Repetitivos.....</i>	<i>11</i>
2.4.3. <i>Carga.....</i>	<i>11</i>
2.4.4. <i>Biomecánica.....</i>	<i>11</i>
2.4.5. <i>Biomecánica del pie y la huella plantar.....</i>	<i>12</i>
2.4.6. <i>La huella plantar.....</i>	<i>12</i>
2.4.7. <i>Pies cavos .....</i>	<i>12</i>
2.4.8. <i>Pies planos .....</i>	<i>13</i>

2.4.9.	<i>Antropometría del pie</i> .....	14
2.4.10.	<i>Patologías del pie</i> .....	15
2.4.11.	<i>Biomecánica Ocupacional</i> .....	16
2.4.12.	<i>Modelo Biomecánico</i> .....	16
2.4.13.	<i>Sensores Inerciales</i> .....	17
2.4.14.	<i>Acelerómetros</i> .....	17
2.4.15.	<i>Giroscopio</i> .....	18
2.4.16.	<i>Magnetómetro</i> .....	18
2.4.17.	<i>Métodos para la manipulación manual de cargas</i> .....	18
2.4.17.1.	<i>Ecuación NIOSH</i> .....	18
2.4.17.2.	<i>Snook y Ciriello</i> .....	19

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	20
3.1.	<b>Tipo de investigación</b> .....	20
3.1.1.	<i>Investigación documental:</i> .....	20
3.1.2.	<i>Investigación de campo:</i> .....	20
3.2.	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	20
3.2.1.	<i>Cualitativo</i> .....	20
3.2.2.	<i>Cuantitativo</i> .....	21
3.3.	<b>Fuentes de la investigación</b> .....	21
3.4.	<b>Técnicas de la investigación</b> .....	21
3.4.1.	<i>Universo</i> .....	21
3.4.2.	<i>Muestra</i> .....	21
3.4.3.	<i>Unidad de Muestreo</i> .....	22
3.4.4.	<i>Método de recolección de la información</i> .....	22
3.5.	<b>Metodología empleada</b> .....	23
3.5.1.	<i>Participantes</i> .....	23
3.5.2.	<i>Fases de procedimiento y ejecución</i> .....	24
3.5.3.	<i>Primera fase: Revisión bibliográfica</i> .....	24
3.5.3.1.	<i>Tipo de patología de huella plantar</i> .....	24
3.5.4.	<i>Segunda fase: Selección del hardware y software.</i> .....	25
3.5.4.1.	<i>Características del hardware que este software utiliza:</i> .....	26
3.5.5.	<i>Tercera fase: Valoración biomecánica ECOFOOT+</i> .....	27
3.5.5.1.	<i>Paciente con patología de pie plano</i> .....	28
3.5.5.2.	<i>Paciente con patología de pie normal</i> .....	40

3.5.5.3.	<i>Paciente con patología de pie cavo.....</i>	50
3.5.6.	<b><i>Cuarta fase: valoración biomecánica software ISEN 3D .....</i></b>	61
3.5.6.1.	<i>Apartado 1: Selección de interfaz gráfica. ....</i>	61
3.5.6.2.	<i>Apartado 2: Selección y ubicación de sensores.....</i>	63
3.5.6.3.	<i>Apartado 3: Identificación de los tipos de movimiento .....</i>	64
3.5.6.4.	<i>Apartado 4: Ejecución de las pruebas con la utilización del software ISEN 3D .....</i>	66

## **CAPÍTULO IV**

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	70
4.1.	<b>Valoración biomecánica análisis de resultados del software ECOFOOT+ .....</b>	70
4.2.	<b>Valoración biomecánica análisis de resultados del software ISEN 3D .....</b>	71
4.2.1.	<i>Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de pie plano .....</i>	71
4.2.2.	<i>Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de pie normal. ....</i>	72
4.2.3.	<i>Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de pie cavo. ....</i>	73
4.2.4.	<i>Generación del protocolo de valoración biomecánica para la aptitud de trabajadores expuestos a manipulación de cargas .....</i>	74

CONCLUSIONES .....	95
--------------------	----

RECOMENDACIONES .....	96
-----------------------	----

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Factores de riesgo biomecánico que intervienen en la aparición de TME en la parte baja de la espalda.....	9
<b>Tabla 1-3:</b>	Características de los participantes.....	23
<b>Tabla 2-3:</b>	Tabla de las características del hardware que está relacionado este software....	26
<b>Tabla 3-3:</b>	Valores iniciales en los sensores .....	64
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis en intervalo personalizado pie plano.....	66
<b>Tabla 5-3:</b>	Valores de amplitud de movimiento.....	67
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis en intervalo personalizado pie normal .....	67
<b>Tabla 7-3:</b>	Valores de amplitud de movimiento.....	68
<b>Tabla 8-3:</b>	Análisis en intervalo personalizado pie cavo .....	68
<b>Tabla 9-3:</b>	Valores de amplitud de movimiento.....	69
<b>Tabla 1-4:</b>	Análisis en intervalo personalizado.....	70
<b>Tabla 2-4:</b>	Análisis en intervalo personalizado.....	71
<b>Tabla 3-4:</b>	Comparación de resultados .....	71
<b>Tabla 4-4:</b>	Análisis en intervalo personalizado.....	72
<b>Tabla 5-4:</b>	Comparación de resultados .....	72
<b>Tabla 6-4:</b>	Análisis en intervalo personalizado.....	73
<b>Tabla 7-4:</b>	Comparación de resultados .....	73
<b>Tabla 8-4:</b>	Registro de participantes .....	80
<b>Tabla 9-4:</b>	Porcentaje de distribución de peso tolerancia de $\pm 6$ .....	82
<b>Tabla 10-4:</b>	Valores iniciales en los sensores .....	86
<b>Tabla 11-4:</b>	Amplitud de movimiento.....	88
<b>Tabla 12-4:</b>	Porcentaje de distribución de peso tolerancia de $\pm 6$ (Pie cavo) .....	89
<b>Tabla 13-4:</b>	Porcentaje de distribución de peso tolerancia de $\pm 6$ (Pie normal) .....	90
<b>Tabla 14-4:</b>	Porcentaje de distribución de peso tolerancia de $\pm 6$ (Pie plano).....	90
<b>Tabla 15-4:</b>	Patología de pie (Análisis estático) .....	90
<b>Tabla 16-4:</b>	Patología de pie (Análisis dinámico).....	91
<b>Tabla 17-4:</b>	Inclinación de pelvis (Amplitud de movimiento).....	91
<b>Tabla 18-4:</b>	Flexión-extensión de pelvis a espalda (Amplitud de movimiento) .....	92
<b>Tabla 19-4:</b>	Rotación de pelvis (Amplitud de movimiento).....	92
<b>Tabla 20-4:</b>	Flexión de cadera- extensión (Amplitud de movimiento) .....	92
<b>Tabla 21-4:</b>	Abducción-Aducción de Cadera (Amplitud de movimiento) .....	92
<b>Tabla 22-4:</b>	Rotación de Cadera (Amplitud de movimiento) .....	93
<b>Tabla 23-4:</b>	Flexión-Extensión de fémur a espalda (Amplitud de movimiento).....	93

**Tabla 24-4:** Flexión-extensión de pelvis a espalda (Amplitud de movimiento) .....93

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Pie cavo .....	13
<b>Ilustración 2-2:</b>	Pie plano .....	14
<b>Ilustración 1-3:</b>	Recolección de la información.....	23
<b>Ilustración 2-3:</b>	Software ISEN 3D motion Analyser .....	25
<b>Ilustración 3-3:</b>	Sensores Inerciales STT-IWS .....	27
<b>Ilustración 4-3:</b>	Datos generales pie plano. ....	28
<b>Ilustración 5-3:</b>	Topología del pie (Pie ligeramente plano).....	29
<b>Ilustración 6-3:</b>	Datos generales con 5kg. ....	29
<b>Ilustración 7-3:</b>	Topología del pie (Pie ligeramente plano con 5 kg).....	30
<b>Ilustración 8-3:</b>	Datos generales con 10kg. ....	31
<b>Ilustración 9-3:</b>	Topología del pie (Pie ligeramente plano con 10 kg).....	31
<b>Ilustración 10-3:</b>	Datos generales con 15 kg. ....	32
<b>Ilustración 11-3:</b>	Topología del pie (Pie ligeramente plano con 15 kg).....	33
<b>Ilustración 12-3:</b>	Datos generales con 20kg. ....	33
<b>Ilustración 13-3:</b>	Topología del pie (Pie ligeramente plano con 20kg).....	34
<b>Ilustración 14-3:</b>	Datos generales con 25kg. ....	34
<b>Ilustración 15-3:</b>	Topología del pie (Pie ligeramente plano con 25kg).....	35
<b>Ilustración 16-3:</b>	Análisis dinámico topología del pie con 5 Kg. ....	36
<b>Ilustración 17-3:</b>	Análisis dinámico topología del pie con 15 Kg. ....	37
<b>Ilustración 18-3:</b>	Análisis dinámico topología del pie con 25 Kg. ....	37
<b>Ilustración 19-3:</b>	Análisis dinámico paso por defecto con 5 Kg. ....	38
<b>Ilustración 20-3:</b>	Análisis dinámico paso por defecto con 15 Kg. ....	39
<b>Ilustración 21-3:</b>	Análisis dinámico paso por defecto con 25 Kg. ....	39
<b>Ilustración 22-3:</b>	Datos generales sin peso .....	40
<b>Ilustración 23-3:</b>	Topología del pie (Pie normal sin peso) .....	41
<b>Ilustración 24-3:</b>	Datos generales con 5kg. ....	41
<b>Ilustración 25-3:</b>	Topología del pie (Pie normal con 5kg) .....	42
<b>Ilustración 26-3:</b>	Datos generales con 10kg .....	42
<b>Ilustración 27-3:</b>	Topología del pie (Pie normal con 10kg) .....	43
<b>Ilustración 28-3:</b>	Datos generales con 15kg .....	43
<b>Ilustración 29-3:</b>	Topología del pie (Pie normal con 15kg) .....	44
<b>Ilustración 30-3:</b>	Datos generales con 20kg .....	44
<b>Ilustración 31-3:</b>	Topología del pie (Pie normal con 20kg) .....	45
<b>Ilustración 32-3:</b>	Datos generales con 25kg .....	46

<b>Ilustración 33-3:</b> Topología del pie (Pie normal con 25kg) .....	46
<b>Ilustración 34-3:</b> Análisis dinámico topología del pie con 5 Kg. ....	47
<b>Ilustración 35-3:</b> Análisis dinámico topología del pie con 15 Kg. ....	48
<b>Ilustración 36-3:</b> Análisis dinámico topología del pie con 25 Kg. ....	48
<b>Ilustración 37-3:</b> Análisis dinámico paso por defecto con 5 Kg. ....	49
<b>Ilustración 38-3:</b> Análisis dinámico paso por defecto con 15 Kg. ....	49
<b>Ilustración 39-3:</b> Análisis dinámico paso por defecto con 25 Kg. ....	50
<b>Ilustración 40-3:</b> Datos generales sin peso .....	50
<b>Ilustración 41-3:</b> Topología del pie (Arco de pie alto sin peso) .....	51
<b>Ilustración 42-3:</b> Datos generales con 5 kg .....	52
<b>Ilustración 43-3:</b> Topología del pie (Arco de pie alto con 5kg) .....	52
<b>Ilustración 44-3:</b> Datos generales con 10kg .....	53
<b>Ilustración 45-3:</b> Topología del pie (Arco de pie alto con 10kg).....	54
<b>Ilustración 46-3:</b> Datos generales con 15kg .....	54
<b>Ilustración 47-3:</b> Topología del pie (Arco de pie alto con 15kg).....	55
<b>Ilustración 48-3:</b> Datos generales con 20kg .....	55
<b>Ilustración 49-3:</b> Topología del pie (Arco de pie alto con 20kg).....	56
<b>Ilustración 50-3:</b> Datos generales con 25kg .....	57
<b>Ilustración 51-3:</b> Topología del pie (Arco de pie alto con 25kg).....	57
<b>Ilustración 52-3:</b> Análisis dinámico topología del pie con 5 Kg. ....	58
<b>Ilustración 53-3:</b> Análisis dinámico topología del pie con 15 Kg. ....	59
<b>Ilustración 54-3:</b> Análisis dinámico topología del pie con 25 Kg. ....	59
<b>Ilustración 55-3:</b> Análisis dinámico paso por defecto con 5 Kg. ....	60
<b>Ilustración 56-3:</b> Análisis dinámico paso por defecto con 15 Kg. ....	60
<b>Ilustración 57-3:</b> Análisis dinámico paso por defecto con 25 Kg. ....	61
<b>Ilustración 58-3:</b> Paso 2, selección del tren inferior .....	62
<b>Ilustración 59-3:</b> Paso 3, zona dorsal y muslos. ....	62
<b>Ilustración 60-3:</b> Paso 4. Ubicación de sensores .....	63
<b>Ilustración 61-3:</b> Ubicación del sensor.....	64
<b>Ilustración 62-3:</b> Inclinação de la pelvis .....	64
<b>Ilustración 63-3:</b> Flexión-extensión de pelvis a espalda .....	65
<b>Ilustración 64-3:</b> Rotación de pelvis .....	65
<b>Ilustración 65-3:</b> Flexión de cadera- extensión.....	65
<b>Ilustración 66-3:</b> Abducción-Aducción de Cadera .....	66
<b>Ilustración 1-4:</b> Lista de protocolos .....	83
<b>Ilustración 2-4:</b> Selección del protocolo .....	83
<b>Ilustración 3-4:</b> Identificación de sensores .....	84

<b>Ilustración 4-4:</b>	Ubicación de sensores .....	84
<b>Ilustración 5-4:</b>	Colocación de sensores.....	85
<b>Ilustración 6-4:</b>	Comprobación de sensores .....	85
<b>Ilustración 7-4:</b>	Lectura de sensores .....	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PARTICIPANTE CON PATOLOGÍA DE PIE NORMAL
- ANEXO B:** PARTICIPANTE CON PATOLOGÍA DE PIE LIGERAMENTE PLANO.
- ANEXO C:** PARTICIPANTE CON PATOLOGÍA DE PIE CAVO LIGERAMENTE CAVO
- ANEXO D:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 0 KG
- ANEXO E:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 5 KG
- ANEXO F:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 10 KG
- ANEXO G:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 15 KG
- ANEXO H:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 20 KG
- ANEXO I:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 25 KG
- ANEXO J:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE CON PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 0 KG
- ANEXO K:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 5 KG
- ANEXO L:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 10 KG
- ANEXO M:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 15 KG
- ANEXO N:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 20 KG
- ANEXO O:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 25KG
- ANEXO P:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 0 KG
- ANEXO R:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 5 KG
- ANEXO S:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 10 KG

- ANEXO T:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 15 KG
- ANEXO U:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 20 KG
- ANEXO V:** PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 25 KG
- ANEXO W:** PROMEDIOS FINALES OBTENIDOS CON VALORES DE CADA PESO PARA EL PARTICIPANTE DE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL
- ANEXO X:** PROMEDIOS FINALES OBTENIDOS CON VALORES DE CADA PESO PARA EL PARTICIPANTE DE PATOLOGÍA DE PIE PLANO
- ANEXO Y:** PROMEDIOS FINALES OBTENIDOS CON VALORES DE CADA PESO PARA EL PARTICIPANTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO
- ANEXO Z:** ANÁLISIS DINÁMICO ESTADÍSTICAS DE PASOS PIE PLANO

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo generar un protocolo de valoración biomecánica para la evaluación de aptitud de trabajadores expuestos a manipulación de cargas. Se desarrolló con la metodología de la revisión bibliográfica de los tipos de pies más comunes que son un pie plano, pie normal y pie cavo para verificar el balance del cuerpo en cada pie, con valores referenciales para el manejo de cargas y posturas ejecutadas mediante la validación de los criterios técnicos, el cual nos da una tolerancia en el desbalance del peso corporal de  $\pm 6\%$ , además se identificó el factor de extensión de la cadera, misma que oscila alrededor de una amplitud máxima de 60 grados considerado dentro de los límites normales permisibles para que el ejercicio de levantamiento sea adecuado, mediante la validación de los criterios técnicos de las pruebas funcionales musculares de Daniels, seguidamente se realizó pruebas de funcionalidad mediante la aplicación del software de análisis de movimiento ISEN 3D y el software ECOFOOT+, logrando como resultado tras la evaluación con 10 ejercicios que los individuos realizaron para la ejecución del levantamiento de cargas y su manipulación con pesos desde los 0 Kg hasta los 25kg para conocer los ángulos de inclinación que no se debe exceder los valores de amplitud de movimiento recomendados tales como inclinación de pelvis de  $20^{\circ}$ - $65^{\circ}$ , flexión-extensión de pelvis con valor permisible para desarrollar el movimiento de transporte de carga de  $80^{\circ}$ , flexión-extensión de cadera de hasta  $160^{\circ}$ , flexión-extensión de pelvis a espalda de hasta  $35^{\circ}$ ; concluyendo que el principal movimiento ejecutado es la flexión-extensión de pelvis a espalda con un rango de flexión de  $80^{\circ}$  y una extensión de  $0^{\circ}$ - $30^{\circ}$ , por tanto se recomienda tener en consideración las patologías de la huella plantar de un individuo al momento de levantar un peso.

**Palabras claves:** <VALORACIÓN BIOMECÁNICA> <PRUEBAS FUNCIONALES MUSCULARES> <MANIPULACIÓN DE CARGAS> <POSTURAS> <ERGONOMÍA>.

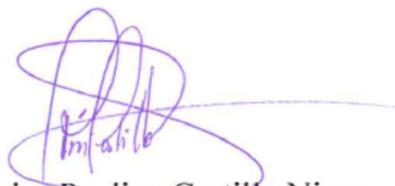
0963-DBRA-UPT-2023



## SUMMARY

The objective of this degree study was to elaborate a biomechanical assessment protocol for the evaluation of the aptitude of workers who were exposed to the handling of loads. It was developed through a literature review of the most common types of feet, which are: a flat foot, normal foot and pes cavus to verify the body balance in each foot, with referential values for the handling of loads and postures performed through the validation of the technical criteria, which gave a tolerance in the body weight imbalance of  $\pm 6\%$ , furthermore the hip extension factor was determined, which oscillates around a maximum amplitude of 60 degrees considered within the normal permissible limits for the lifting exercise to be adequate, through the validation of the technical criteria of the functional muscle tests of Daniels. Afterwards, functionality tests were tested through the application of the ISEN 3D movement analysis software and the ECOFOOT+ software, obtaining as a result after the evaluation with 10 exercises that the individuals performed for the lifting of loads and their manipulation, with weights from 0 Kg to 25kg in order to know the inclination angles, which should not exceed the recommended range of motion values such as pelvis inclination of  $20^{\circ}$ - $65^{\circ}$ , pelvis flexion-extension with an allowed value to develop the load carrying movement of  $80^{\circ}$ , hip flexion-extension of up to  $160^{\circ}$ , pelvis flexion-extension to back of up to  $35^{\circ}$ . Concluding that the main movement implemented is pelvis-to-back flexion-extension with a flexion range of  $80^{\circ}$  and extension of  $0^{\circ}$ - $30^{\circ}$ . Therefore, it is recommended to consider the pathologies of an individual's plantar footprint when lifting a weight.

**Keywords:** <BIOMECHANICAL ASSESSMENT> <MUSCULAR FUNCTIONAL TESTS>  
<LOAD MANIPULATION> <POSTURES> <ERGONOMICS>



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.  
C.I. 060311780-5

## INTRODUCCIÓN

La manipulación manual de cargas (levantamientos, empujes, arrastres, transportes) se asocia con lesiones musculoesqueléticas que afectan principalmente a la espalda, siendo este tipo de lesiones las de mayor frecuencia entre las dolencias musculoesqueléticas. (SABINA et al., 2012, p. 8.) Los Trastornos Musculo Esqueléticos (TME) de Origen laboral son, según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, alteraciones que sufren estructuras corporales debidas a la carga física como los músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas o agravadas, esencialmente, por el trabajo y los efectos del entorno en el que este se desarrolla. Los TME afectan principalmente a la espalda (especialmente en la zona lumbar) y al cuello, aunque también pueden afectar a los hombros, a las extremidades superiores y a las extremidades inferiores. (SABINA et al., 2012, p. 16). Se conoce que el 30 % de enfermedades musculoesqueléticas son debidos a la actividad profesional, siendo la prevención un factor importante, y pueden desarrollarse debido a la exposición duradera y prolongada de los trabajadores a los diferentes tipos de riesgos perjudiciales en el lugar de trabajo. (Bravo, Freire, 2020, p. 2)

La manipulación manual de cargas ocasiona frecuentes accidentes de origen profesional, las más habituales son: heridas, fracturas y sobre todo lesiones musculoesqueléticas que pueden producir en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda, en personal en la zona dorsolumbar, los mismos que producen un alto ausentismo y elevadas pérdidas económicas producto de la manipulación manual de cargas. (Morales y Steve, 2017, p. 23)

Debido a las condiciones del tipo de patología de huella plantar de posturas forzadas a través de la aplicación de un software para un estudio biomecánico de un análisis ergonómico se ha buscado las posturas adecuadas a las cuales se deberá trabajar para la manipulación y transporte de cargas, basándonos en las características necesarias para un modelo en realidad virtual para fines de monitoreo y análisis del movimiento humano enfocado al análisis ergonómico, específicamente en las lesiones musculo esqueléticas que se relacionan con la manipulación y transporte de cargas. Para lo cual utilizamos una herramienta desarrollada para rehabilitación, exploración neurológica y biomecánica general llamada ISEN 3D Motion Analyser, está preparado para mostrar una gran cantidad de datos para cada protocolo de análisis. Su módulo Cinemático computa instantáneamente esta información y la muestra en diferentes formatos a través de gráficos de tiempo, tablero numérico e informe. Pasar de la recopilación de datos al procesamiento de datos es un proceso simple ISEN 3D, con sus protocolos de análisis listos para una correcta interpretación ya sean de la marcha, de cuerpo completo, análisis cervical o análisis dorsal, los cuales puedan verse afectados debido al transporte y manipulación de cargas.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

La parte fundamental de una empresa es sin ninguna duda el trabajador u operario, es por ello que ciertas industrias gestionan la salud y la seguridad en el trabajo como parte de su estrategia principal para proteger a sus colaboradores donde el talento humano es reconocido como uno de sus elementos más importantes, por lo cual la tecnología a medida de su avance o desarrollo debe ser aprovechada para dar la razón y beneficiar al talento humano como una de las partes más trascendentales de una industria con dispositivos o estudios que permitan prevenir o evitar cualquier tipo de accidente laboral, es así que existe la Organización Internacional del Trabajo (OIT) el cual es un organismo de las Naciones Unidas (ONU), que se ocupa de asuntos de trabajo y relaciones laborales, promoviendo medios de trabajos seguros y saludables disminuyendo accidentes laborales, apoyando el cumplimiento de las leyes y mejorando el rendimiento en general. (Parra Calva y Villacís Mantilla, 2015, p. 2)

Por lo tanto, una de las actividades más frecuentes que realizan los operarios en la industria, ya sea de manufactura, logística de distribución o de servicios, se basa en la manipulación manual de cargas lo cual conlleva a realizar diferentes movimientos tales como: levantamiento, traslado, empujar y jalar, al momento de manipular productos, piezas, insumos o personas. Dichas acciones necesitan de un esfuerzo necesario para la realización de estas tareas es por ello por lo que la función principal de “la Ergonomía es la adaptación de las máquinas y puestos de trabajo al hombre para conseguir el mayor confort y eficacia en el trabajo” (PUELLO MERCADO y AMARIS MEDINA, 2017, p. 16)

Así mismo se debe tomar en cuenta que el desarrollo de estas actividades en muchos casos necesita de sobreesfuerzos que son la consecuencia de una exigencia fisiológica excesiva en el desarrollo de una tarea. Este sobreesfuerzo supera a la fuerza considerada como tolerable y esto ocasionara que la persona se exponga a un riesgo en el cual se pueda ocasionar un trastorno músculo esqueléticos que pueden ser de tipo acumulativo, como resultante de una exposición repetida a sobreesfuerzo más o menos pesadas durante un período de tiempo. (Hidalgo, 2013, p. 10)

La VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (INSHT) muestra que 74.2% de los trabajadores sienten alguna molestia músculo - esquelética atribuida a posturas y esfuerzos derivados del trabajo, siendo más frecuentes las de la zona baja de la espalda es decir la zona

lumbar, nuca-cuello y la zona alta de la espalda con 40,1%, 27%, y 26.6%, de personas afectadas respectivamente. En Chile, la Encuesta Nacional de Salud de 2003 demostró que 41% de la población mayor de 17 años reportó síntomas de trastornos musculoesqueléticos de origen no traumático. En Venezuela de acuerdo con la estadística del Instituto de Salud y Seguridad Laboral de los Trabajadores (INPSASEL) para el año 2006, las lesiones músculo - esqueléticas representaron el 76.5% de las patologías ocupacionales. (Morales y Steve, 2017, p. 30)

Esta problemática también está presente en muchos países de la Unión Europea. En Reino Unido, un informe realizado en 1991 pone de manifiesto que la causa del 34% de accidentes causantes de lesiones fue la manipulación manual de cargas. De estos accidentes, el 45% se localizó en la espalda, en concreto, las estadísticas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de 1996 recogen un 22,2% de accidentes de trabajo con baja causados por sobreesfuerzos, muchos de ellos debidos probablemente a la manipulación manual de cargas. En cuanto a la naturaleza de la lesión, el 8,9% de los accidentes se debió a lumbalgias, y el 0,1% a hernias discales. (Cárdenas y Rocío, 2018, p. 12)

Por lo cual este proyecto está enfocado en la prevención de accidentes y enfermedades profesionales provocadas en el levantamiento y transporte de cargas en procesos operacionales buscando posturas que se consideran normales, sin riesgo de lesiones musculoesqueléticas, fundamentando esto con la implementación de un protocolo de análisis biomecánico. En base a esta problemática originada el grupo de Investigación AUTOPRO de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH se encuentra realizando trabajos de vinculación mediante análisis biomecánicos orientando su ayuda hacia los sectores vulnerables de la sociedad y de ahí que nace la idea de este proyecto aplicado a puestos de trabajo en la industrial para lograr la disminución de reportes de enfermedades derivadas de afecciones músculo-esqueléticas y un posible incremento en la productividad del personal que se asemejen al movimiento natural del ser humano en tal virtud el trabajo a efectuarse será ejecutado en conjunto con docentes miembros del grupo de investigación.

## **1.2. Formulación del problema**

Por consiguiente, la pregunta del problema a resolver es: ¿Se puede determinar la aptitud de un trabajador para laborar manipulando cargas mediante un protocolo de análisis biomecánico?

### **1.3. Hipótesis**

Se puede establecer la aptitud de una persona para un puesto de trabajo con un protocolo basado en un análisis biomecánico para la aplicación y determinación de malas posturas debido a una mala manipulación de cargas ya sean excesivas, medianas y livianas mediante la identificación de la huella plantar con el software Ecofoot+ y un análisis biomecánico con el software ISEN 2019.

### **1.4. Justificación**

La realización de análisis u observación ergonómica de los puestos de trabajo en relación con los riesgos ergonómicos por manipulación manual de cargas y carga postural, no se realizan frecuentemente en las industrias, de ahí la importancia de realizar este proyecto para valorar las medidas ergonómicas que deben adoptarse en estos puestos de trabajo y de ese modo conseguir una mejor adaptación del trabajo al operario para prevenir los riesgos laborales.

Como es de conocimiento en el ámbito laboral, los riesgos ergonómicos y las medidas preventivas son aún una materia poco tratada en varias industrias al no darle la importancia y relevancia que verdaderamente tiene a estos riesgos que pueden llegar a producir lesiones, en ocasiones debido a una deficiente o inadecuada información y formación de los trabajadores, en otras ocasiones debido al tiempo reducido que tenemos para llevar a cabo cada una de las tareas (por falta de personal y/o elevada carga de trabajo) o simplemente por carecer de las condiciones ergonómicas necesarias en los puestos de trabajo.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) afirma que la manipulación manual de cargas es una de las causas más frecuentes de accidentes laborales con un 20% – 25% del total de los producidos y aunque no se traten de lesiones mortales pueden tener larga y difícil curación, y en muchos casos requieren un largo período de rehabilitación, incapacitando al trabajador para su vida laboral. (Morales y Steve, 2017, p. 2)

Es por ello por lo que la siguiente investigación se desarrollará en un entorno laboral que involucra la manipulación de cargas enfocados en el análisis de posturas que involucran riesgos ergonómicos en el puesto de trabajo tales como lesiones músculo esqueléticas ocurridas ya sea por cargas excesivas, posturas forzadas, movimientos repetitivos, vibraciones, entre otros, han motivado el desarrollo de la presente investigación. De acuerdo con un artículo revelado por la Organización Internacional del trabajo (OIT), “Según las estimaciones, cada año en el lugar de trabajo se producen más de 2,3 millones de muertes y 300 millones de accidentes con lesiones.

Sin embargo, estas estimaciones no reflejan del todo la magnitud del problema ni el impacto real que tienen los accidentes del trabajo y las enfermedades profesionales en los trabajadores, en sus familias y en la economía”. Esta publicación también hace referencia a que, para poder entender las consecuencias y la magnitud de las enfermedades y los accidentes de trabajo, se necesitan datos nacionales más precisos que sirvan para sustentar estrategias y políticas encaminadas a mejorar la salud y la seguridad en el lugar de trabajo. (Rodríguez y Carolina, 2017, p. 15)

Conforme a la política del Plan Nacional de Desarrollo Toda una vida 2017-2021 la cual busca mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, orientada hacia un nuevo régimen de desarrollo que sea inclusivo, equitativo y solidario y poder contribuir en el forjamiento de una economía social y solidaria, ecologista, basada en el conocimiento y el talento humano, para salir del extractivismo, lograr pleno empleo, alcanzar mayor productividad, y democratizar los medios de producción y la riqueza. (Plan Nacional para el Buen Vivir, p. 5)

La ejecución de este proyecto se sustenta en presentar una solución a un problema que deriva en un elevado costo social y económico en términos de incapacidades, pérdidas de jornada de trabajo y gasto resultante de prestaciones asistenciales, pruebas complementarias y tratamientos. En conjunto con el grupo de investigación de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, “AUTOPRO”, se busca aportar a la industria y a la sociedad en especial a grupos vulnerables en este caso trabajadores, implementando un protocolo de análisis biomecánico para la identificación oportuna de los riesgos ergonómicos asociados a la manipulación de cargas, siendo ésta una de las actividades donde se pueda generar lesiones musculoesqueléticas o dorso-lumbares; se busca generar ambientes ideales de trabajo para mantener la integridad del operario y así evitar lesiones o enfermedades laborales por las malas prácticas de manipulación y transporte de cargas, que a futuro representan indemnización por parte de las empresas a los operarios o evitar que los mismos en la necesidad de trabajar se expongan en puestos en los que no son aptos.

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo general***

Generación de un protocolo de valoración biomecánica para la evaluación de aptitud de trabajadores expuestos a manipulación de cargas.

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- Realizar un estudio bibliográfico para la determinación de valores referenciales en manejo manual de cargas y posturas.
- Determinar el hardware y software necesarios para la implementación del protocolo de evaluación.
- Establecer los parámetros de valoración dentro del protocolo de análisis biomecánico.
- Aplicar el protocolo en una muestra establecida y determinar las desviaciones del patrón de normalidad y aportar con criterios de apoyo en el proceso de toma de decisiones.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Ergonomía

Es La Asociación Internacional de Ergonomía (International Ergonomics Association-IEA) ha definido a la ergonomía de la siguiente manera:

Ergonomía es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema. y la profesión que aplica teoría, principios datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema. (Muñoz, 2016, p. 19)

##### 2.1.1. *Objetivos de la Ergonomía*

Son varios los objetivos de la ergonomía y se han agrupado en los siguientes aspectos:

- Diseño de puestos de trabajo. Con ello se consigue:
  - Control de los factores de riesgo.
  - Disminución de los esfuerzos.
  - Mejoramiento de condiciones de trabajo.
  - Adaptación del trabajo a las características anatómicas, psicológicas y fisiológicas de cada trabajador.
  - Programación del trabajo según las capacidades individuales de quienes ejecutan el trabajo.
  - Rediseño de los puestos de trabajo para personas con limitaciones funcionales.
- Diseñar un producto. para asegurar su usabilidad. Con ello se consigue:
  - Facilidad de mantenimiento (limpieza, evita la acumulación de suciedad, reducción de partes con fricción y facilidad para la lubricación).
  - Facilidad de asimilación (se puede trabajar mediante la curva de aprendizaje, con menor demanda de las habilidades previas del usuario; menor esfuerzo, un menor número de movimientos y reducción de los alcances.
  - Habitabilidad (se establecen condiciones de confort. se eliminan los daños directos inmediatos que pueda sufrir el usuario y se eliminan o reducen los factores de riesgo). (Muñoz, 2016, pp. 20-21)

## **2.2. Riesgo Laboral**

Son probabilidades de que la exposición a un factor ambiental peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión. Los riesgos de trabajo son las eventualidades dañosas que están sujetos al trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad. Para efectos de la responsabilidad del empleador se considera riesgo del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes. “Código del Trabajo Art. 347”

Accidente de trabajo. - es todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona al trabajador una lesión corporal o perturbación funcional, con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena. “Código del Trabajo Art. 348”.

Riesgos provenientes del trabajo. - Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. “Código del Trabajo Art. 38”.

Enfermedades profesionales. - son las afecciones agudas o crónicas causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión o labor que realiza el trabajador y que producen incapacidad. “Código del Trabajo Art. 349”. (Flores y Cristina, 2011, pp. 65-66)

## **2.3. Manipulación De Cargas**

Según el Real Decreto 487/1997 se entenderá por manipulación manual de cargas (artículo 2): “cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores”.

Las lesiones que tratan de prevenirse, explicitadas en el Real Decreto, se refieren en especial a las producidas en la zona dorsolumbar de la espalda.

Se considera que toda carga (Guía Técnica del INSHT) que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial riesgo dorsolumbar, ya que, a pesar de ser una carga bastante ligera, si se manipula en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con suelos inestables, etc.) podría generar un riesgo. De la misma manera, las cargas que pesen más de 25 kg muy

probablemente constituyan un riesgo en sí mismas, aunque no existan otras condiciones ergonómicas desfavorables. (RUIZ et al., p. 3)

## 2.4. Factores de Riesgo

Los factores de riesgo son aquellas condiciones de trabajo o exigencias durante la realización de un proceso repetitivo que incrementan la probabilidad de desarrollar una patología y, por lo tanto, incrementan el nivel de riesgo. En las últimas dos décadas, se han publicado do numerosos artículos de investigación en los cuales se estudian los factores de riesgo que inciden en el dolor de la parte baja de la espalda (factores físicos, psicosociales y personales). Estos factores pueden interactuar en diferentes formas y causar baja por trastornos musculo esqueléticos de espalda. En algunas situaciones, el factor de riesgo psicosociales puede ser el principal contribuyente, mientras que, en otros casos, los principales causantes son los factores de riesgo físico- mecánicos.

Se sabe que la combinación de factores de riesgo puede aumentar el desarrollo o la ocurrencia de TME en la espalda. Una combinación de factores físicos y psicosociales aumenta la probabilidad de sufrir algún episodio de dolor de espalda tanto en hombres como en mujeres. A continuación, la tabla resume la relación entre los TME en espalda y los factores de riesgo con base en la evidencia epidemiológica. Además de los factores de riesgos físicos, se incluyen los factores de riesgo relacionados con el ambiente de trabajo y los factores de riesgo personales. (Cadena y Lucía, 2015, pp. 15-17)

**Tabla 1-2:** Factores de riesgo biomecánico que intervienen en la aparición de TME en la parte baja de la espalda

Categoría del factor de riesgo/factor de riesgo	Fuerte evidencia	Evidencia	Evidencia Suficiente
<b>Factores físicos</b>			
Trabajo manual pesado		x	
manipulación manual de cargas	x		
Posturas forzadas		x	
Trabajo estático			x
Vibración cuerpo entero		x	
<b>Factores organizacionales</b>			
Contenido del trabajo			x
Presión de tiempo			x
Control sobre el trabajo			x
Apoyo social	x		
Insatisfacción en el trabajo	x		
<b>Factores individuales</b>			
Edad			x
Estatus socioeconómico	x		
Fumador		x	

Historia médica	x		
Género			x
Antropometría			x
Actividad física			x

Fuente: Manual de evaluación de riesgos para la prevención de trastornos músculo esqueléticos

#### 2.4.1. Posturas Forzadas

Son consideradas aquellas posiciones que suponen que una o varias regiones anatómicas dejan de estar en una posición natural de confort para pasar a una posición forzada que genera hiperextensiones, hiperflexiones y/o hiperrotaciones osteo articulares con la consecuente producción de lesiones por sobrecarga. (Hidalgo, 2013, p. 17)

Las posturas forzadas comprenden además las posiciones del cuerpo fijas o restringidas, las posturas que sobrecargan los músculos y los tendones, las posturas que cargan las articulaciones de una manera asimétrica, y las posturas que producen carga estática en la musculatura.

Las posturas de trabajo inadecuadas son consideradas como uno de los factores de riesgo más importantes en los trastornos músculo esquelético y sus efectos van desde molestias ligeras hasta la existencia incluso de una incapacidad. Es de importancia recalcar que existen trabajos donde el obrero debe asumir posturas que no son adecuadas desde el punto de vista biomecánico y que va a afectar tanto a articulaciones como a partes blandas del organismo.

Es por esto que existen tres etapas fundamentales en la aparición de trastornos originados por posturas forzadas entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- **Etapa I:** Aparece dolor y cansancio durante las horas de trabajo y desaparecen cuando termina la jornada. Esta etapa puede durar meses e incluso años. Generalmente se puede eliminar la causa mediante adecuadas medidas ergonómicas.
- **Etapa II:** Aparecen síntomas al empezar la jornada de trabajo y no desaparece luego de ésta, permanece durante la noche, alterando de esta manera el sueño y por consiguiente disminuye la capacidad de trabajo. Puede persistir durante meses.
- **Etapa III:** Los síntomas persisten durante los momentos de descanso; se complica realizar tareas inclusive las más fáciles. Cabe mencionar que las posturas forzadas en muchas ocasiones pueden originar trastornos músculo esqueléticos que son de aparición lenta y de carácter inofensivo en apariencia, por lo que de esta manera se puede ignorar el síntoma hasta que se llega a hacer crónico y así aparece el daño permanente. Una postura forzada es capaz de alterar el funcionamiento normal de tendones, así como irritar nervios, impedir el flujo sanguíneo normal. la gravedad. (Hidalgo, 2013, p. 18)

#### **2.4.2. *Movimientos Repetitivos***

Se los considera como aquellos movimientos continuos, mantenidos durante un trabajo y que implica al mismo conjunto osteo muscular que va a provocar en el mismo una fatiga muscular, sobrecarga, dolor y en última instancia lesión. Investigadores han dado diversas definiciones sobre el concepto de repetitividad, siendo la más aceptada la de Silverstein (1986) donde indica que el trabajo se lo considera repetido cuando la duración del ciclo o momento de trabajo es menor de 30 segundos. Los movimientos repetitivos, con o sin acarreo de objetos, durante largos períodos pueden provocar lesiones a nivel del aparato locomotor y se habla de un trabajo repetitivo cuando se mueven una y otra vez las mismas partes del cuerpo, sin la posibilidad de descansar al menos durante un momento o de variar los movimientos. Es habitual que la mayoría de las personas ignoren la relación existente entre las molestias que sufren y los movimientos repetitivos que realizan reiteradamente durante su jornada de trabajo. (Hidalgo, 2013, p. 19)

#### **2.4.3. *Carga***

Según (Real Decreto 487/1997, 2003) se entenderá como carga cualquier objeto susceptible de ser movido. Incluye por ejemplo la manipulación de personas (como los pacientes en un hospital) y la manipulación de animales en una granja o en una clínica veterinaria. Se considerarán también cargas los materiales que se manipulen, por ejemplo, por medio de una grúa u otro medio mecánico, pero que requieran aún del esfuerzo humano para moverlos o colocarlos en su posición definitiva. (Área de prevención de la Sección de y Salud y Relaciones Laborales, 2008, p. 3)

El peso máximo que se recomienda no sobrepasar en condiciones ideales de manipulación es de 25 kg, protegiendo así al 85% de la población trabajadora sana. Si la población expuesta está formada por mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, o si se quiere proteger a la mayoría de la población, no se deberían manejar cargas superiores a 15 kg. Con ello se protegería al 95,6 de la población trabajadora sana y a un 90% de mujeres, trabajadores jóvenes y mayores.

#### **2.4.4. *Biomecánica***

La biomecánica es una disciplina que se encarga del estudio del cuerpo, como si éste se tratara simplemente de un sistema mecánico: todas las partes del cuerpo se comparan con estructuras mecánicas y se estudian como tales.

El objetivo principal de la biomecánica es estudiar la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento. Esta disciplina se basa principalmente en la anatomía, las matemáticas y la

física; las disciplinas afines son la antropometría (estudio de las medidas del cuerpo humano), la fisiología del trabajo y la cinemática (el estudio de los principios de la mecánica y la anatomía en relación con el movimiento humano). (Morales y Steve, 2017, p. 9)

#### **2.4.5. *Biomecánica del pie y la huella plantar.***

El pie y el tobillo son las estructuras anatómicas que soportan y transmiten las fuerzas de reacción del suelo al resto del cuerpo, suponiendo el ejercicio físico un estrés mecánico sobre el que responderá adaptativamente, atendiendo a los parámetros intrínsecos de su contexto (modalidad deportiva, simetría del gesto técnico, composición corporal del sujeto, etc).

Los métodos cuantitativos de evaluación de la biomecánica del pie y de la huella plantar suponen una importante ayuda en la identificación de las características morfológicas del pie, aportando información notable sobre posibles riesgos lesionales. Por ello, se abordarán los aspectos anatómicos más relevantes de dicha estructura junto con una revisión sistemática a la metodología actual, seleccionando aquellos con mayor consenso y reproducibilidad. (Aguilera, et al., 2015)

#### **2.4.6. *La huella plantar.***

Proporciona una forma válida de analizar la estructura del pie (Lee y Shui, 1998), siendo el fiel reflejo del estado de las estructuras anatómicas.

Según la modalidad deportiva y la asimetría del gesto técnico, la huella plantar puede variar tanto en su longitud como en su ensanchamiento tras la finalización el ejercicio (Sirgo y Aguado, 1991), teniendo en cuenta lo siguiente:

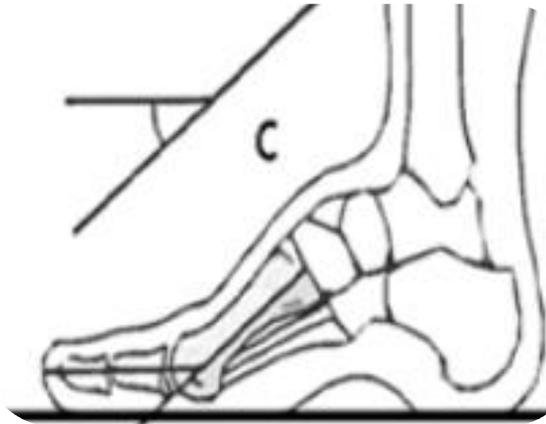
- El incremento en la longitud de la huella plantar puede entenderse como el hundimiento del arco plantar.
- Estará influido por la composición corporal del sujeto (Moen, 2012).
- Las personas entrenadas mantienen un arco plantar más elevado frente a las personas sedentarias (Sirgo, 1992), siendo el análisis de la huella plantar un método indirecto válido para medir la altura del arco (McCroly y Cavanagh, 1997; Lee y Chui, 1998; Kanatly, Yetkin y Cila, 2001).

Se identificaron tres tipos de pie los cuales son Pie Cavo, Pie Normal y Pie Plano

#### **2.4.7. *Pies cavos***

Pie cavo es decir la bóveda se encuentra ahondada, por la contractura que se encuentra en su concavidad: tibial posterior, peroneos lateral largo y corto, músculos plantares, flexores de los dedos.

La insuficiencia o la contractura de uno solo de los músculos destruyen todo el equilibrio y conlleva a una deformación.



**Ilustración 1-2:** Pie cavo

Fuente: Prevalencia de pie

Se distinguen 3 tipos de pies cavos:

Pie cavo posterior: Insuficiencia de tríceps sural, puede inclinarse lateralmente en valgo debido a una contractura de extensor común, peroneos laterales y anterior.

Pie cavo medio: Poco frecuente, es debido a una contractura de los músculos plantares, que puede ser por plantillas demasiadas rígidas o por retracción de la aponeurosis plantar.

Pie cavo anterior: Según el mecanismo, se define la variedad de pie cavo anterior.

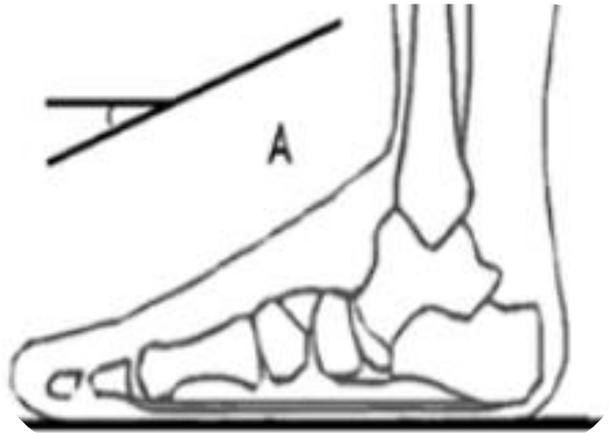
La contractura del tibial posterior y de los peroneos laterales origina un descenso del antepié.

Un desequilibrio de las MTFs, insuficiencia de los interóseos hace que los extensores de los dedos hiperextiendan la primera falange, provocando un descenso de la cabeza de los metatarsianos que desciende a su vez el antepié y de ahí el pie cavo.

Una causa frecuente del pie cavo es el uso de calzado siendo este demasiado pequeño o de tacón alto, lo que sucede es que los dedos se hiperextienden entonces las cabezas de los metatarsianos descienden por el peso del cuerpo, el talón se aproxima a los dedos acentuando la curva de la bóveda. (SIMBA.S & TIPÁN.A, 2018, pp. 10-13)

#### **2.4.8. Pies planos**

Se define como el hundimiento de la bóveda plantar el cual se debe al debilitamiento de los medios naturales de sostén, sobre todo a una insuficiencia muscular del tibial posterior y peroneo lateral largo.



**Ilustración 2-2:** Pie plano

**Fuente:** Prevalencia de pie

Sin apoyo el pie posee una actitud en varo ya que el peroneo lateral largo es abductor, por otro lado, cuando existe carga de peso sobre la bóveda plantar, el arco interno se hunde y el pie gira en valgo esto es debido a dos factores: la curva transversal de la bóveda se aplanar y porque el calcáneo gira en pronación sobre su eje longitudinal y tiende a inclinarse sobre su cara interna.

El pie plano se caracteriza por tres prominencias anormales: maléolo interno, parte interna de la cabeza del astrágalo y el tubérculo del escafoides. La prominencia del tubérculo del escafoides representa el vértice del ángulo abierto hacia afuera que forman el eje del retropié y del antepié, es decir la aducción-pronación del retropié está compensada por una abducción-supinación del antepié. (SIMBA.S & TIPÁN.A, 2018, pp. 10-13)

#### **2.4.9. Antropometría del pie**

La antropometría no es más que obtener datos (medidas) que en este caso se trata de los pies, y que por naturaleza tienen características diferentes en cuanto a medidas se refiere el un pie del Otro: (Carreño y Cabrera, 2014, p. 10-17)

- **Perfil antropométrico ecuatoriano**

En nuestro país. se ha realizado estudios sobre el levantamiento del perfil antropométrico del pie cuyos resultados sin duda alguna alertan a la población, el presente estudio se lo efectuó en diez ciudades, fue realizado de forma conjunta entre el ministerio Coordinado de la Producción y la CALTU (cámara de calzado de Tungurahua) en cooperación con expertos Brasileños y el Instituto Valenciano del Calzado de España y la empresa privada PLASTICAUCHO, quienes levantaron información para establecer el perfil antropométrico del pie ecuatoriano, que se efectúa desde el 2011 hasta Junio del 2013, cuyo desarrollo implica el análisis de los aspectos biomecánicos del pie. El estudio tuvo la finalidad de recopilar datos (antropométricos) básicos del pie que consiste

en suplir la falta de información en cuanto al largo, hormas y profundidad del pie. El análisis se lo realizo a una población de 741 personas entre hombres y mujeres de 10 ciudades entre los 18 y 59 años. Con una inversión de 350 mil dólares. (Carreño y Cabrera, 2014, p. 10-17)

Se obtuvieron varios resultados importantes, empezando con el muestreo de la población 287 hombres y 484 mujeres en donde la media de edad es 29 para los hombres y 27 para las mujeres. Un tema importante es el peso ya que la superficie plantar y el estudio del arco depende de cuánto peso soportan nuestros pies y se determinó que el 13% tienen sobrepeso y el 40% están en rangos normales. La medida longitudinal del pie en las mujeres se presenta con una media de 36 y en los hombres es de 40. (Carreño y Cabrera, 2014, p. 10-17)

Dando como resultado el pie normal, esta patología se presenta en una proporción del 61 % en el grupo masculino de la Costa y el 43,7% en el de la Sierra, un 51% para las mujeres de la costa frente a un 42% de mujeres en la Sierra. La segunda patología es la del pie cavo presentándose en la costa un promedio de 1.5% para mujeres y 0.5% para varones, esto en la costa y en la sierra un porcentaje del 1.4% para las mujeres y un 0.3% para los varones. Finalmente se presentó el pie plano dando el porcentaje del 16% para hombres y mujeres en la costa, frente a un 56% para las mujeres y 55% para los hombres. (Carreño y Cabrera, 2014, p. 10-17)

#### ***2.4.10. Patologías del pie***

Al hablar de patologías, simplemente es el estudiar los trastornos fisiológicos y anatómicos de órganos, tejidos, o cualquier sistema de nuestro cuerpo. En el presente capítulo desarrollaremos el análisis de las diferentes patologías que se puede presentar en el pie, así como los síntomas, las diferentes formas de presentarse y por ultimo las causas que las origina, al tratarse de un órgano sumamente importante en el desarrollo del ser humano. La acción de los pies en conjunto permite adaptarse a las irregularidades del terreno, gracias a la acción de la bóveda plantar, y es por ello que el pie está sometido a cambios constantes todo el tiempo, dando como resultado la afección de este elemento y a su vez la estática corporal, viéndose seriamente afectado la dinámica del paciente. (Carreño y Cabrera, 2014, p. 10-17)

Según el anuario de estadísticas vitales del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el año 2011 hubo 304 egresos hospitalarios por el diagnóstico, deformidades congénitas de los pies. por grupos de edad se trataron a 108 niños menores de un año; desde un año hasta los 15 años, atendieron a 147 niños; y, desde los 15 hasta adulto mayor, 49. De ellos, 173 pacientes fueron hombres y 131 mujeres. La asociación española de Medicina y cirugía del pie y tobillo afirman que el 40% de la población sufre algún tipo de patología. (Carreño y Cabrera, 2014, p. 10-17)

#### ***2.4.11. Biomecánica Ocupacional***

La Biomecánica Ocupacional se ocupa básicamente del estudio del cuerpo humano en el trabajo, y ha llegado en ocasiones a representar en exclusividad a la Ergonomía dentro de la prevención de riesgos laborales y de la mejora de las condiciones de trabajo en general.

Esta dimensión ergonómica de la Biomecánica hace que su campo sea amplio y diverso, sin embargo, el principal objetivo de la Biomecánica Ocupacional está orientado a reducir y paliar en lo posible la ingente cantidad de dolencias y lesiones derivadas de las malas posturas de trabajo, los sobreesfuerzos y los microtraumatismos repetitivos. (Morales y Steve, 2017, p. 9).

#### ***2.4.12. Modelo Biomecánico***

Las máquinas, consideradas tradicionalmente artificios destinados a aprovechar o dirigir la acción de una fuerza; están constituidas por unos elementos fundamentales que las definen y que las diferencia, así pues, los eslabones dentro de la cadena cinemática, las articulaciones o puntos de giro, las bancadas, etc., con elementos característicos de cada tipo de máquina.

En el cuerpo humano existen estructuras que presentan similitud con las de las máquinas y en parte desempeñan funciones parecidas. El estudio de alguna de ellas tiene puntos en común con el de los elementos de las máquinas. (Morales y Steve, 2017, p. 9)

En primer lugar, debe adoptarse un modelo humano en el que se determine el número de segmentos que lo componen, la localización del centro de gravedad y el peso de cada segmento. A este conjunto de datos se le denomina parámetros inerciales del modelo humano. La segmentación del cuerpo puede realizarse de múltiples formas dependiendo de cuál sea el objeto de estudio, aunque habitualmente se utilizan 14 segmentos que se presuponen no deformables (Cabeza + cuello, tronco, muslos, piernas, pies, brazos, antebrazos y manos). Para la determinación de un segmento corporal son imprescindibles dos puntos que definan su eje longitudinal, que habitualmente se corresponden con los extremos de dicho eje: el punto proximal (inicio del segmento) y punto distal (final del segmento). Existen modificaciones o adaptaciones sobre este modelo básico. Los más comunes son: dividir el tronco en dos, tres o más segmentos (tórax, abdomen y pelvis), siendo éste el modelo desarrollado inicialmente por Dempster (1955) y Plagenhoef (1962, 1971), o simplificar el modelo reduciendo el número de segmentos, lo que implica asumir que determinadas articulaciones se comportan de forma rígida, perdiéndose la movilidad entre ellas. (Morales y Steve, 2017, p. 9)

#### **2.4.13. Sensores Inerciales**

Los sensores Inerciales IMU (Inertial Measuring Unit) son utilizados para el estudio y análisis del movimiento, en base a las variables de aceleración y velocidad angular que son obtenidas mediante acelerómetros y giroscopios. El uso de sensores inerciales IMU es ampliamente utilizado en sistemas de navegación inercial y guiado. La navegación inercial hace uso del acelerómetro y el giroscopio que son los dispositivos que entregan la información necesaria para el cálculo de la posición, velocidad y actitud 0 AHRS. (Espín y Fernando, 2010, p. 5)

Aceleración, vibración, golpe (choque, shock), inclinación (tilt) y rotación (pan) son los cinco movimientos fundamentales que un sistema inteligente debe detectar a todo momento para tener un control pleno sobre el objeto que desea gobernar o interpretar. Todas son, en realidad, manifestaciones diferentes de una aceleración durante periodos de tiempo distintos. Sin embargo, los seres humanos no relacionamos de manera intuitiva estos movimientos como variaciones en la aceleración/desaceleración de un cuerpo. En cambio, si tenemos en cuenta y analizamos cada modalidad por separado podremos comprender de manera más sencilla muchas posibilidades que un acelerómetro puede ofrecernos. La aceleración (incluyendo el movimiento de traslación) mide la variación de velocidad en una unidad de tiempo. La velocidad se expresa en metros por segundo (m/s) e incluye tanto la tasa de desplazamiento como la dirección del movimiento (vector). (Iñiguez y Diego, 2014, p. 15)

#### **2.4.14. Acelerómetros**

Los sensores utilizados para medir la aceleración se denominan acelerómetros. Como su propio nombre indica, el acelerómetro es un dispositivo que mide la aceleración que está sufriendo un cuerpo. Existen varios tipos de acelerómetros, pueden ser mecánicos, piezoeléctricos, de efecto hall o estar formados por un condensador situando una masa sísmica entre sus placas y midiendo la variación de su capacidad. Con la tecnología MEMS, el tipo de acelerómetro que se suele utilizar es el formado por partículas de silicio ancladas a un punto fijo. Estas se mueven libremente en el eje de medición. Cuando actúa una aceleración toda esa masa de partículas se desplaza respecto a su posición de origen creando un desequilibrio en la capacitancia del chip que da información acerca de la aceleración a la que está sometido. (SÁNCHEZ GARCÍA, 2015, p. 20)

#### **2.4.15. Giroscopio**

El principio de funcionamiento de los giróscopos está basado en un fenómeno físico muy antiguo, la resistencia de una rueda a modificar el plano en el que se encuentra girando. Este fenómeno técnicamente es conocido como “principio de conservación del momento angular”.

En un principio estos giróscopos muy usados en navegación eran volantes giratorios muy pesados y voluminosos. En la actualidad están formados por micro lengüetas giratorias situadas sobre un chip de silicio.

De manera muy resumida, a través de una estructura resonante (microestructura) se mide la fuerza de Coriolis que aparece cuando se gira, en forma de variaciones en la resonancia, la cual cuantificada por un condensador y procesada para generar una señal eléctrica conocida. (SÁNCHEZ GARCÍA, 2015, p. 21)

#### **2.4.16. Magnetómetro**

Se conoce como magnetómetro al dispositivo capaz de medir en dirección y/o módulo la señal magnética de una muestra. Tales como la brújula o *la balanza de Gouy*, que mide el cambio de peso aparente que se produce en un cuerpo al aplicar un campo magnético o más sofisticados como los dotados de *SQUID* (Dispositivos superconductores de interferencia cuántica). (SÁNCHEZ GARCÍA, 2015, p. 21)

#### **2.4.17. Métodos para la manipulación manual de cargas**

##### *2.4.17.1. Ecuación NIOSH*

El NIOSH, instituto perteneciente al CDC (Centers for Disease Control and Prevention), organización que a su vez forma parte del Departamento de Salud y Servicios Humanos del gobierno de EE. UU., gracias a sus investigaciones relacionadas con la Ergonomía y en concreto, con la Manipulación Manual de Cargas y las patologías lumbares asociadas y derivadas del trabajo. La ecuación de Niosh permite evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga, dando como resultado el peso máximo recomendado para evitar la aparición de lumbalgias y problemas de espalda. Además, el método proporciona una valoración de la posibilidad de aparición de dichos trastornos dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado. (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

#### *2.4.17.2. Snook y Ciriello*

El origen de este método es la investigación realizada por S.H. Snook y V.M Ciriello sobre manipulación manual de cargas, que dio lugar en 1978 a la publicación del estudio “The design of manual handling tasks”. El estudio incluía un conjunto de tablas con los pesos máximos aceptables para diferentes acciones como el levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas, diferenciados por géneros. Posteriormente, en 1991 se realizó una revisión de dichas tablas. Para la elaboración y revisión de las tablas se evaluaron las capacidades de hombres y mujeres en el ámbito industrial. Se realizaron varios experimentos utilizando una metodología psicofísica con medidas del consumo de oxígeno, ritmo cardiaco y características antropométricas. Además, se consideraron como variables independientes la frecuencia de la tarea, la distancia, la altura, la duración, el tamaño del objeto y sus agarres, los alcances horizontales y la combinación de tareas. (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de investigación

El trabajo de titulación desarrollado corresponde a un trabajo de tipo experimental, ya que toda la investigación fue basada en la forma de planificación que fue aplicada en la búsqueda de respuestas a las interrogantes planteadas, definido a través de un diseño, además en un estudio experimental perfecto la variable independiente deberá ser manejada, los sujetos determinados por al azar y todas las demás variables mantenidas constantes.

##### *3.1.1. Investigación documental:*

El trabajo desarrollado comprende la investigación documental, ya que fueron necesarios la utilización de diversos procedimientos lógicos y mentales de toda investigación; de igual manera mediante el uso del análisis, la síntesis, y la deducción, se realizaron procesos de contemplación científica, trascendiendo sobre la base de lo importante en el tema de investigación desarrollado.

##### *3.1.2. Investigación de campo:*

El tipo de investigación utilizado comprende a una investigación de campo porque a través de la observación de datos se pudo obtener resultados de la realidad para estudiarlos tal y como se presentan, sin que existiera la manipulación de las variables, la cual consistió en la realización de pruebas experimentales que permitieron entender la ocurrencia de la problemática en estudio.

#### 3.2. Enfoque de la investigación

##### *3.2.1. Cualitativo*

El enfoque cualitativo del trabajo de titulación permitió alcanzar un análisis sistemático de información, partiendo de ideas y opiniones sobre un determinado argumento, los cuales fueron interpretados de manera subjetiva lógica y fundamentada.

### **3.2.2. Cuantitativo**

En el enfoque cuantitativo aplicado en el trabajo de titulación, el análisis de la información estuvo basado en resultados obtenidos a través del análisis e interpretación de resultados realizados, sometiendo a las hipótesis del investigador a mediciones numéricas y sus resultados se analizaron de manera estadística, donde se abordó un problema concreto, delimitado y específico.

### **3.3. Fuentes de la investigación**

*Fuentes primarias:* Las fuentes primarias utilizadas en la investigación corresponden a la información que fue proporcionada en libros, revistas científicas, artículos académicos, papers, entre otros.

*Fuentes secundarias:* Las fuentes secundarias utilizadas en el desarrollo del trabajo propuesto estuvieron basadas en la información que fue extraída directamente de las pruebas realizadas en el laboratorio para la obtención del patrón de normalidad en referencia al ángulo de inclinación de la columna.

### **3.4. Técnicas de la investigación**

#### **3.4.1. Universo**

El Universo de personas en el trabajo de titulación corresponde a todos los individuos ecuatorianos, mayores de edad, que no presenten patologías previas de salud, dentro de un rango de edad comprendido entre los 20 - 30 años, considerando este rango de edad para una población altamente activa en el campo laboral.

#### **3.4.2. Muestra**

La muestra que fue seleccionada para el estudio experimental es una parte representativa de la población, basado en un muestreo aleatorio simple que es un procedimiento de muestreo probabilístico que da a cada elemento de la población una posible muestra de un tamaño determinado, la misma probabilidad de ser seleccionado, razón por la cual la unidad de muestreo considerada fueron los hombres mayores de edad con referencia en su patología de pie considerada entre pie cavo, pie normal y pie plano, con un rango de edad entre 20 y 30 años, del cantón Riobamba, considerando la madurez esquelética de una persona la misma que sucede a finales de la adolescencia o cerca de los 20 años, a partir de esa edad se conoce que, todo el cartilago en su pie ha sido remplazado por hueso, motivo por el cual, no es posible un mayor

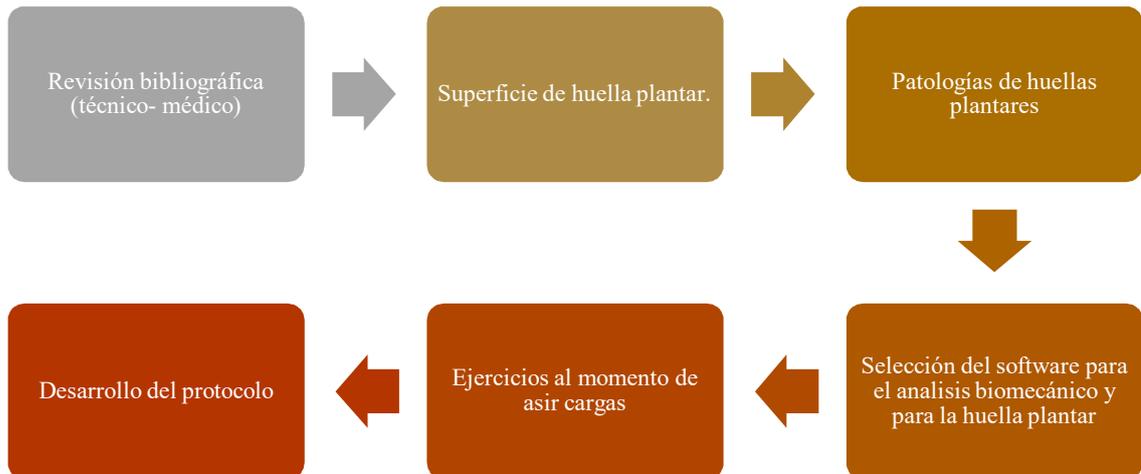
crecimiento en la longitud de los huesos, por ende la edad adulta no representa cambios óseos con respecto a las dimensiones del arco plantar para hombres, de acuerdo las medidas antropométricas presentadas para la población adulta ecuatoriana, es por ello que la muestra estuvo constituida por 3 individuos con patologías de pie previas, basadas entre las más comunes ya determinadas que son pie plano, pie normal y pie cavo.

#### **3.4.3. *Unidad de Muestreo***

Al ser un trabajo experimental que se desarrolló en un ambiente de laboratorio se optó por realizar este proyecto en una muestra de 3 individuos entre 20 – 30 considerando este rango de edad para una población altamente activa en el campo laboral. La unidad de muestreo está conformada por 3 individuos con condiciones de una patología previa de huella plantar tales como patología de pie plano, pie normal y pie cavo, siendo estos tres tipos de patologías las más comunes.

#### **3.4.4. *Método de recolección de la información***

Para comprender los aspectos referentes a la biomecánica en general la evaluación será dependiendo del tipo de patología tanto como pie plano, pie normal y pie cavo en los cuales se podrá realizar un análisis biomecánico observando el efecto que genera la manipulación de cargas en estos tipos de patología especificados, además de un análisis biomecánico en la región lumbar ya que esta región es la más propensa a sufrir distintas patologías como lumbalgias, hernias discales entre otras a consecuencia de una inadecuada postura o mala manipulación de cargas, por lo tanto queda determinado el ángulo de la curvatura de la espalda y sus consecuencias de una posición incorrecta, posteriormente se desarrolló un estudio de control – motor de la posición erguida para conocer los valores referenciales sobre una postura adecuada en el momento de situarse erguido una persona, una vez realizado el estudio se ha procedido a la selección de los ángulos de inclinación permitidos para realizar un transporte y manipulación de cargas y finalmente el desarrollo del protocolo para la manipulación de cargas, teniendo en consideración todos los factores que intervienen comúnmente en las actividades laborales, ejecutadas.



### Ilustración 1-3: Recolección de la información

Realizado por: Villagran Eduardo, 2021.

## 3.5. Metodología empleada

### 3.5.1. Participantes

Al ser un trabajo experimental que se desarrolló en un ambiente de laboratorio se optó por realizar este proyecto en una muestra de 3 participantes considerando un rango de edad para una población altamente activa en el campo laboral. La unidad de muestreo está conformada por 3 individuos con condiciones de una patología previa de huella plantar tales como patología de pie plano específicamente pie ligeramente plano, pie normal y pie cavo con un arco de pie ligeramente alto, siendo estos tres tipos de patologías las más comunes según la revisión bibliográfica. (Carreño y Cabrera, 2014, p. 10-17)

**Tabla 1-3:** Características de los participantes

Participante	Sexo	Patología de huella plantar	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)
Participante 1	Masculino	pie ligeramente plano	23	68	1,75
Participante 2	Masculino	Pie Normal	26	72	1,65
Participante 3	Masculino	Arco de Pie ligeramente alto	25	78	1,72

Realizado por: Villagran Eduardo, 2021.

### **3.5.2. Fases de procedimiento y ejecución**

- **Primera fase:** Se basó en una revisión bibliográfica para determinar los tres tipos de patologías más comunes siendo estos: pie ligeramente plano, pie normal y arco de pie ligeramente alto.
- **Segunda fase:** Análisis de estudio con la plataforma de superficies plantares ECOFOOT+, con el cual se podrá determinar el tipo de patología de cada paciente el cual es una herramienta que nos ayuda a identificar el efecto que genera al momento de manipular cargas, además se procedió a la determinación del software de análisis para la valoración biomecánica con el cual se podrá determinar las diferentes variables al momento que se deberá tomar en cuenta respecto a la manipulación de cargas.
- **Tercera fase:** Se procedió a la valoración biomecánica del pie en las diferentes patologías con la aplicación del software de superficies plantares ECOFOOT+.
- **Cuarta fase:** Valoración biomecánica con la aplicación del software que se logró determinar para el análisis de diferentes tipos de movimiento al manipular cargas.
- **Quinta fase:** Bajo la aplicación de los softwares y una vez identificado los valores y resultados que nos arrojaron los mismos se procedió a la generación del protocolo de valoración biomecánica

### **3.5.3. Primera fase: Revisión bibliográfica**

En una revisión bibliográfica validando los criterios teóricos - prácticos con los puntos de vista en el área ingenieril y el área de la medicina, para determinar los tipos de patologías de huella plantar más comunes, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

#### **3.5.3.1. Tipo de patología de huella plantar**

Existen multitud de métodos de obtención de la huella plantar para su análisis biomecánico. Sea cual sea la metodología que empleemos para analizar la huella plantar, se debe decir que es una prueba imprescindible en la valoración biomecánica de cualquier paciente o deportista que sufra molestias al caminar o realizar deporte

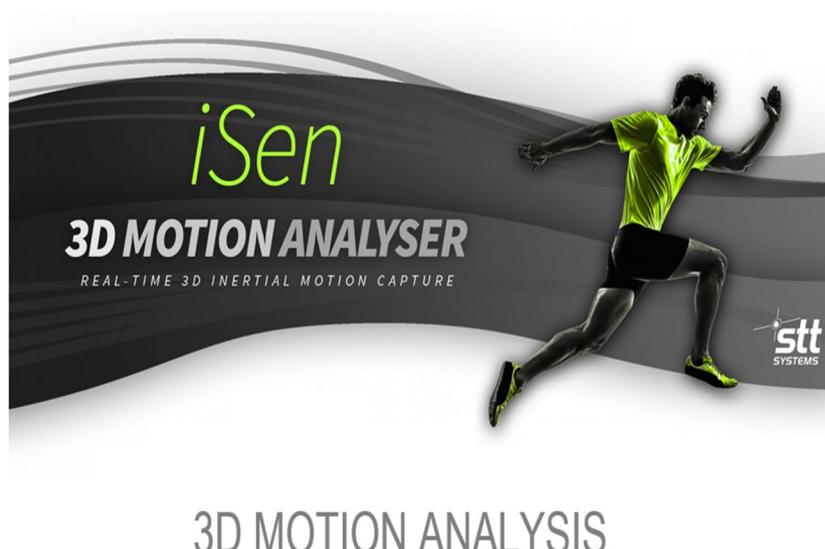
Una vez identificado cada patología existente en la huella plantar se optó por determinar el tipo de patología más comunes que presentan las personas en referencia a los tipos de pisada que tienen, las cuales pueden afectar el trabajo realizado en el momento de realizar una manipulación de cargas, pues acorde normativa manifiesta que los hombres pueden realizar el levantamiento de cargas hasta un máximo de 25 Kg.

Por lo tanto, se optó por trabajar con tres patologías:

- Pie ligeramente plano
- Pie normal
- Arco de pie ligeramente alto

#### **3.5.4. Segunda fase: Selección del hardware y software.**

Selección del hardware y software necesario para la implementación del protocolo de evaluación en base a una revisión bibliográfica que permiten mostrar las capturas de los movimientos inerciales que puede realizar un individuo y considerando el campo de aplicabilidad en el cual puede ejecutarse varias pruebas de funcionalidad, se seleccionó el Software ISEN 3D Motion Analyser debido a que este software en particular, incluyen elementos de hardware y software, propicios para el análisis con diligencia. De igual manera bajo la revisión bibliográfica



**Ilustración 2-3:** Software ISEN 3D motion Analyser

**Fuente:** Software ISEN 3D motion Analyser, 2021

El hardware que permite la sincronización de varios dispositivos para la detección de eventos, informes y biomecánica, con análisis específico acorde la posición de los sensores en las zonas de estudio, arrojando como resultado el análisis gráfico del estudio ejecutado, las características del software se muestran a continuación en la tabla 2-2:

**Tabla 2-3:** Tabla de las características del hardware que está relacionado con este software

	<b>Características:</b>	<b>Desarrollo:</b>
	<b>Inalámbrico</b>	ISEN se comunica con los sensores a través de WiFi
	<b>HASTA 400Hz</b>	Frecuencia de muestreo seleccionable, de 25 a 400 Hz
	<b>EXACTITUD</b>	Cabeceo / balanceo por debajo de 0,5 °, rumbo por debajo de 2 °
	<b>CONJUNTOS FLEXIBLES</b>	No use más de la cantidad correcta de sensores: 1 a 16
	<b>INTEGRABLE</b>	Envíe o reciba datos de dispositivos de terceros
	<b>SINCRONIZADO</b>	Las muestras de datos del sensor tienen una marca de tiempo
	<b>INFORMES</b>	Plantillas disponibles para generación rápida

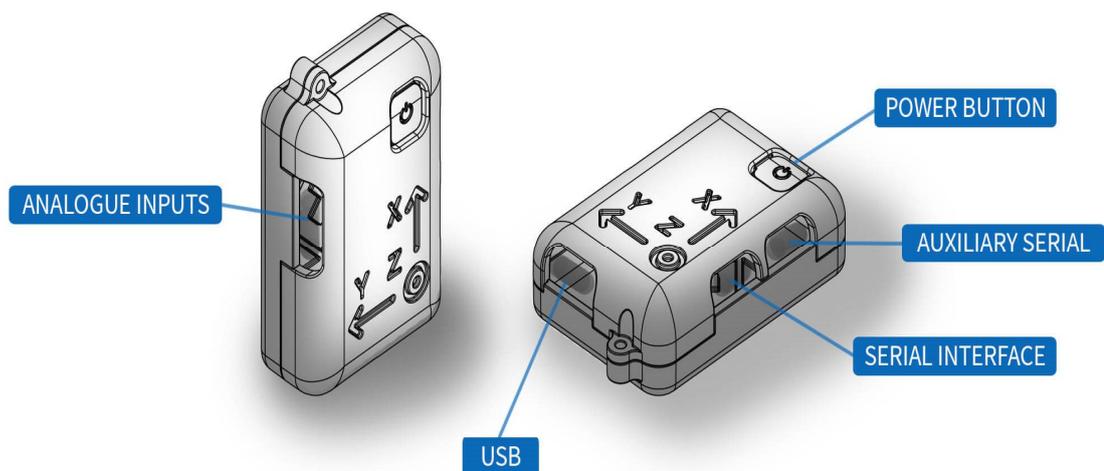
Fuente: stt systems, 2021

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2021

#### 3.5.4.1. Características del hardware que este software utiliza:

**El sensor inercial STT-IWS:** La fuente principal de datos en ISEN son las unidades inerciales de STT-IWS. Estos sensores se han diseñado, fabricado y calibrado cuidadosamente para garantizar:

- $<0.5^\circ$  precisión estática (RMS),  $<2^\circ$  precisión dinámica (RMS).
- La mejor corrección de deriva.
- Una sólida calibración electrónica: no se necesita recalibración.
- Un protocolo de comunicación estable a través de Wi-Fi.



**Ilustración 3-3:** Sensores Inerciales STT-IWS

Fuente: Stt Systems, 2021

## FASES DE EJECUCIÓN

### 3.5.5. Tercera fase: Valoración biomecánica ECOFOOT+

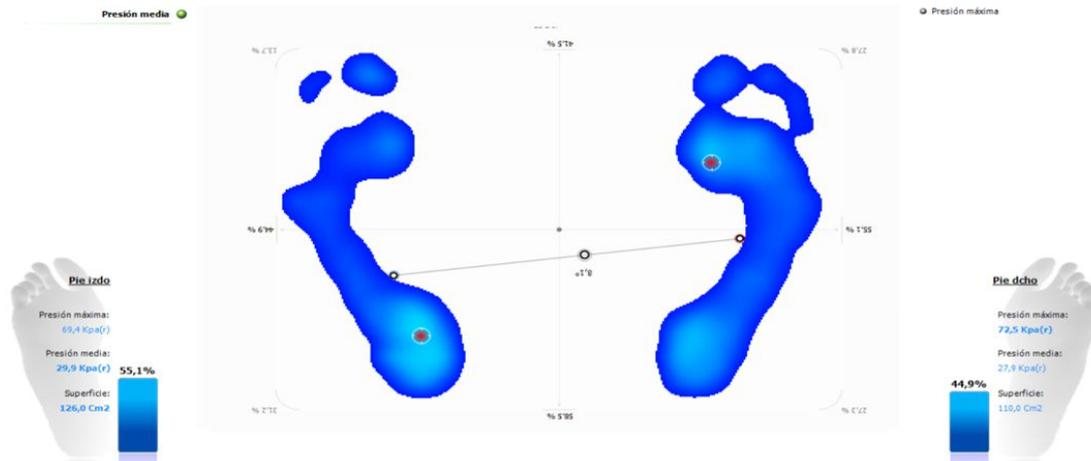
Valoración biomecánica del pie, los participantes fueron citados en el laboratorio con vestimenta deportiva corta. Allí fueron informados de las pruebas que se les realizarían, dentro de las cuales se incluyen la recogida de la información básica, identificación de su tipo de patología de huella plantar y el efecto que esta carga genera en la presión del pie, para lo cual la valoración biomecánica del pie con manipulación de cargas será con cargas de (5, 10, 15, 20, 25) Kg.

**Apartado 1:** Se procede a verificar el tipo de patología de cada paciente con un análisis estático con la aplicación del software de la plataforma de superficie plantar con EcoFoot+

### 3.5.5.1. Paciente con patología de pie plano

- **Análisis estático sin peso**

- **Datos generales**



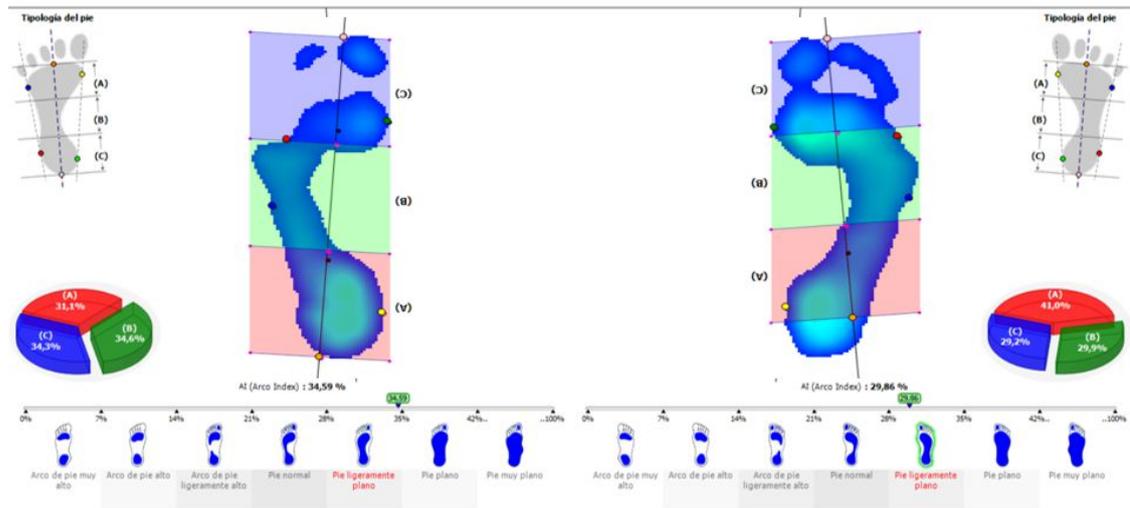
**Ilustración 4-3:** Datos generales pie plano.

Fuente: Ecofoot+

La figura 4-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 55,1% para el pie izquierdo y con un 44,9% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 69,4 Kpa, una presión media en el ante pie de 29,9 Kpa en una superficie de contacto de 126  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 72,5 Kpa, una presión media en el retro pie de 27,9 Kpa en una superficie de 110  $cm^2$ .

- **Patología sin peso**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es ligeramente plano y la presión que ejerce el cuerpo sin aplicar ningún peso.

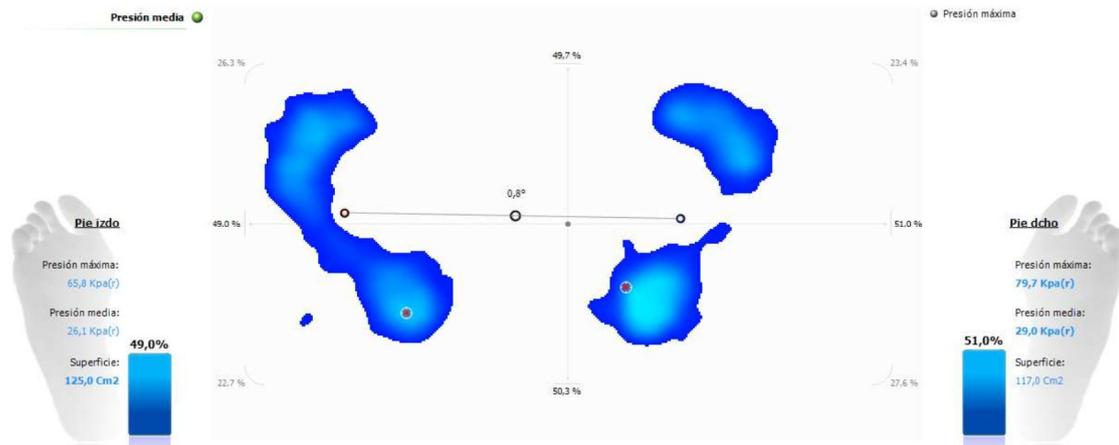


**Ilustración 5-3:** Topología del pie (Pie ligeramente plano)

Fuente: Ecofoot+

La figura 5-2, muestra la patología del paciente como un Pie ligeramente plano por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas de diferentes pesos. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 34,6%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 29,9% el cual representa que su topología de pie es ligeramente plana.

- **Análisis estático con 5 kg**
- **Datos generales**



**Ilustración 6-3:** Datos generales con 5kg.

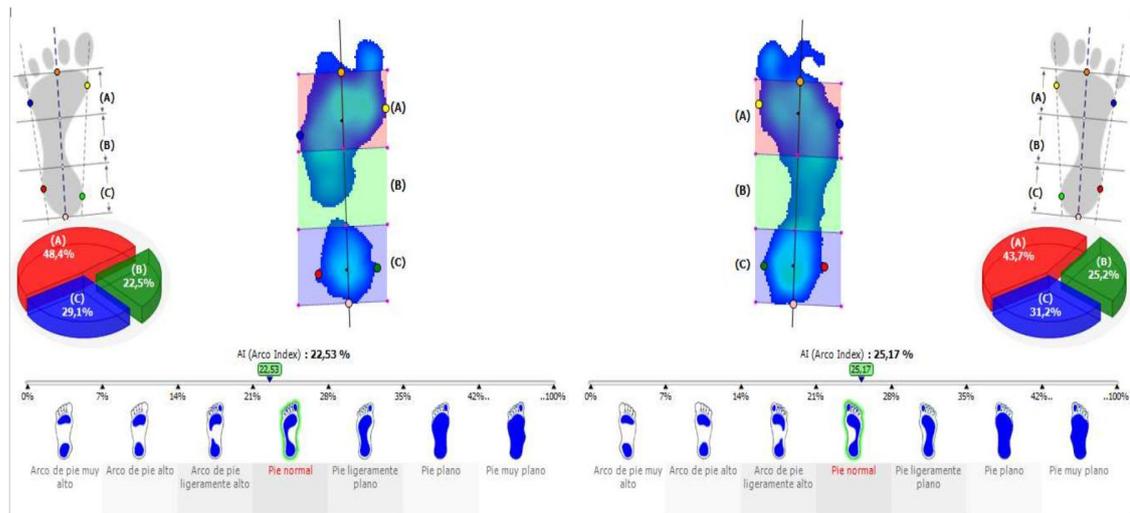
Fuente: Ecofoot+

La figura 6-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 49% para el pie izquierdo y con un 51% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona

del retro pie son de 65,8 Kpa, una presión media en el ante pie de 26,1 Kpa en una superficie de contacto de 125  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 79,7 Kpa, una presión media en el retro pie de 29 Kpa en una superficie de 117  $cm^2$ .

**- Patología con 5 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es ligeramente plano y la presión que ejerce el cuerpo sin aplicar ningún peso.

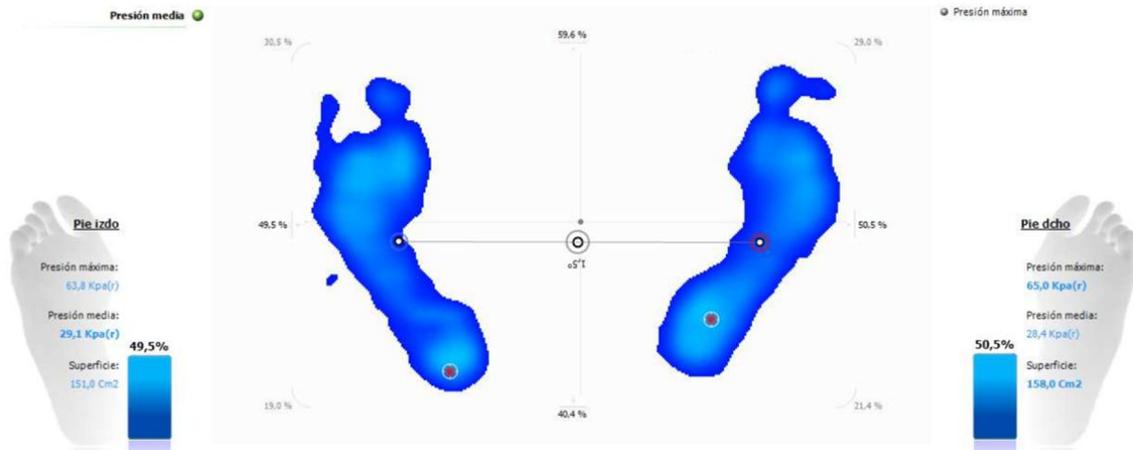


**Ilustración 7-3:** Topología del pie (Pie ligeramente plano con 5 kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 7-2, muestra la patología del paciente como un pie normal tanto para el pie izquierdo como para el derecho, por lo cual se puede verificar el efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas con este peso. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 22,53%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 25,17%.

- **Análisis estático con 10 kg**
- **Datos generales**



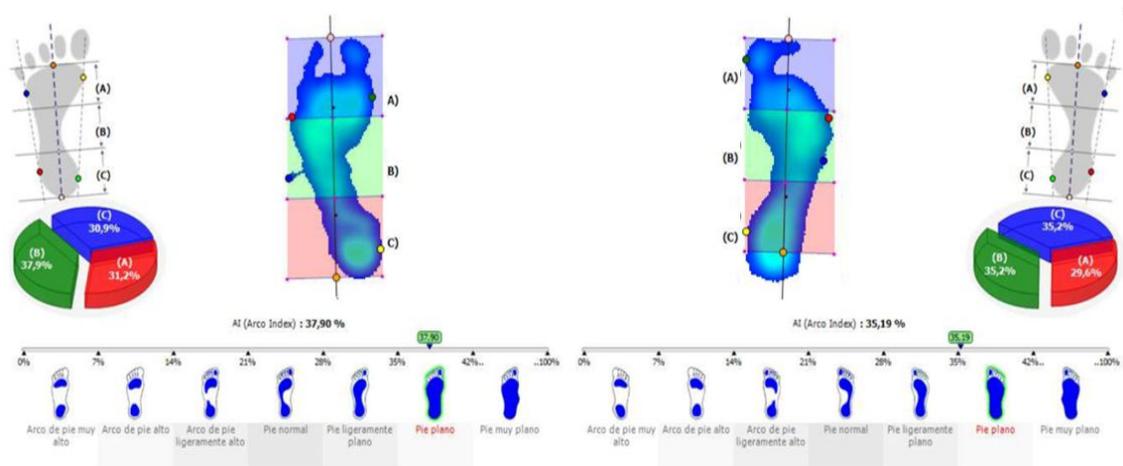
**Ilustración 8-3:** Datos generales con 10kg.

Fuente: Ecofoot+

La figura 8-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 49,5% para el pie izquierdo y con un 50,5% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 63,8 Kpa, una presión media en el ante pie de 29,1 Kpa en una superficie de contacto de 151  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 65 Kpa, una presión media en el retro pie de 28,4 Kpa en una superficie de 158  $cm^2$ .

- **Patología con 10 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es ligeramente plano y la presión que ejerce el cuerpo sin aplicar ningún peso.



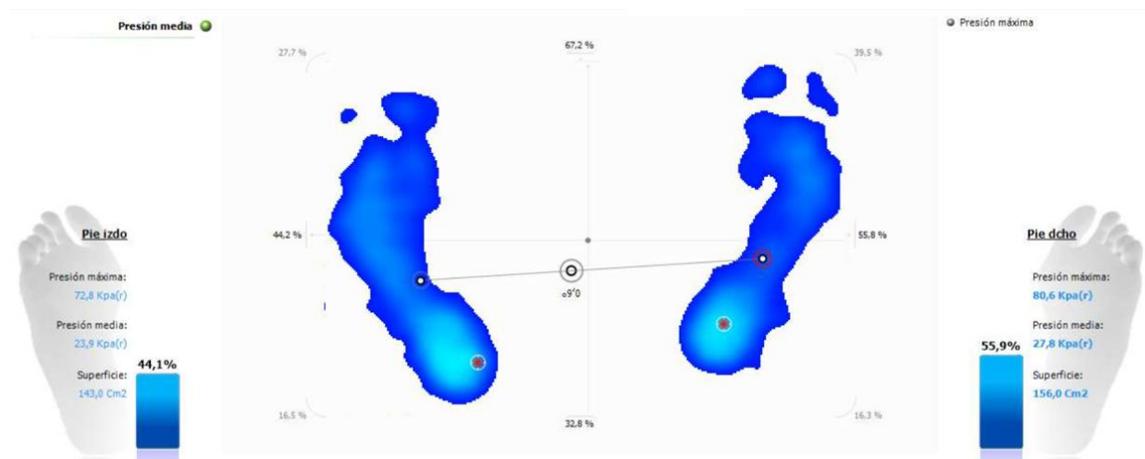
**Ilustración 9-3:** Topología del pie (Pie ligeramente plano con 10 kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 9-2, muestra la patología del paciente como un pie plano tanto para el pie izquierdo como para el derecho, por lo cual se puede verificar el efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas con este peso. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 37,90%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 35,19%.

- **Análisis estático con 15 kg**

- **Datos generales**



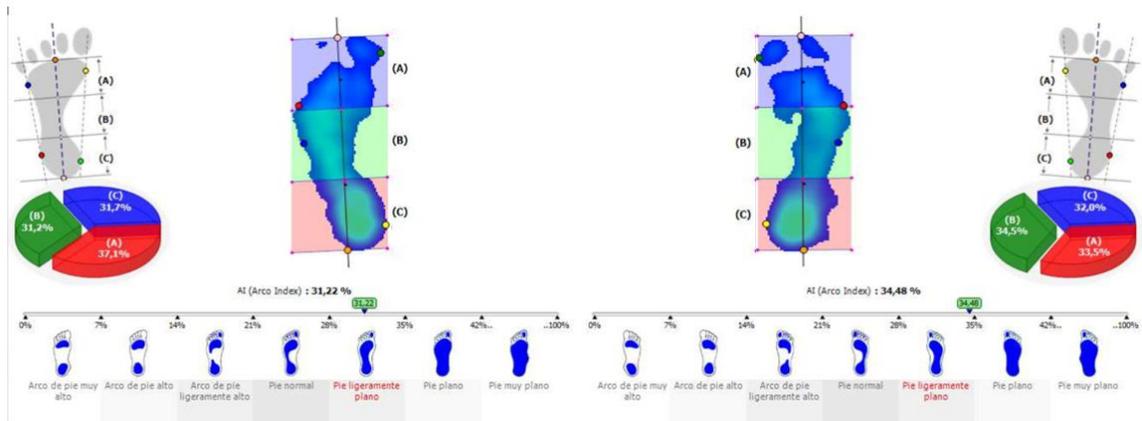
**Ilustración 10-3:** Datos generales con 15 kg.

Fuente: Ecofoot+

La figura 10-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 44,1% para el pie izquierdo y con un 55,9% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 72,8 Kpa, una presión media en el ante pie de 23,9 Kpa en una superficie de contacto de 143  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 80,6 Kpa, una presión media en el retro pie de 27,8 Kpa en una superficie de 156  $cm^2$ .

- **Patología con 15 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es ligeramente plano y la presión que ejerce el cuerpo sin aplicar ningún peso.

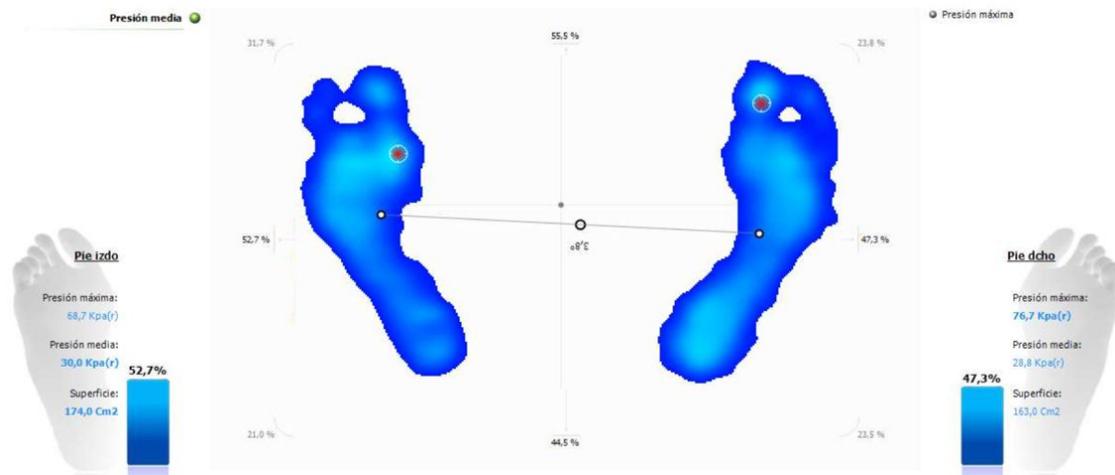


**Ilustración 11-3:** Topología del pie (Pie ligeramente plano con 15 kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 11-2, muestra la patología del paciente como un pie ligeramente plano tanto para el pie izquierdo como para el derecho, por lo cual se puede verificar el efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas con este peso. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 31,22%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 34,48%.

- **Análisis estático con 20 kg**
- **Datos generales**



**Ilustración 12-3:** Datos generales con 20kg.

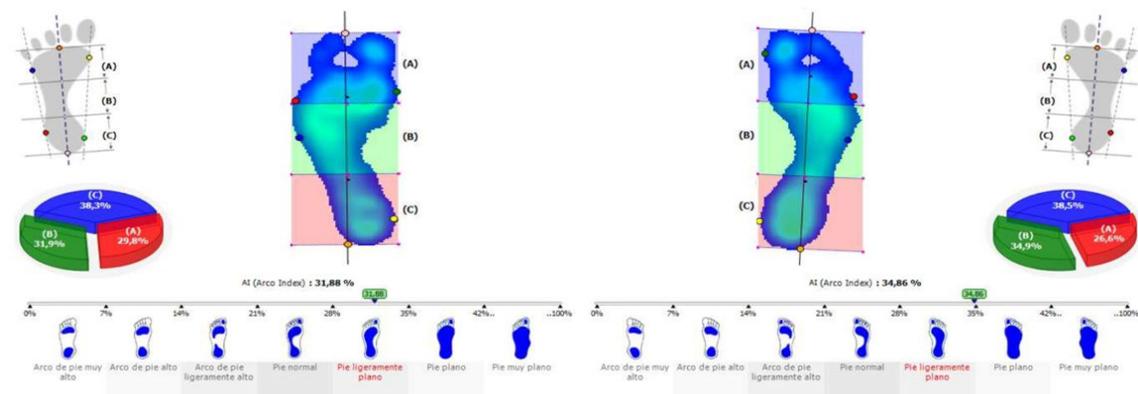
Fuente: Ecofoot+

La figura 12-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 52,7% para el pie izquierdo y con un 47,3% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del ante pie son de 68,7 Kpa, una presión media en el ante pie de 30 Kpa en una superficie

de contacto de  $174 \text{ cm}^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de  $76,7 \text{ Kpa}$ , una presión media en el retro pie de  $28,8 \text{ Kpa}$  en una superficie de  $163 \text{ cm}^2$ .

### - Patología con 20 kg

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es ligeramente plano y la presión que ejerce al aplicar los 20 kg.



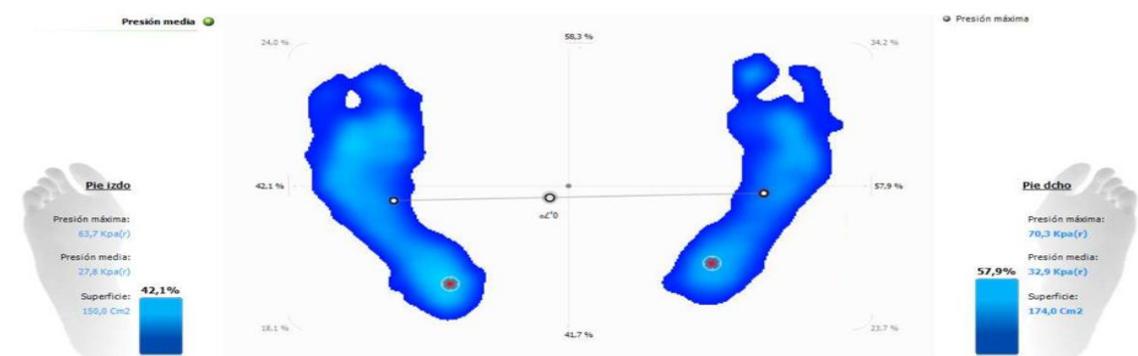
**Ilustración 13-3:** Topología del pie (Pie ligeramente plano con 20kg)

Fuente: Ecofoot+

El figura 13-2, muestra la patología del paciente como un pie ligeramente plano tanto para el pie izquierdo como para el derecho, por lo cual se puede verificar el efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas con este peso. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de  $31,88\%$ ; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de  $34,86\%$ .

### • Análisis estático con 25 kg

#### - Datos generales



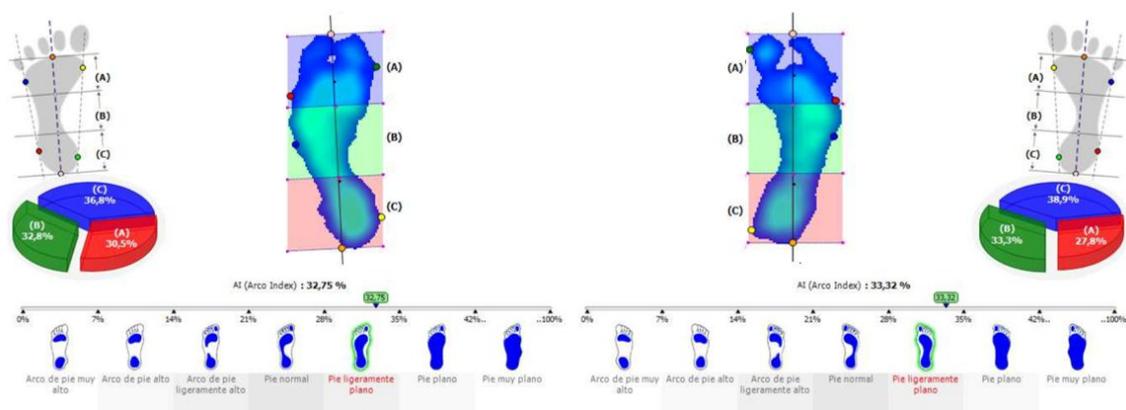
**Ilustración 14-3:** Datos generales con 25kg.

Fuente: Ecofoot+

La figura 14-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 42,1% para el pie izquierdo y con un 57,9% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 63,7 Kpa, una presión media en el ante pie de 27,8 Kpa en una superficie de contacto de 150  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el retro pie de 70,3 Kpa, una presión media en el ante pie de 32,9 Kpa en una superficie de 174  $cm^2$ .

### - Patología con 25 kg

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es ligeramente plano y la presión que ejerce al aplicar los 25 kg.



**Ilustración 15-3:** Topología del pie (Pie ligeramente plano con 25kg)

Fuente: Ecofoot+

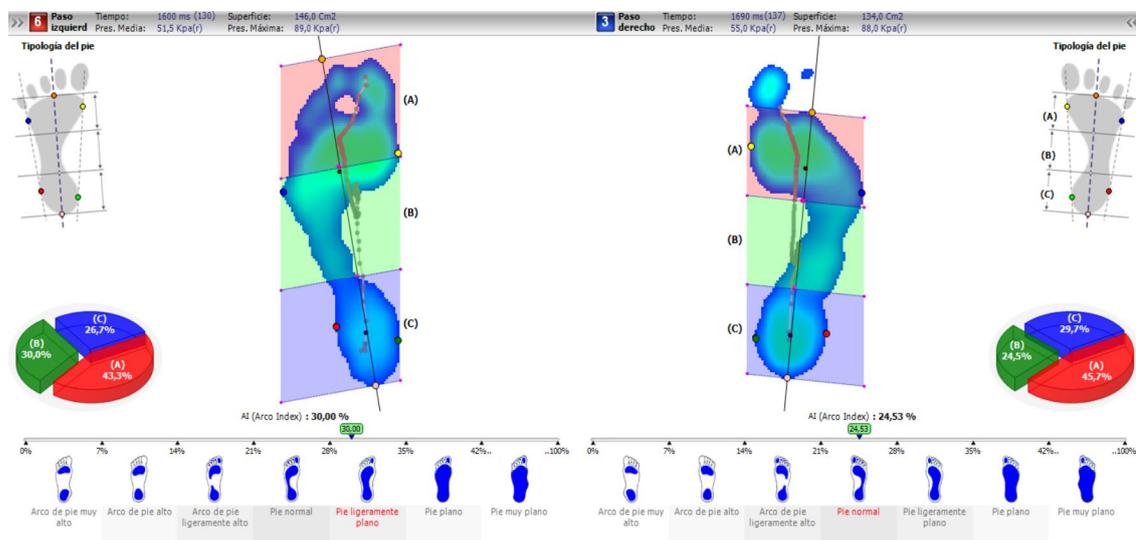
La figura 15-2, muestra la patología del paciente como un pie ligeramente plano tanto para el pie izquierdo como para el derecho, por lo cual se puede verificar el efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas con este peso. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 32,75%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 33,32%.

### • Análisis dinámico

En este análisis se puede observar el efecto que genera la aplicación de cargas de 5 Kg, 15 Kg y 25 siendo estos pesos los que generar una presión considerable en la huella plantar, se podrá verificar que peso es recomendado sin que ejerza una presión excesiva en la huella plantar la cual pueda generar daños considerables en el paciente.

## Topología del pie

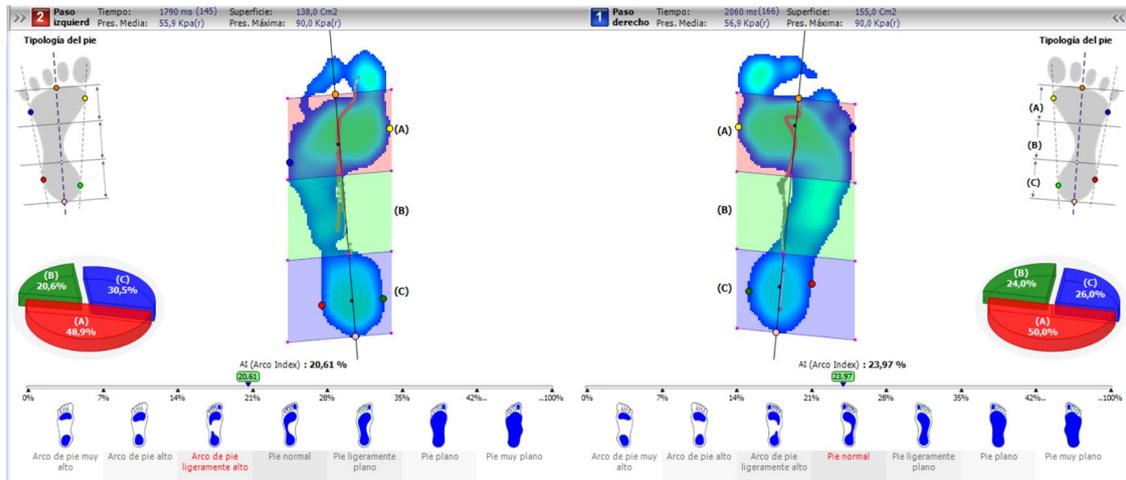
**Prueba 1 – con 5 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el sexto paso donde se genera una presión máxima de 89 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 30% el cual nos da una topología de pie ligeramente plano, mientras que el pie derecho se muestra en el tercer paso una presión máxima 88 Kpa generando un índice de arco de 24,53% el cual nos da una topología de pie tipo normal, confirmando que la distribución del peso uniforme se produce en mayor medida en un pie de tipo normal, mientras que si es otro tipo de pie se presenta distribuciones de peso inadecuada que pueden generar problemas de salud posteriores, este efecto genera con la implementación de carga, el figura 16-2 muestra el estudio realizado.



**Ilustración 16-3:** Análisis dinámico topología del pie con 5 Kg.

Fuente: Ecofoot+

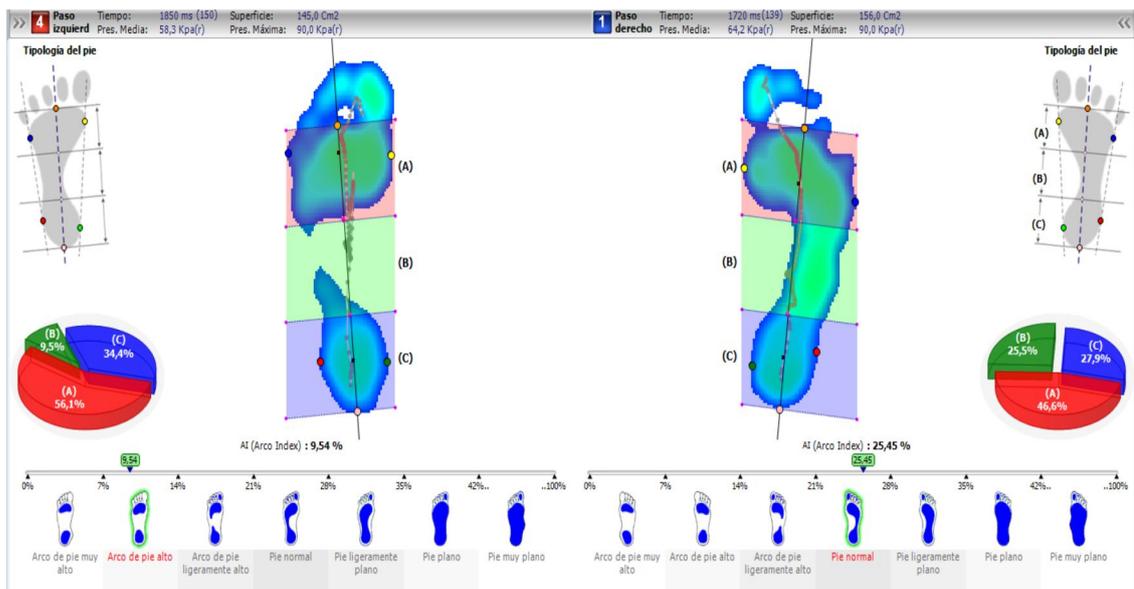
**Prueba 2 – con 15 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el segundo paso donde se genera una presión máxima de 90 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 20,61% el cual nos da una topología de arco de pie ligeramente alto, mientras que el pie derecho se muestra en el tercer paso una presión máxima 90 Kpa generando un índice de arco de 23,97% el cual nos da una topología de pie tipo normal, confirmando que la distribución del peso uniforme se produce en mayor medida en un pie de tipo normal, mientras que si es otro tipo de pie se presenta distribuciones de peso inadecuada que pueden generar problemas de salud posteriores, este efecto genera con la implementación de carga, el figura 17-2 muestra el estudio realizado.



**Ilustración 17-3:** Análisis dinámico topología del pie con 15 Kg.

Fuente: Ecofoot+

**Prueba 3 – con 25 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el cuarto paso donde se genera una presión máxima de 90 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 9,54% el cual nos da una topología de arco de pie ligeramente alto, mientras que el pie derecho se muestra en el tercer paso una presión máxima 90 Kpa generando un índice de arco de 25,45% el cual nos da una topología de pie tipo normal, confirmando que la distribución del peso uniforme se produce en mayor medida en un pie de tipo normal, mientras que si es otro tipo de pie se presenta distribuciones de peso inadecuada que pueden generar problemas de salud posteriores, este efecto genera con la implementación de carga, el figura 18-2 muestra el estudio realizado.

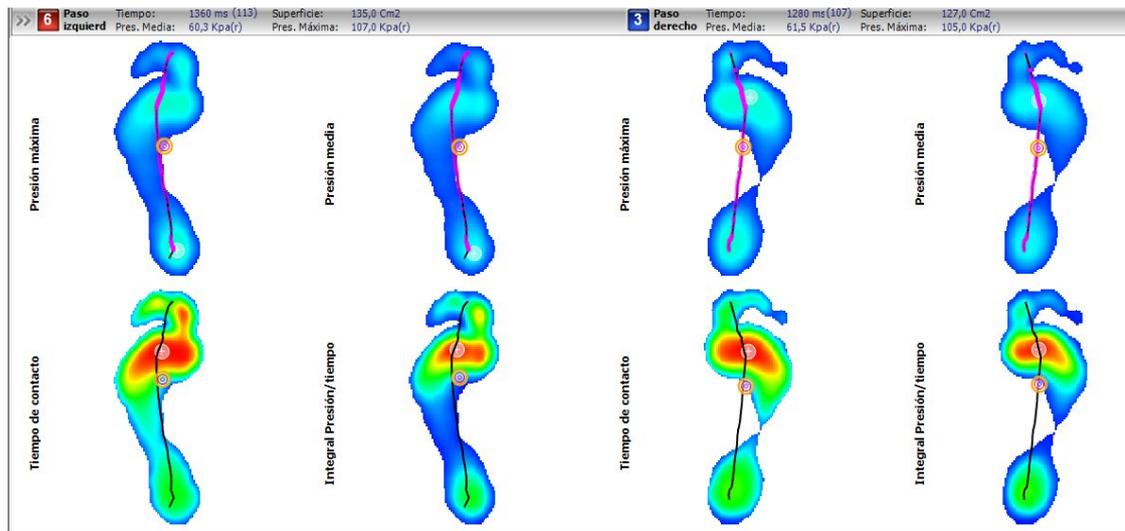


**Ilustración 18-3:** Análisis dinámico topología del pie con 25 Kg.

Fuente: Ecofoot+

- **Análisis dinámico de paso por defecto**

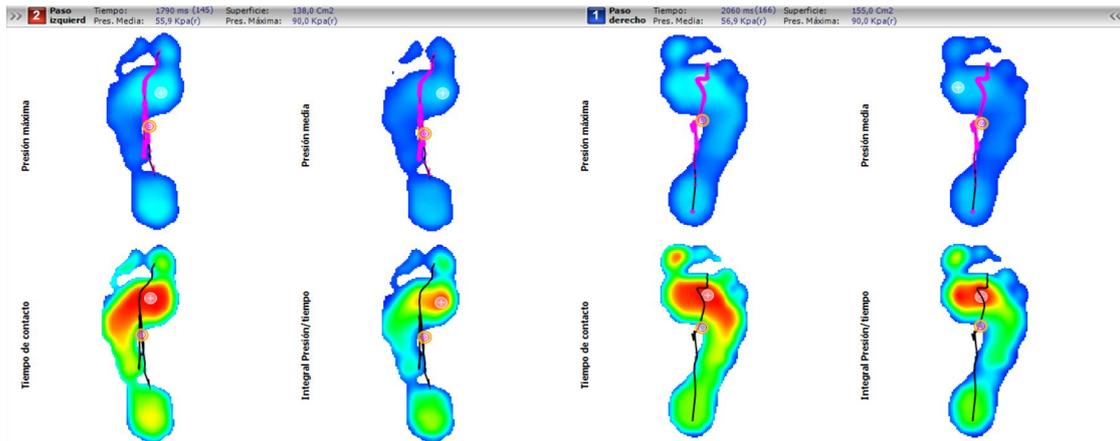
**Prueba 1 – con 5 Kg:** La figura 19-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento con un peso de 5 Kg en la manipulación de cargas, se nota sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la mayor presión ejercida en la zona de los falanges y metatarsos en esta parte existe mayor presión en la posición de pie, cuando se ejerce movimiento.



**Ilustración 19-3:** Análisis dinámico paso por defecto con 5 Kg.

Fuente: Ecofoot+

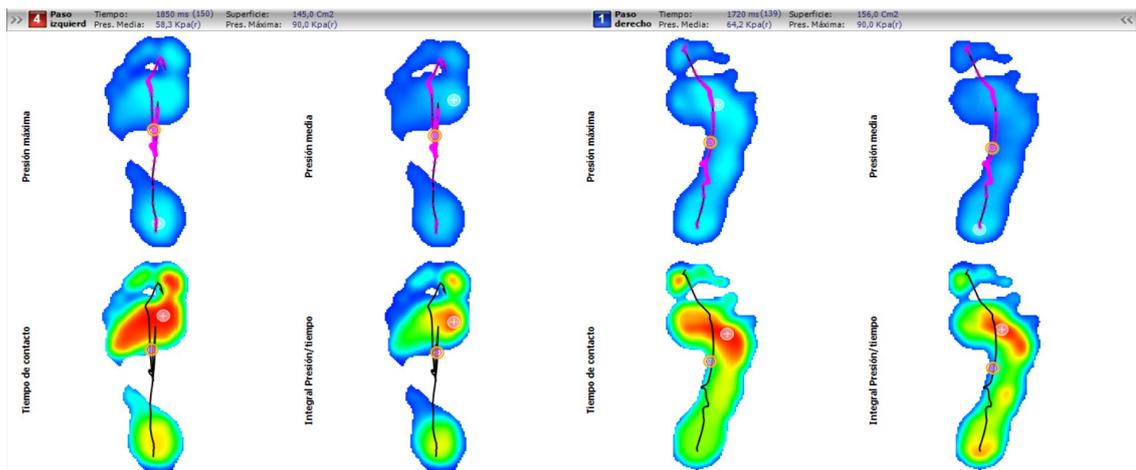
**Prueba 2 – con 15 Kg:** La figura 20-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento aplicando un peso de 15 kg, en la manipulación de cargas, en esta imagen se muestra sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la presión ejercida en la zona de los falanges y metatarsos, el arco plantar y el talón de manera uniforme en todo el pie , pero al aplicar un peso de 15 kg se puede observar una mayor presión en la parte del metatarso tanto en el pie izquierdo como en el pie derecho, pero en el pie izquierdo se observa que el primer falange acumula mayor presión en tanto que en la parte del arco plantar del pie derecho es el lugar donde se genera la mayor presión.



**Ilustración 20-3:** Análisis dinámico paso por defecto con 15 Kg.

Fuente: Ecofoot+

**Prueba 3 – con 25 Kg:** El figura 21-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento aplicando un peso de 25 kg, el cual es el límite permitido del peso para manipular cargas, en esta imagen se muestra sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la presión ejercida en todas las partes del pie izquierdo, con mayor intensidad en la zona de los falanges y en la zona del arco plantar para el pie izquierdo, de igual manera para el pie derecho se genera mayor presión en la zona del metatarso y en la zona del arco plantar , de ahí la importancia que se concluye que el manejo de una carga debe considerarse hasta un valor en el cual el peso se distribuya equitativamente con el fin de evitar la distribución de la presión la cual puede afectar la mayor parte del soporte en un solo pie.



**Ilustración 21-3:** Análisis dinámico pasó por defecto con 25 Kg.

Fuente: Ecofoot+

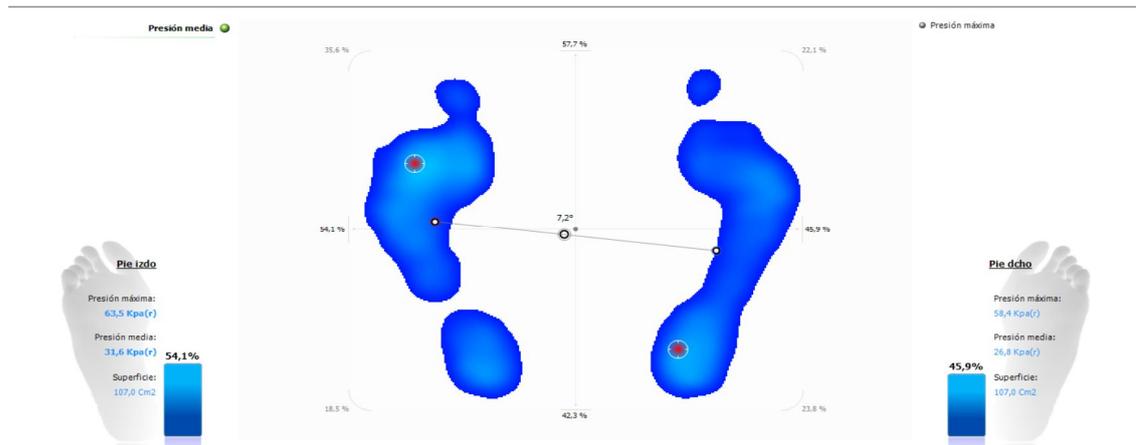
Por ello la manipulación adecuada del peso idónea es la que se ejecuta con un valor de 15kg pues se constata en la presión plantar de manera uniforme para los dos pies, evitando desgastes en las

extremidades inferiores de forma desproporcionada y generando problemas en el tipo de pisada y la inclinación excesiva al manipular las cargas realizando sobreesfuerzos, que generan problemas de salud respecto a trastornos musculo esqueléticos debido a la incorrecta manipulación de cargas.

### 3.5.5.2. Paciente con patología de pie normal

- **Análisis estático sin peso**

- **Datos generales**



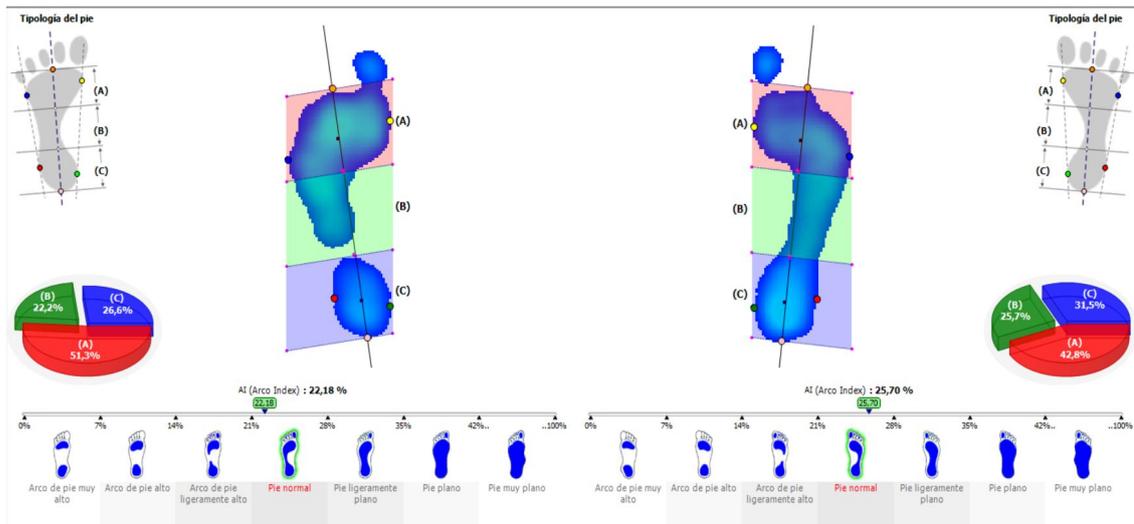
**Ilustración 22-3:** Datos generales sin peso

Fuente: Ecofoot+

La figura 22-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 54,1% para el pie izquierdo y con un 45,9% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 63,5 Kpa, una presión media en el ante pie de 31,6 Kpa en una superficie de contacto de 107 cm<sup>2</sup>; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 58,4 Kpa, una presión media en el retro pie de 26,8 Kpa en una superficie de 107 cm<sup>2</sup>.

- **Patología sin peso**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.

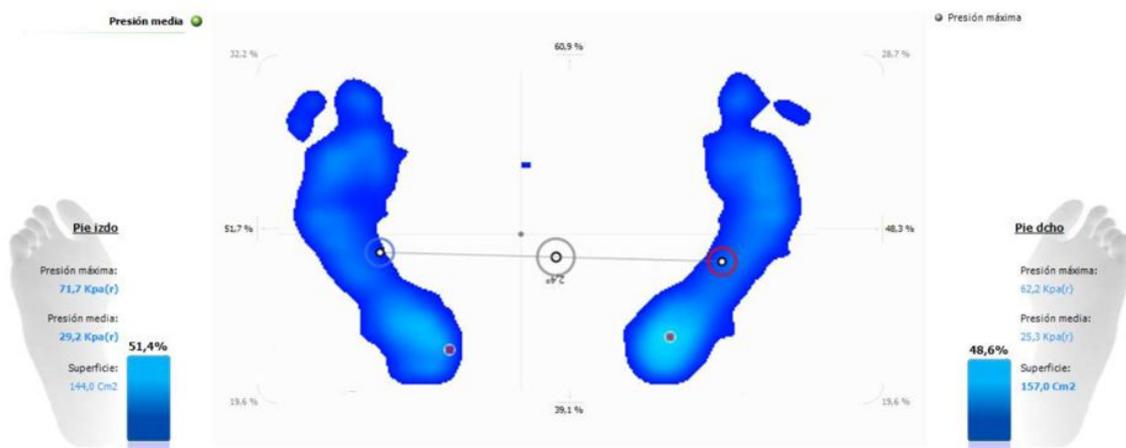


**Ilustración 23-3:** Topología del pie (Pie normal sin peso)

Fuente: Ecofoot+

El gráfico 23-2, muestra la patología del paciente como un Pie normal por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas de diferentes pesos. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 22,18%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 25,70% el cual representa que su topología de pie es normal tanto en el pie izquierdo como derecho.

- **Análisis estático con 5 kg**
- **Datos generales**



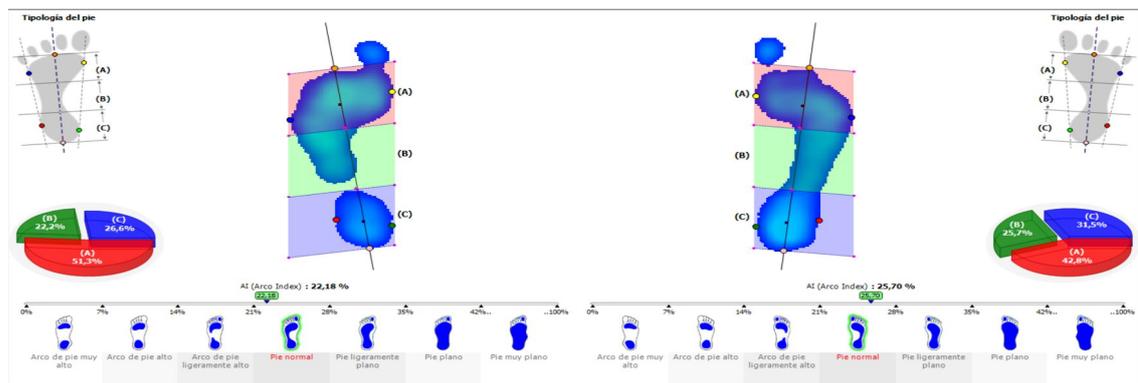
**Ilustración 24-3:** Datos generales con 5kg.

Fuente: Ecofoot+

La figura 24-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 51,4% para el pie izquierdo y con un 48,6% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 71,7 Kpa, una presión media en el ante pie de 29,2 Kpa en una superficie de contacto de 144  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 62,2 Kpa, una presión media en el retro pie de 25,3 Kpa en una superficie de 157  $cm^2$ .

**- Patología con 5 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



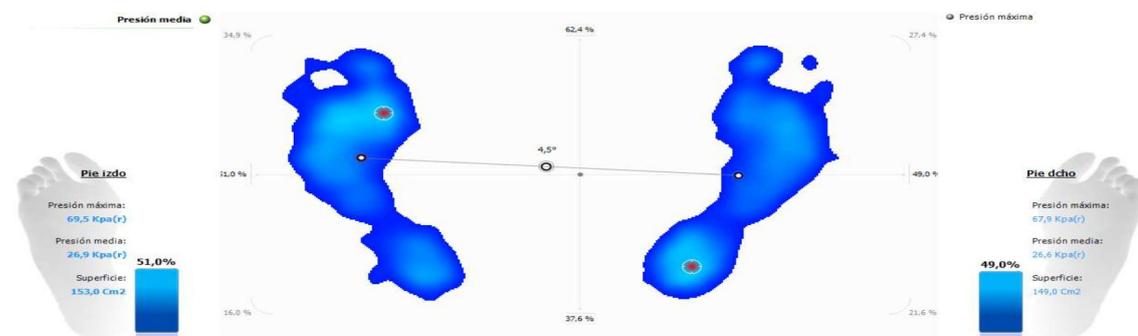
**Ilustración 25-3:** Topología del pie (Pie normal con 5kg)

Fuente: Ecofoot+

El gráfico 25-2, muestra la patología del paciente como un Pie normal por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas de diferentes pesos. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 22,18%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 25,70% el cual representa que su topología de pie es normal tanto en el pie izquierdo como derecho.

• **Análisis estático con 10 kg**

**- Datos generales**



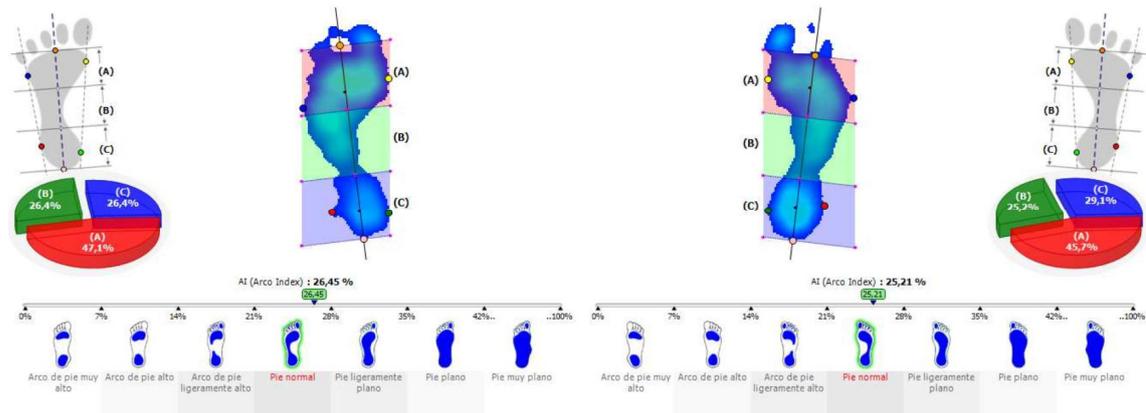
**Ilustración 26-3:** Datos generales con 10kg

Fuente: Ecofoot+

El gráfico 26-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 51% para el pie izquierdo y con un 49% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 69,5 Kpa, una presión media en el ante pie de 26,9 Kpa en una superficie de contacto de 153 cm<sup>2</sup>; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 67,9 Kpa, una presión media en el retro pie de 26,6 Kpa en una superficie de 149 cm<sup>2</sup>.

**- Patología con 10 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



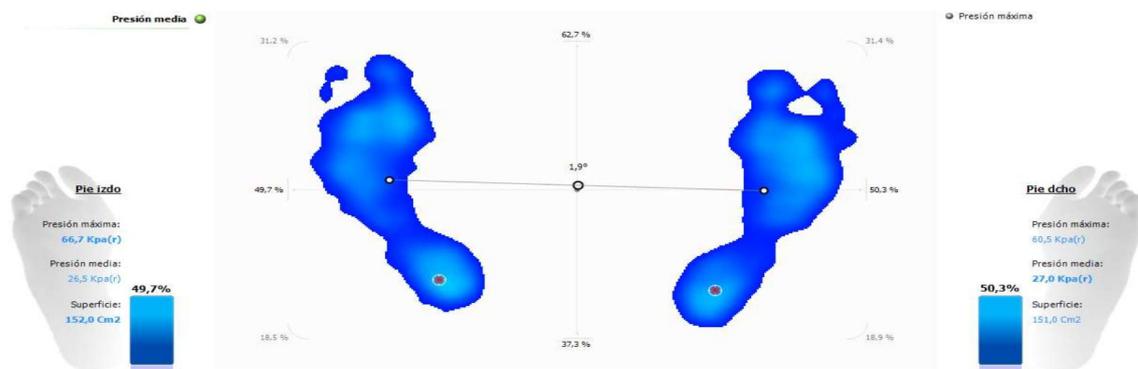
**Ilustración 27-3:** Topología del pie (Pie normal con 10kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 27-2, muestra la patología del paciente como un Pie normal por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas de diferentes pesos. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 26,45%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 25,21% el cual representa que su topología de pie es normal tanto en el pie izquierdo como derecho.

**• Análisis estático con 15 kg**

**- Datos generales**



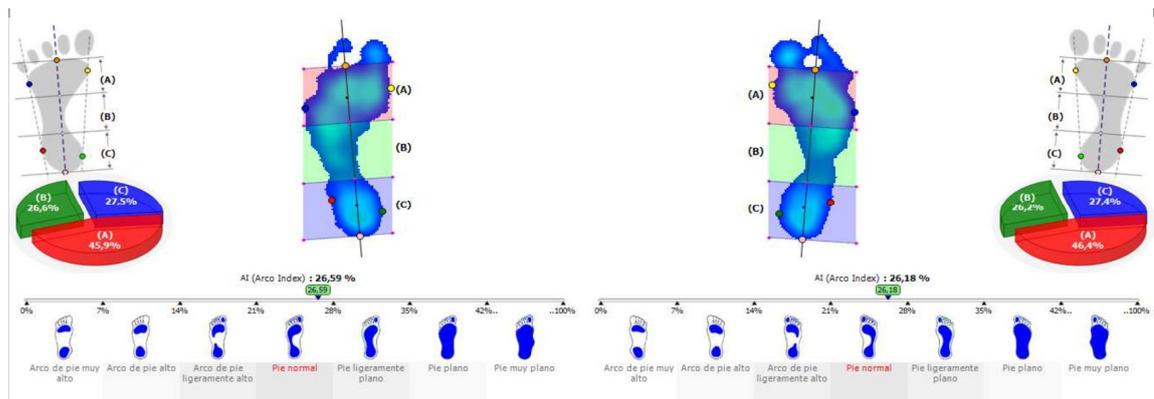
**Ilustración 28-3:** Datos generales con 15kg

Fuente: Ecofoot+

La figura 28-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 49,7% para el pie izquierdo y con un 50,3% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 66,7 Kpa, una presión media en el ante pie de 26,5 Kpa en una superficie de contacto de 152  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 60,5 Kpa, una presión media en el retro pie de 27 Kpa en una superficie de 151  $cm^2$ .

### - Patología con 15 kg

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



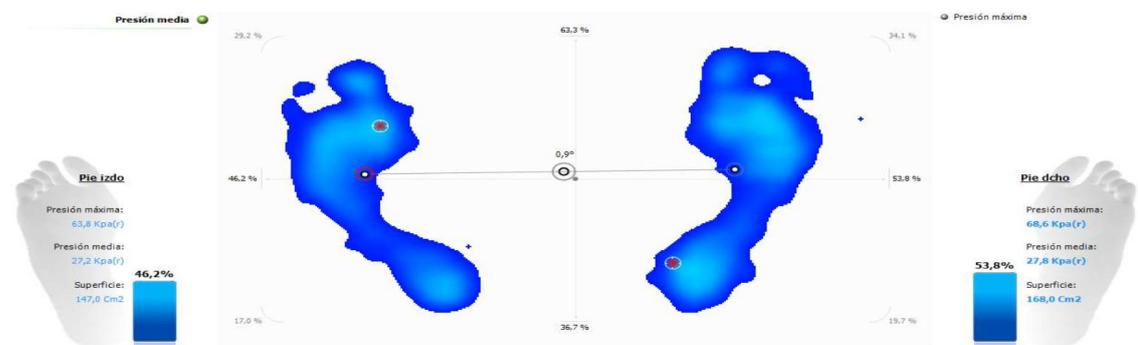
**Ilustración 29-3:** Topología del pie (Pie normal con 15kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 29-2, muestra la patología del paciente como un Pie normal por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas de diferentes pesos. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 26,59%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 26,18% el cual representa que su topología de pie es normal tanto en el pie izquierdo como derecho.

### • Análisis estático con 20 kg

#### - Datos generales



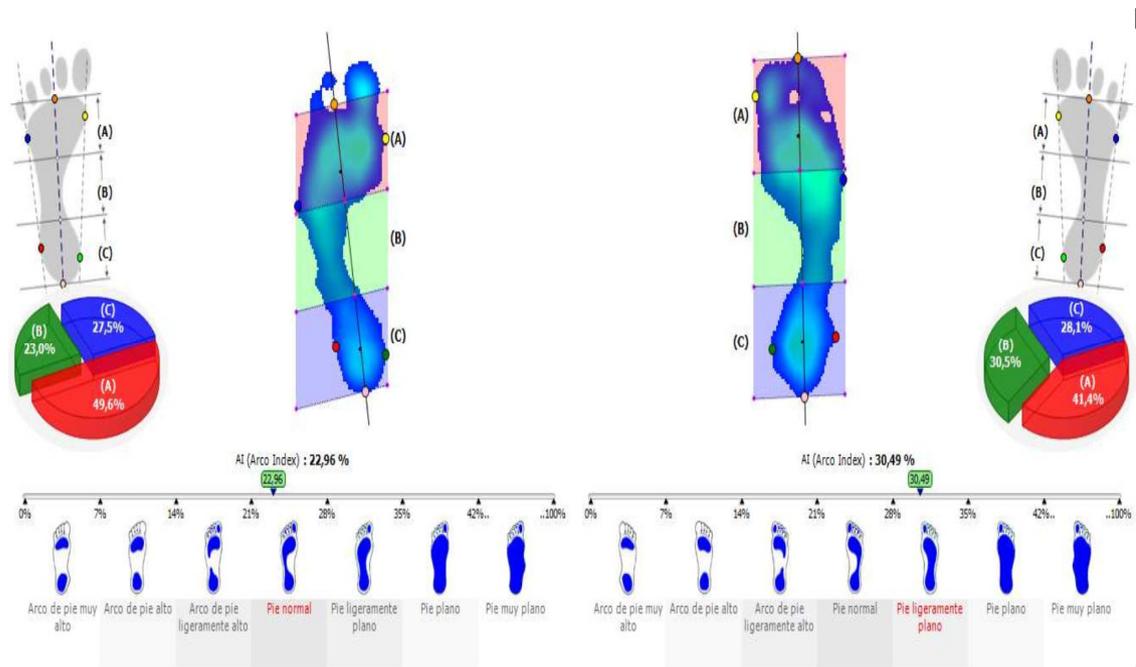
**Ilustración 30-3:** Datos generales con 20kg

Fuente: Ecofoot+

La figura 30-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 46,2% para el pie izquierdo y con un 53,8% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 66,7 Kpa, una presión media en el ante pie de 26,5 Kpa en una superficie de contacto de 152  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 60,5 Kpa, una presión media en el retro pie de 27 Kpa en una superficie de 151  $cm^2$ .

### - Patología con 20 kg

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



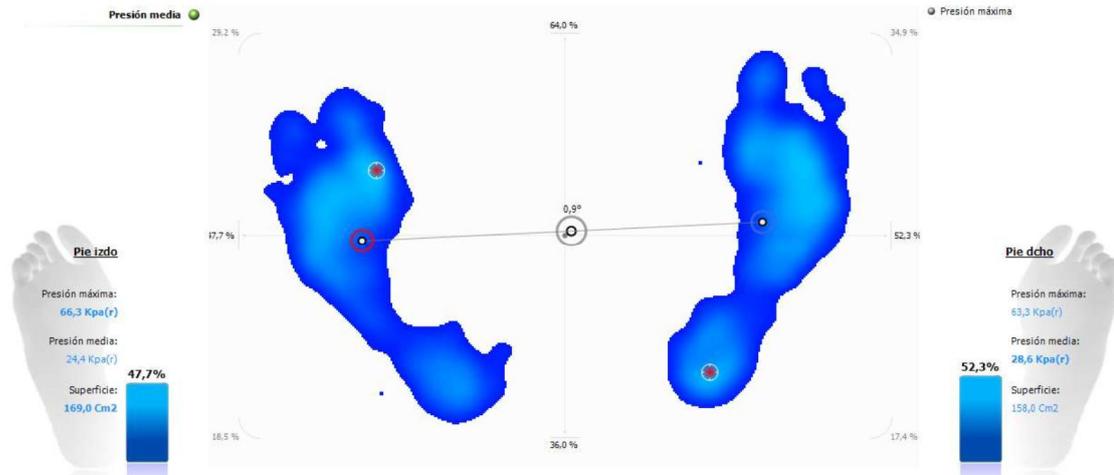
**Ilustración 31-3:** Topología del pie (Pie normal con 20kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 31-2, muestra la patología del paciente como un Pie normal por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas de diferentes pesos. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 22,96%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 30,49% el cual representa que su topología de pie es normal tanto en el pie izquierdo como derecho.

- **Análisis estático con 25 kg**

- **Datos generales**



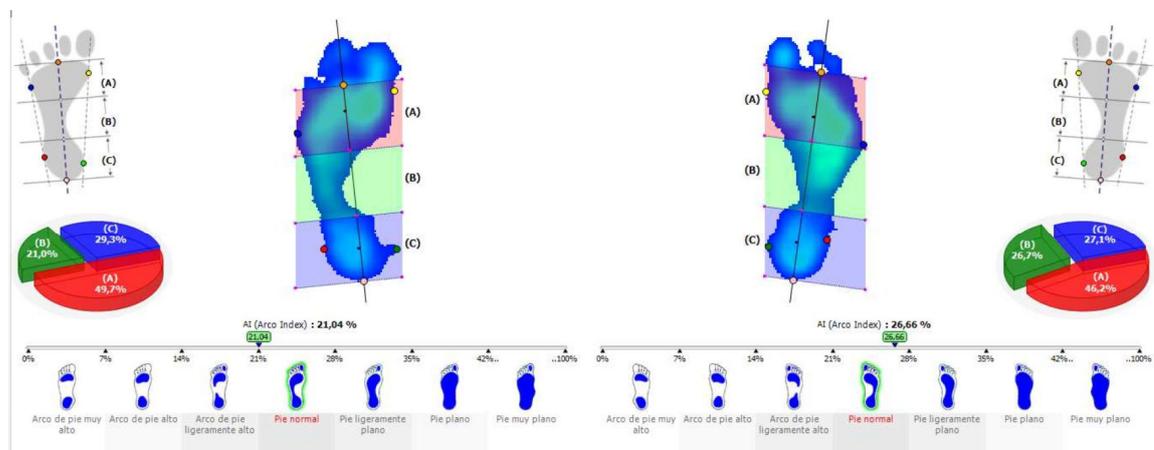
**Ilustración 32-3:** Datos generales con 25kg

Fuente: Ecofoot+

La figura 32-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 47,7% para el pie izquierdo y con un 52,3% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 66,3 Kpa, una presión media en el ante pie de 24,4 Kpa en una superficie de contacto de 169  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 63,3 Kpa, una presión media en el retro pie de 28,6 Kpa en una superficie de 151  $cm^2$ .

- **Patología con 25 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



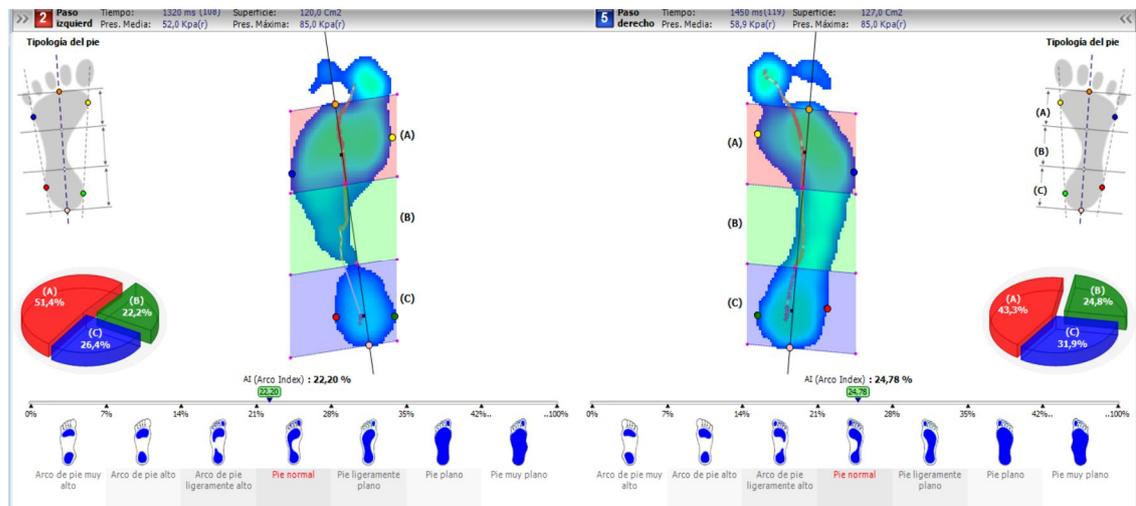
**Ilustración 33-3:** Topología del pie (Pie normal con 25kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 33-2, muestra la patología del paciente como un Pie normal por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas de diferentes pesos. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 21,04%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 26,66% el cual representa que su topología de pie es normal tanto en el pie izquierdo como derecho.

- **Análisis dinámico topología del pie**

**Prueba 1 – con 5 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el segundo paso donde se genera una presión máxima de 85,0 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 22,20% el cual nos da una topología de pie normal, mientras que el pie derecho se muestra en el quinto paso una presión máxima 85,0 Kpa generando un índice de arco de 24,78% el cual nos da una topología de pie tipo normal, confirmando que la distribución del peso uniforme se produce en mayor medida en un pie de tipo normal, con lo cual se puede verificar que no existe un riesgo de lesiones futuras con la aplicación de este peso, la figura 34-2 muestra el estudio realizado.

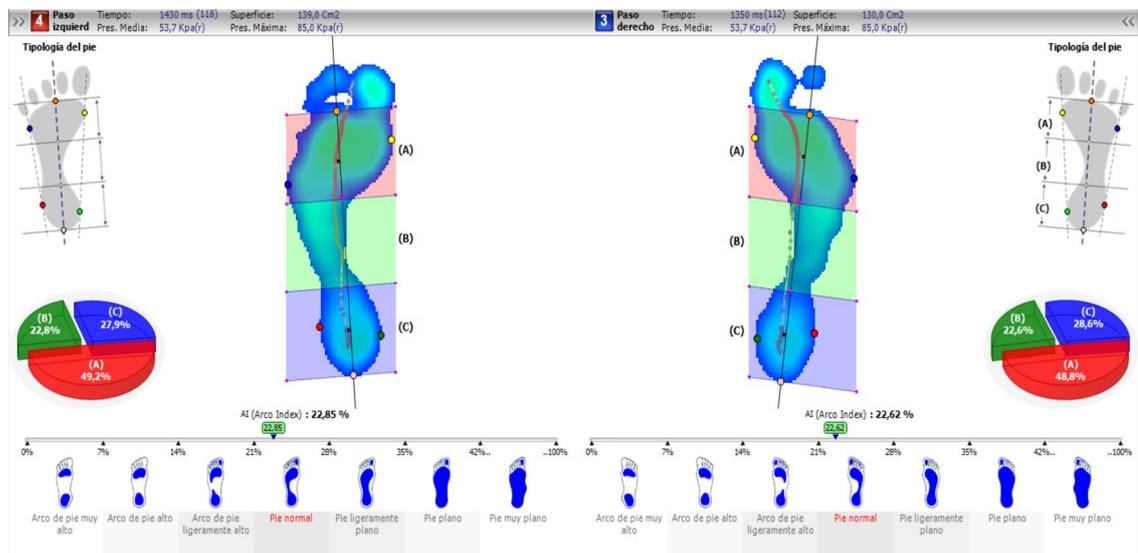


**Ilustración 34-3:** Análisis dinámico topología del pie con 5 Kg.

Fuente: Ecofoot+

**Prueba 2 – con 15 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el cuarto paso donde se genera una presión máxima de 85,0 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 22,85% el cual nos da una topología de pie normal, mientras que el pie derecho se muestra en el tercer paso una presión máxima 85,0 Kpa generando un índice de arco de 22,62% el cual nos da una topología de pie tipo normal, confirmando que la distribución del peso uniforme se produce en mayor medida en un pie de tipo

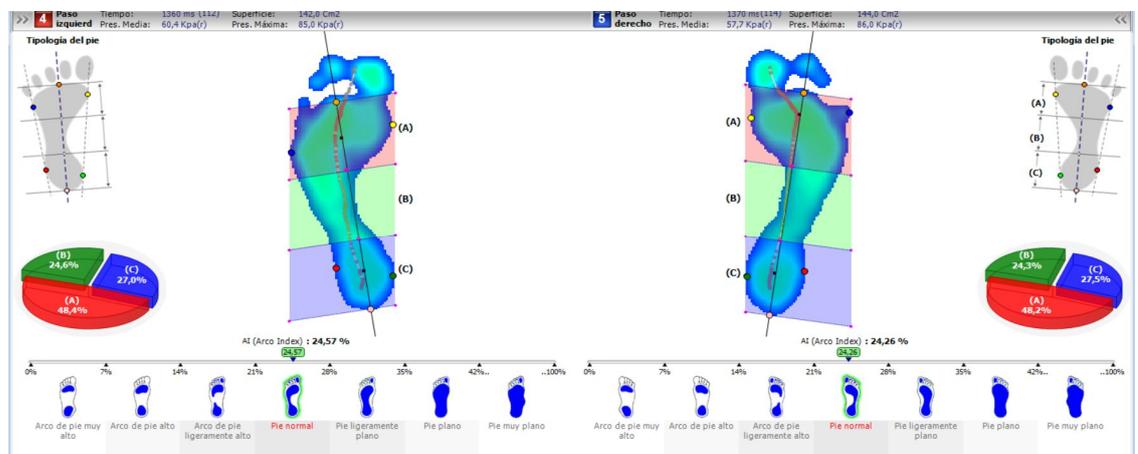
normal, con lo cual se puede verificar que no existe un riesgo de lesiones futuras con la aplicación de este peso, la figura 35-2 muestra el estudio realizado.



**Ilustración 35-3:** Análisis dinámico topología del pie con 15 Kg.

Fuente: Ecofoot+

**Prueba 3 – con 25 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el cuarto paso donde se genera una presión máxima de 85,0 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 24,57% el cual nos da una topología de pie normal, mientras que el pie derecho se muestra en el quinto paso una presión máxima 86,0 Kpa generando un índice de arco de 24,26% el cual nos da una topología de pie tipo normal, confirmando que la distribución del peso uniforme se produce en mayor medida en un pie de tipo normal, con lo cual se puede verificar que no existe un riesgo de lesiones futuras con la aplicación de este peso, la figura 36-2 muestra el estudio realizado.

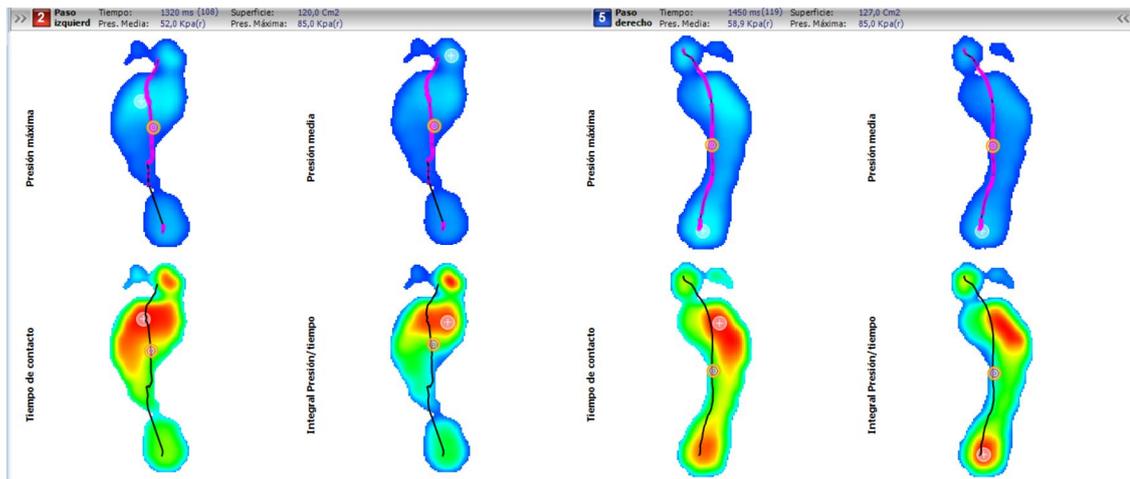


**Ilustración 36-3:** Análisis dinámico topología del pie con 25 Kg.

Fuente: Ecofoot+

- **Análisis dinámico paso por defecto**

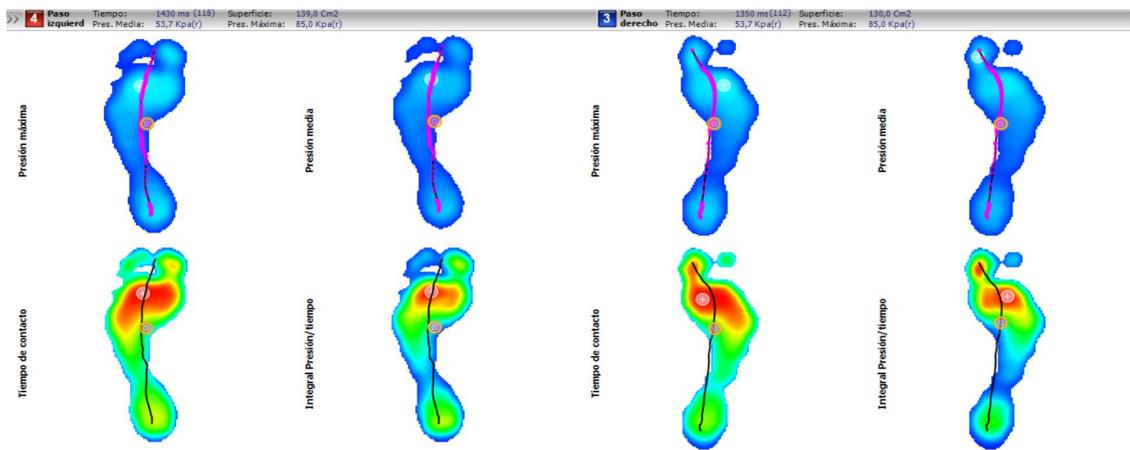
**Prueba 1 – con 5 Kg:** La figura 37-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento con un peso de 5 Kg en la manipulación de cargas, se nota sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la mayor presión ejercida en la zona de los falanges y metatarsos en esta parte existe mayor presión en la posición de pie, cuando se ejerce movimiento.



**Ilustración 37-3:** Análisis dinámico paso por defecto con 5 Kg.

Fuente: Ecofoot+

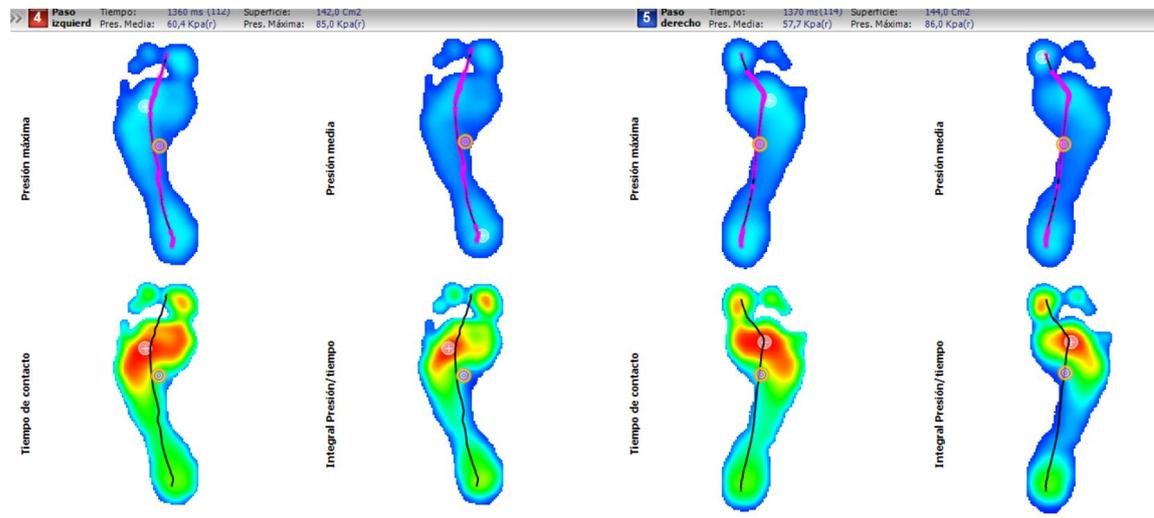
**Prueba 3 – con 15 Kg:** La figura 38-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento con un peso de 5 Kg en la manipulación de cargas, se nota sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la mayor presión ejercida en la zona de los falanges y metatarsos en esta parte existe mayor presión en la posición de pie, cuando se ejerce movimiento.



**Ilustración 38-3:** Análisis dinámico pasó por defecto con 15 Kg.

Fuente: Ecofoot+

**Prueba 5 – con 25 Kg:** La figura 39-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento con un peso de 5 Kg en la manipulación de cargas, se nota sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la mayor presión ejercida en la zona de los falanges y metatarsos en esta parte existe mayor presión en la posición de pie, cuando se ejerce movimiento.

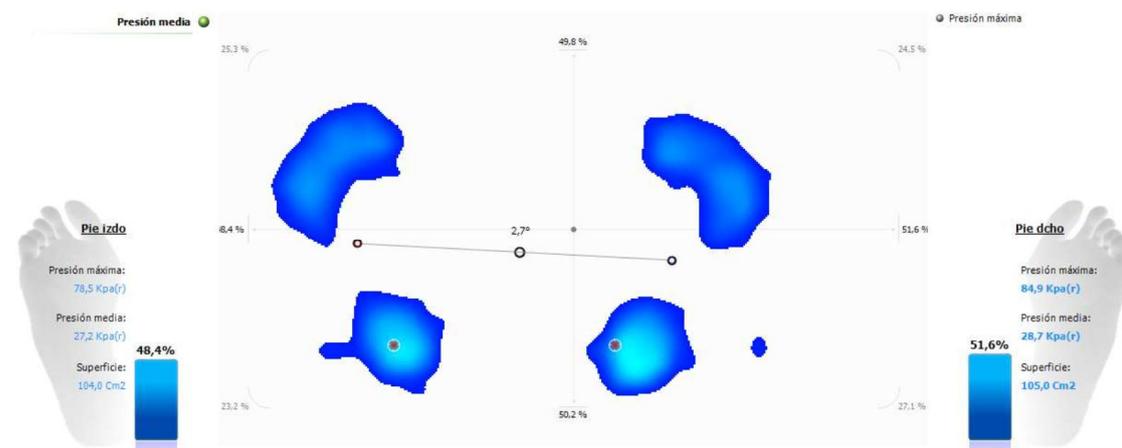


**Ilustración 39-3:** Análisis dinámico paso por defecto con 25 Kg.

Fuente: Ecofoot+

### 3.5.5.3. Paciente con patología de pie cavo

- Análisis estático sin peso
- Datos generales



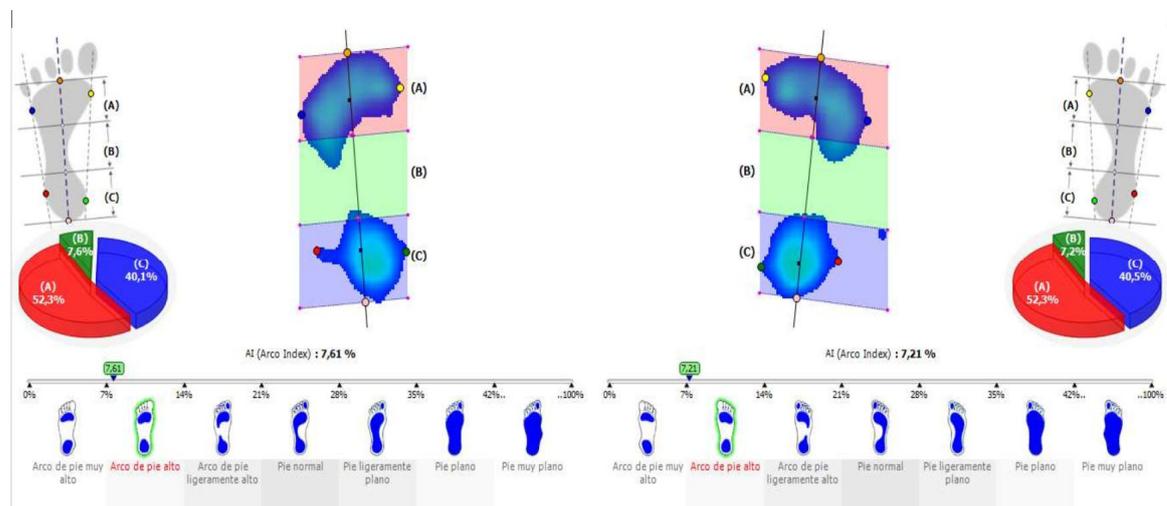
**Ilustración 40-3:** Datos generales sin peso

Fuente: Ecofoot+

La figura 40-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 48,4% para el pie izquierdo y con un 51,6% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 78,5 Kpa, una presión media en el ante pie de 27,2 Kpa en una superficie de contacto de 104  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 84,9 Kpa, una presión media en el retro pie de 28,7 Kpa en una superficie de 105  $cm^2$ .

### - Patología sin peso

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



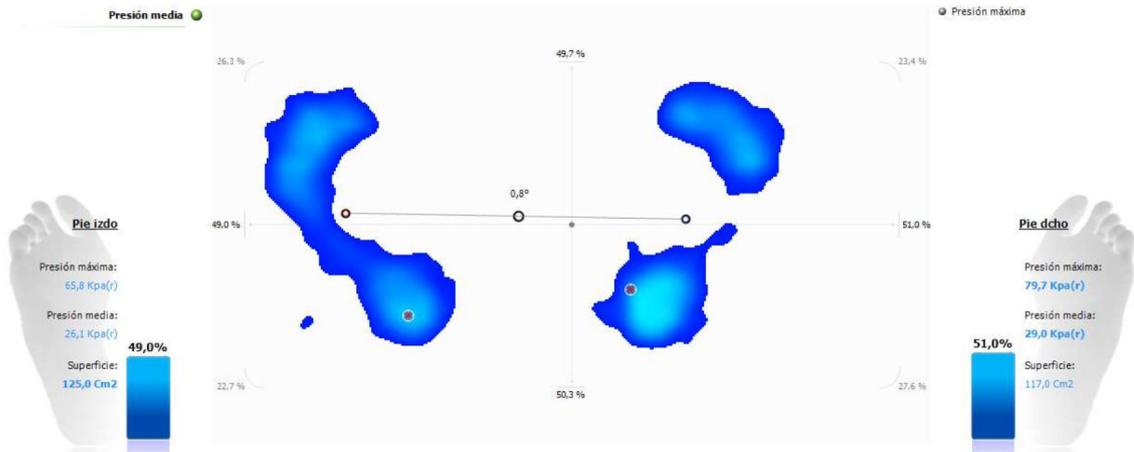
**Ilustración 41-3:** Topología del pie (Arco de pie alto sin peso)

Fuente: Ecofoot+

La figura 41-2, muestra la patología del paciente como un Pie cavo con un arco de pie alto por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de cargas de diferentes pesos. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 7,61%; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 7,21% el cual representa que su topología de pie cavo con un arco de pie alto tanto en el pie izquierdo como derecho.

- **Análisis estático con 5 kg**

- **Datos generales**



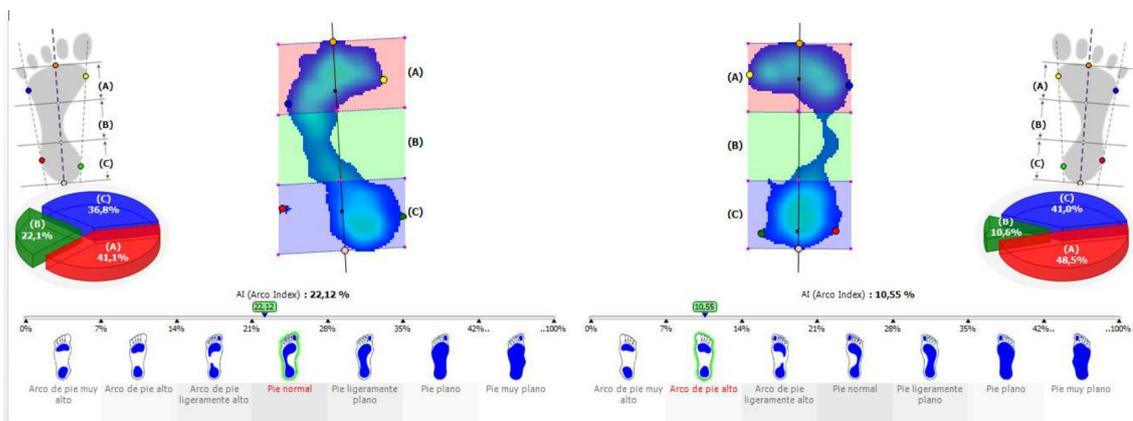
**Ilustración 42-3:** Datos generales con 5 kg

Fuente: Ecofoot+

La figura 42-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 49% para el pie izquierdo y con un 51% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 65,8 Kpa, una presión media en el ante pie de 26,1 Kpa en una superficie de contacto de 125 cm<sup>2</sup>; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 79,7 Kpa, una presión media en el retro pie de 29 Kpa en una superficie de 117 cm<sup>2</sup>.

- **Patología con 5 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



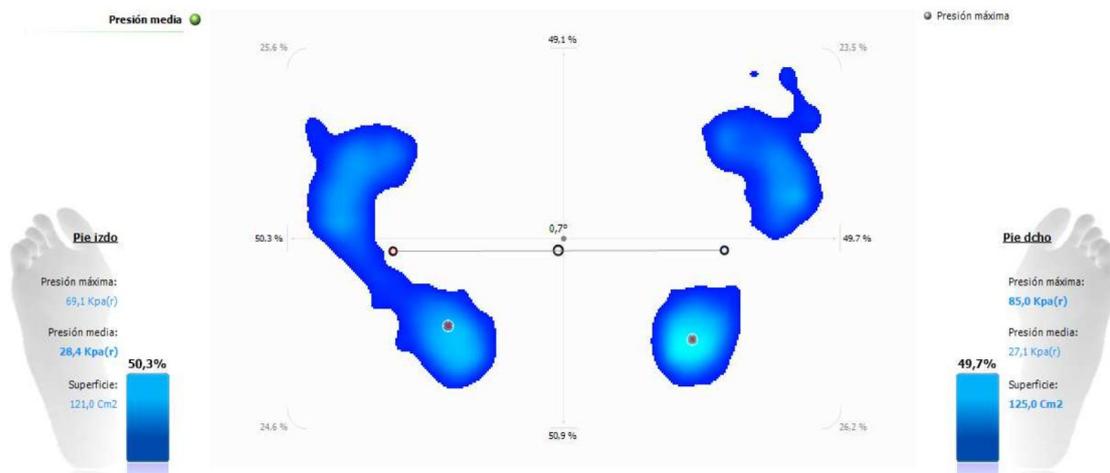
**Ilustración 43-3:** Topología del pie (Arco de pie alto con 5kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 43-2, muestra la patología del paciente por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de esta carga. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 22,1% dando como una patología de pie normal; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 10,55% el cual representa que su topología de pie cavo con un arco de pie alto.

- **Análisis estático con 10 kg**

- **Datos generales**



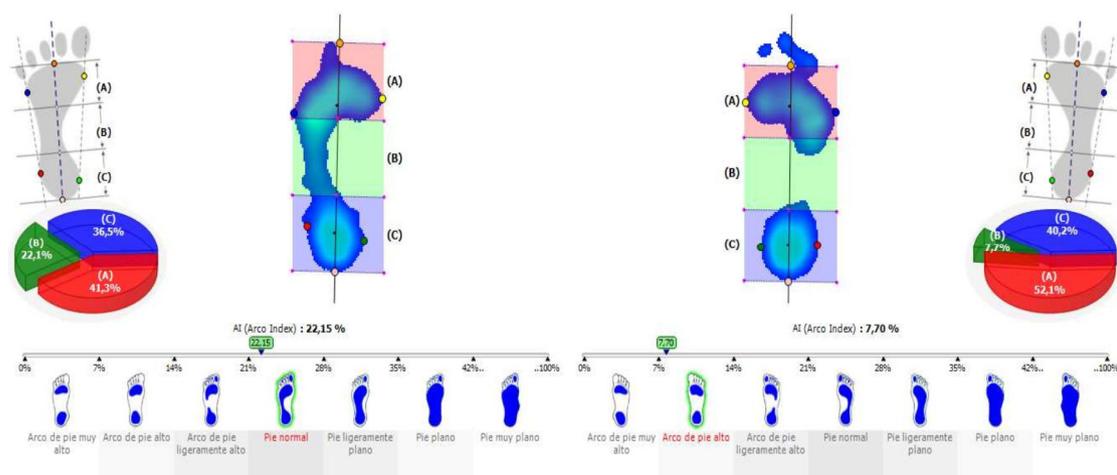
**Ilustración 44-3:** Datos generales con 10kg

Fuente: Ecofoot+

La figura 44-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 50,3% para el pie izquierdo y con un 49,7% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 69,1 Kpa, una presión media en el ante pie de 28,4 Kpa en una superficie de contacto de 121 cm<sup>2</sup>; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 85 Kpa, una presión media en el retro pie de 27,1 Kpa en una superficie de 125 cm<sup>2</sup>.

- **Patología con 10 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



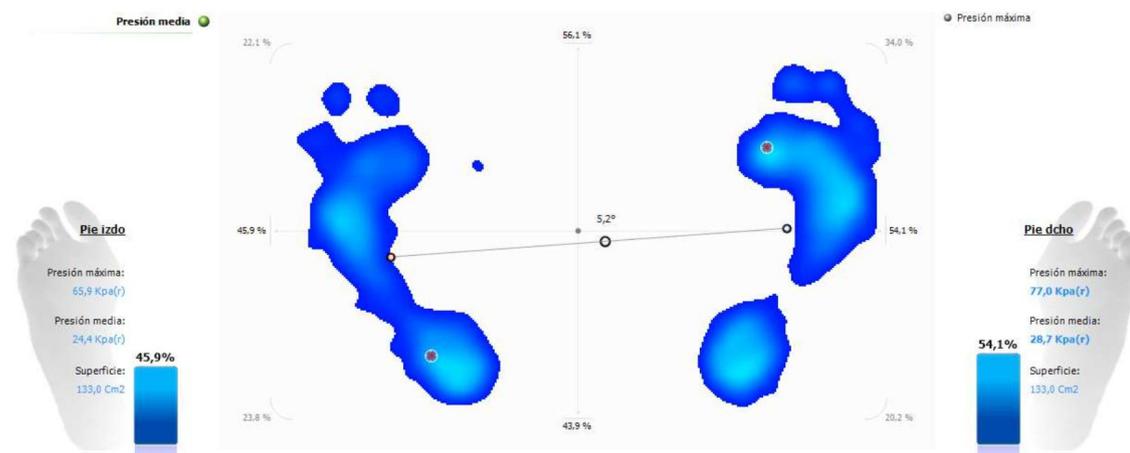
**Ilustración 45-3:** Topología del pie (Arco de pie alto con 10kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 45-2, muestra la patología del paciente por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de esta carga. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 22,15% dando como una patología de pie normal; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 7,70% el cual representa que su topología de pie cavo con un arco de pie alto.

- **Análisis estático con 15 kg**

- **Datos generales**



**Ilustración 46-3:** Datos generales con 15kg

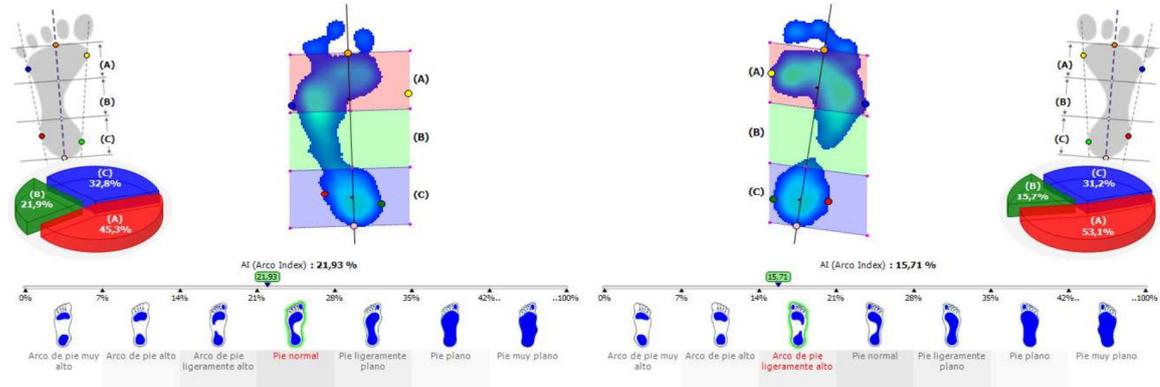
Fuente: Ecofoot+

La figura 46-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 45,9% para el pie izquierdo y con un 54,1% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 65,9 Kpa, una presión media en el ante pie de 24,4 Kpa en una superficie

de contacto de  $133 \text{ cm}^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de  $77 \text{ Kpa}$ , una presión media en el retro pie de  $28,7 \text{ Kpa}$  en una superficie de  $133 \text{ cm}^2$ .

### - Patología con 15 kg

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



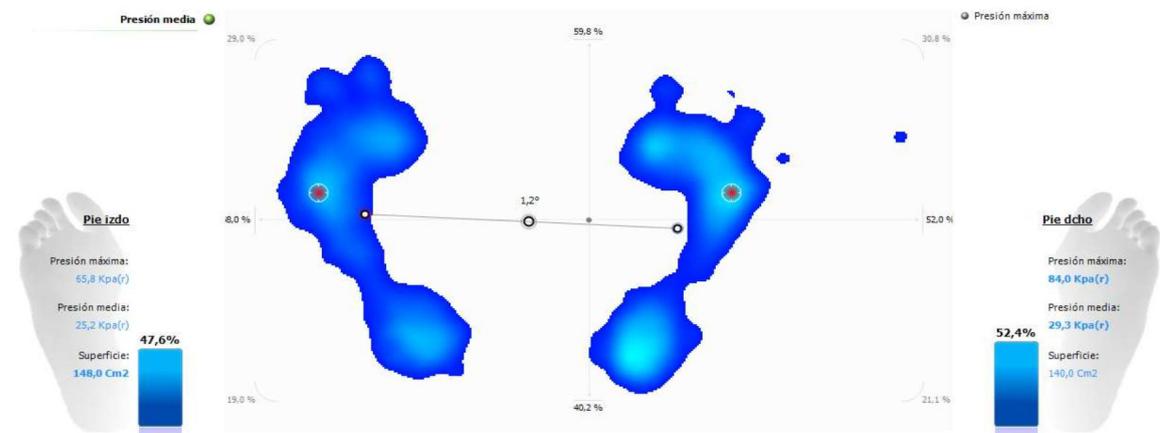
**Ilustración 47-3:** Topología del pie (Arco de pie alto con 15kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 47-2, muestra la patología del paciente por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de esta carga. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de  $21,93\%$  dando como una patología de pie normal; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de  $15,71\%$  el cual representa que su topología de pie cavo con un arco de pie ligeramente alto.

### • Análisis estático con 20 kg

#### - Datos generales



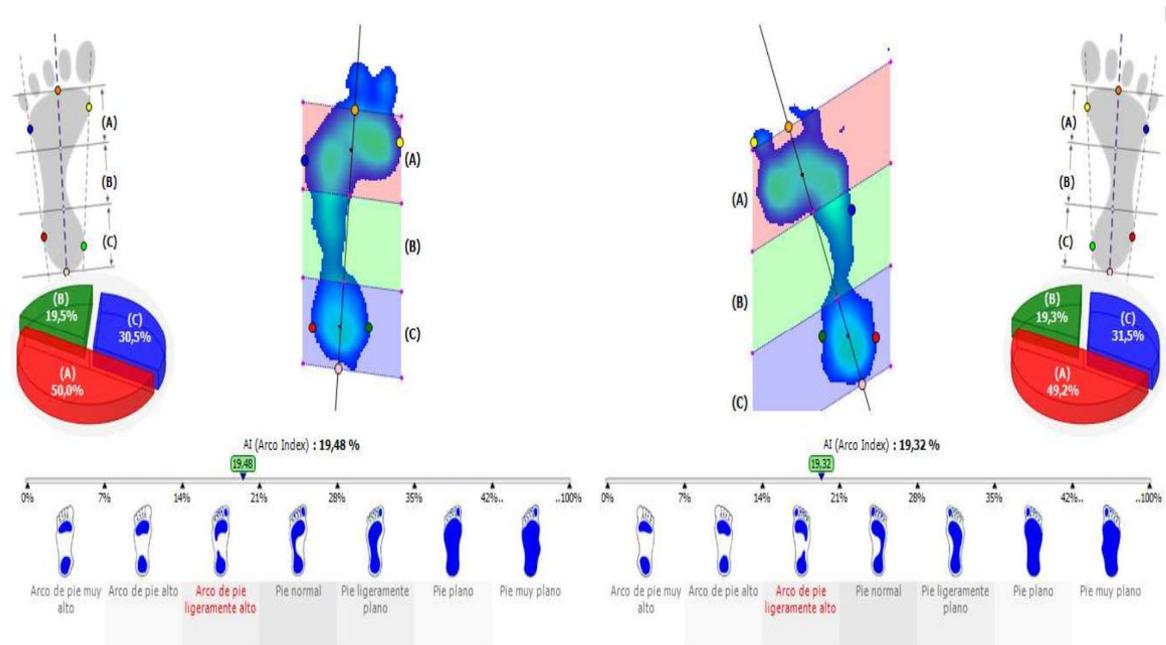
**Ilustración 48-3:** Datos generales con 20kg

Fuente: Ecofoot+

La figura 48-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 47,6% para el pie izquierdo y con un 52,4% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 65,8 Kpa, una presión media en el ante pie de 25,2 Kpa en una superficie de contacto de 148  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 84 Kpa, una presión media en el retro pie de 29,3 Kpa en una superficie de 140  $cm^2$ .

### - Patología con 20 kg

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.

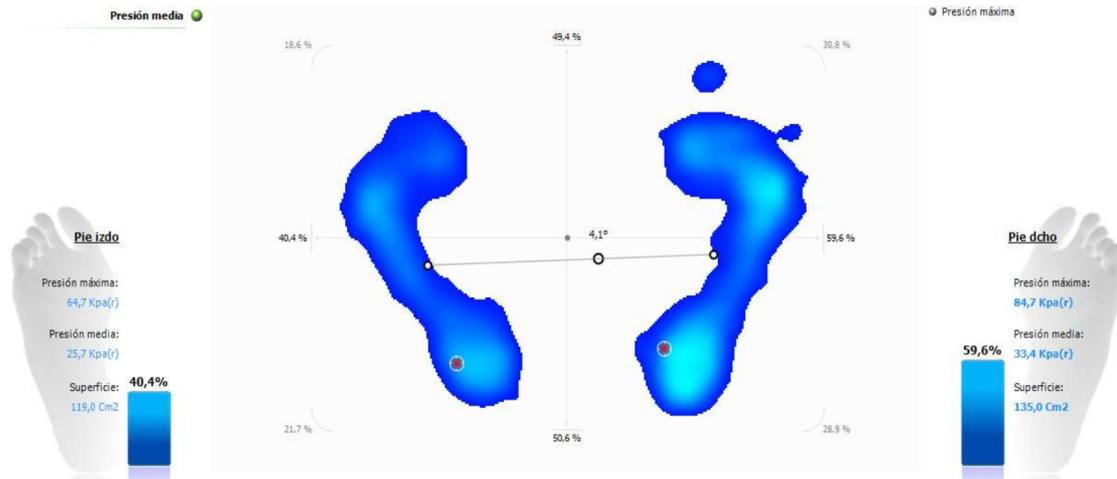


**Ilustración 49-3:** Topología del pie (Arco de pie alto con 20kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 49-2, muestra la patología del paciente por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de esta carga. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 19,48% dando como una patología de pie cavo con un arco de pie ligeramente alto; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 19,32% el cual representa que su topología de pie cavo con un arco de pie ligeramente alto.

- **Análisis estático con 25 kg**
- **Datos generales**



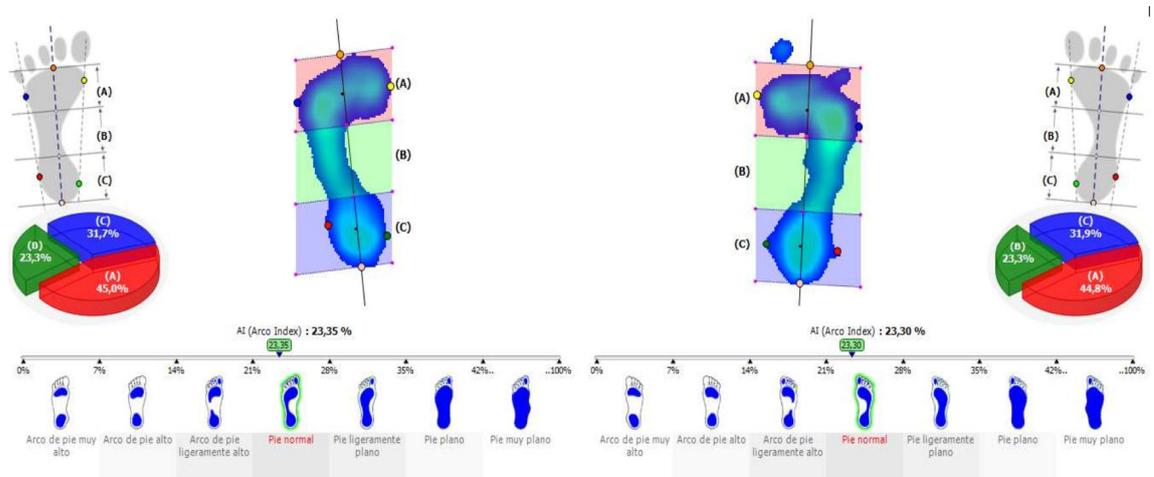
**Ilustración 50-3:** Datos generales con 25kg

Fuente: Ecofoot+

La figura 50-2, nos muestra el porcentaje de balance del cuerpo con 40,4% para el pie izquierdo y con un 59,6% para el pie derecho, por lo tanto, las presiones máximas en el pie izquierdo en la zona del retro pie son de 64,7 Kpa, una presión media en el ante pie de 25,7 Kpa en una superficie de contacto de 119  $cm^2$ ; mientras tanto en el pie derecho con una presión máxima en el ante pie de 84,7 Kpa, una presión media en el retro pie de 33,4 Kpa en una superficie de 135  $cm^2$ .

- **Patología con 25 kg**

En este análisis se puede comprobar la patología del paciente verificando que su pie es normal y se procederá a realizar un análisis dinámico con los diferentes pesos.



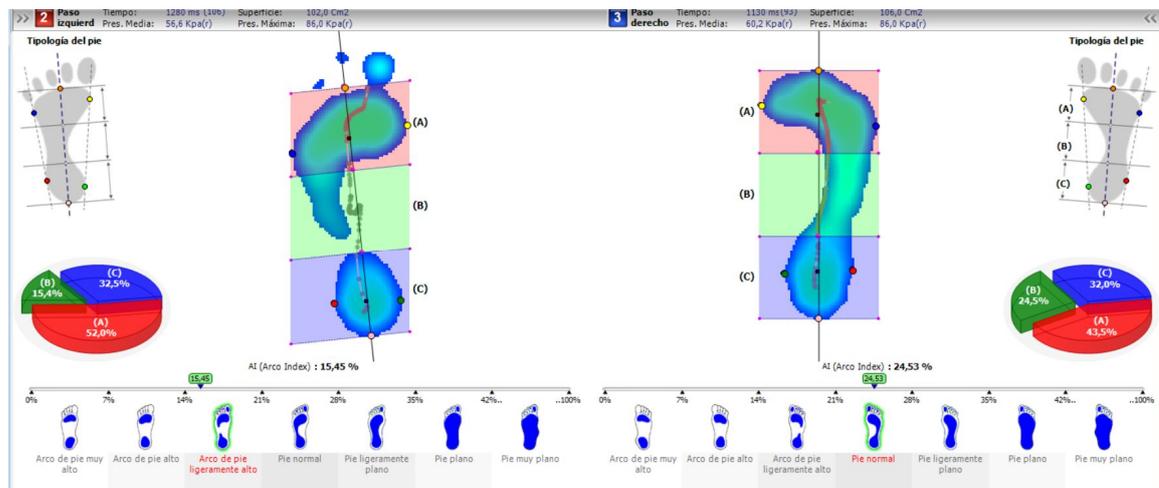
**Ilustración 51-3:** Topología del pie (Arco de pie alto con 25kg)

Fuente: Ecofoot+

La figura 51-2, muestra la patología del paciente por lo cual se procedió hacer un análisis correspondiente del efecto que puede generar en la huella plantar al momento de la manipulación de esta carga. Se puede observar la presión que genera en las divisiones de la huella plantar en el pie izquierdo en el medio pie con un índice de arco de 23,35% dando como una patología de pie normal; mientras que en el pie derecho se observa el valor en medio pie con índice de arco de 23,30% el cual representa que su topología de pie normal.

- **Análisis dinámico topología del pie**

**Prueba 1 – con 5 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el segundo paso donde se genera una presión máxima de 86,0 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 15,45% el cual nos da una topología de un arco de pie ligeramente alto, mientras que el pie derecho se muestra en el tercer paso una presión máxima 86,0 Kpa generando un índice de arco de 24,53% el cual nos da una topología de pie tipo normal, mientras que si es otro tipo de pie se presenta distribuciones de peso inadecuada que pueden generar problemas de salud posteriores, este efecto genera con la implementación de carga, la figura 52-2 muestra el estudio realizado.

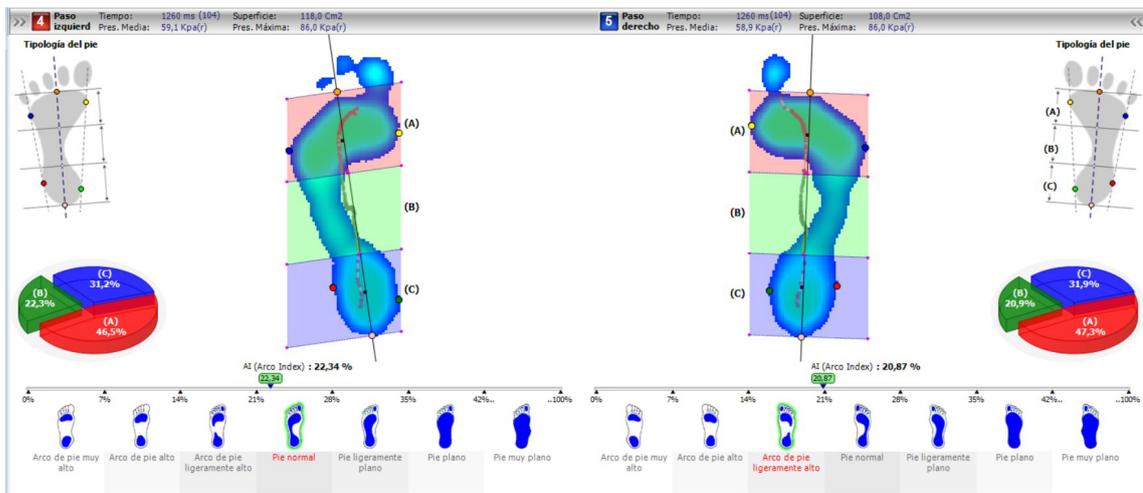


**Ilustración 52-3:** Análisis dinámico topología del pie con 5 Kg.

Fuente: Ecofoot+

**Prueba 2 – con 15 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el cuarto paso donde se genera una presión máxima de 86,0 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 22,34% el cual nos da una topología de un arco de pie normal, mientras que el pie derecho se muestra en el quinto paso una presión máxima 86,0 Kpa generando un índice de arco de 20,87% el cual nos da una topología de arco de pie ligeramente alto, mientras que si es otro tipo de pie se presenta distribuciones de peso

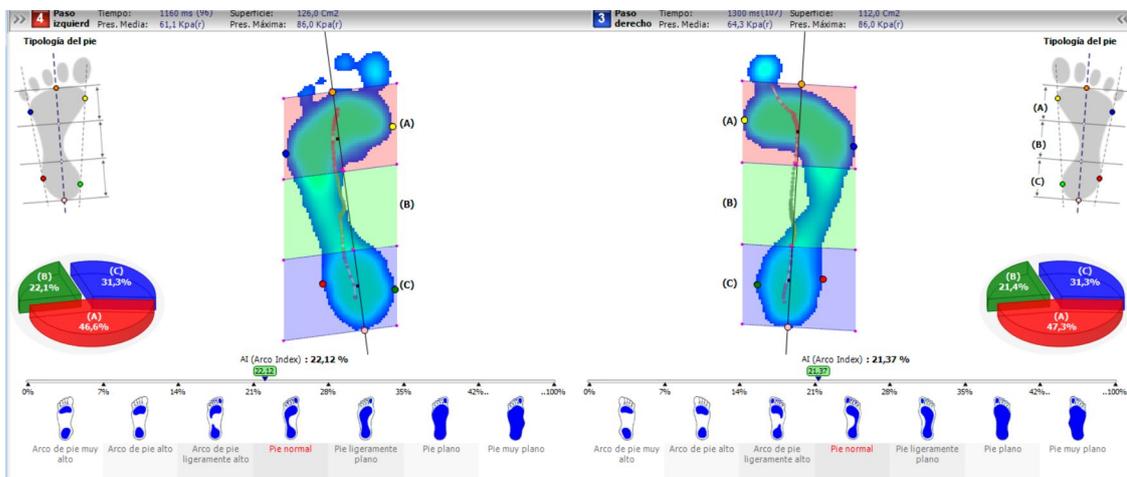
inadecuada que pueden generar problemas de salud posteriores, este efecto genera con la implementación de carga, la figura 53-2 muestra el estudio realizado.



**Ilustración 53-3:** Análisis dinámico topología del pie con 15 Kg.

Fuente: Ecofoot+

**Prueba 3 – con 25 Kg:** En este estudio realizado se muestra la topología del pie en la misma persona, el cual muestra el pie izquierdo en el cuarto paso donde se genera una presión máxima de 86,0 Kpa generando un índice de arco en medio pie de 22,12% el cual nos da una topología de pie normal, mientras que el pie derecho se muestra en el tercer paso una presión máxima 86,0 Kpa generando un índice de arco de 21,37% el cual nos da una topología de arco de pie normal, mientras que si es otro tipo de pie se presenta distribuciones de peso inadecuada que pueden generar problemas de salud posteriores, este efecto genera con la implementación de carga, la figura 54-2 muestra el estudio realizado.

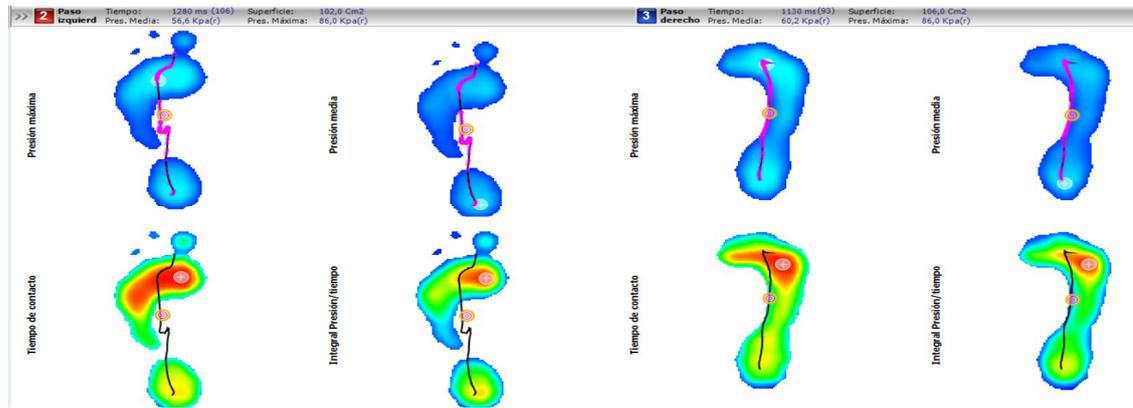


**Ilustración 54-3:** Análisis dinámico topología del pie con 25 Kg.

Fuente: Ecofoot+

- **Análisis dinámico paso por defecto**

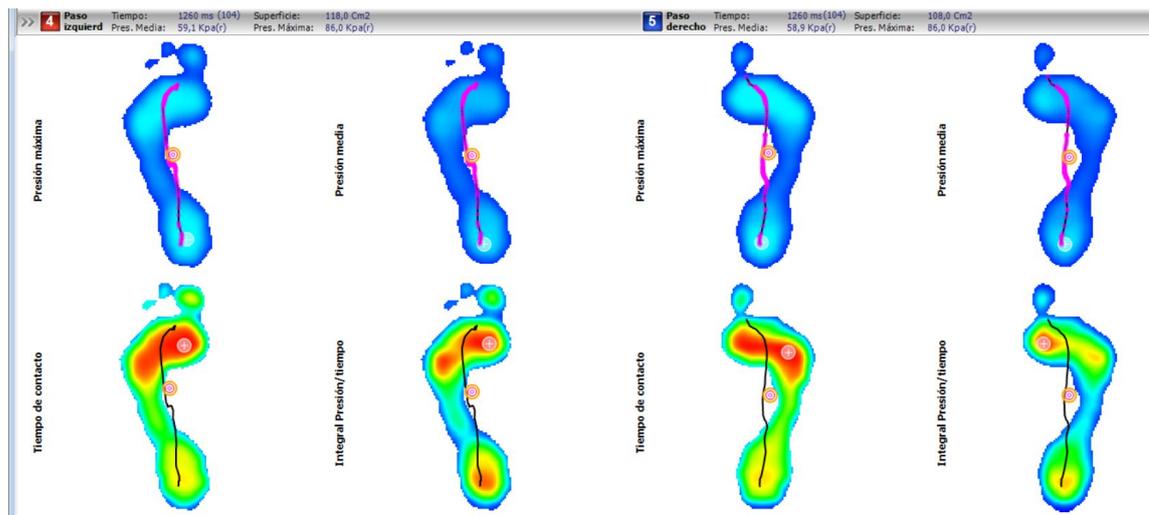
**Prueba 1 – con 5 Kg:** La figura 55-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento con un peso de 5 Kg en la manipulación de cargas, se nota sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la mayor presión ejercida en la zona de los falanges y metatarsos en esta parte existe mayor presión en la posición de pie, cuando se ejerce movimiento.



**Ilustración 55-3:** Análisis dinámico pasó por defecto con 5 Kg.

Fuente: Ecofoot+

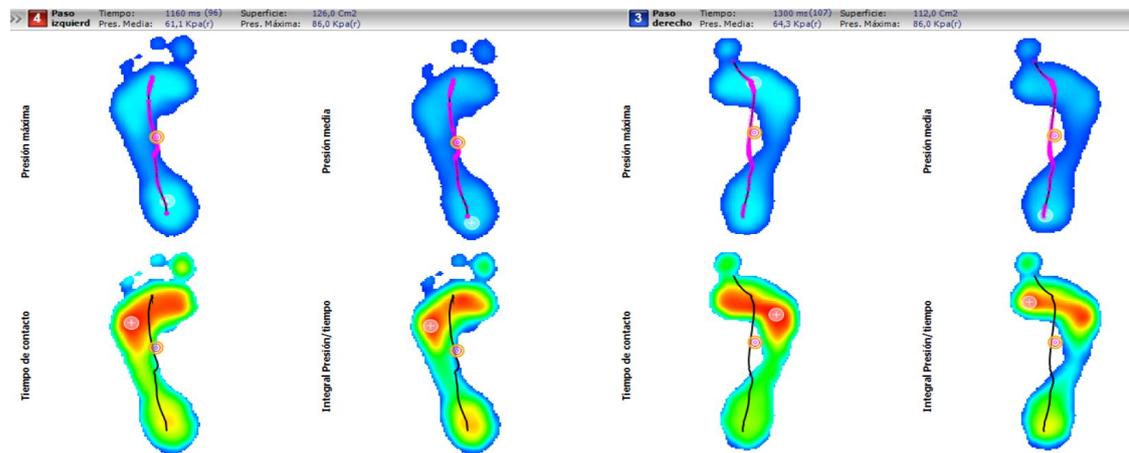
**Prueba 2 – con 15 Kg:** La figura 56-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento con un peso de 5 Kg en la manipulación de cargas, se nota sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la mayor presión ejercida en la zona de los falanges y metatarsos en esta parte existe mayor presión en la posición de pie, cuando se ejerce movimiento.



**Ilustración 56-3:** Análisis dinámico pasó por defecto con 15 Kg.

Fuente: Ecofoot+

**Prueba 3 – con 25 Kg:** La figura 57-2, muestra las imágenes percibidas por el sensor de la plataforma, al realizar un movimiento con un peso de 5 Kg en la manipulación de cargas, se nota sectores con colores infra rojos en el que se genera mayor presión, en la imagen se puede observar la mayor presión ejercida en la zona de los falanges y metatarsos en esta parte existe mayor presión en la posición de pie, cuando se ejerce movimiento.



**Ilustración 57-3:** Análisis dinámico pasó por defecto con 25 Kg.

Fuente: Ecofoot+

### 3.5.6. Cuarta fase: valoración biomecánica software ISEN 3D

Valoración Biomecánica con el software de análisis de movimiento ISEN 3D, cada evaluación duró aproximadamente una hora, durante la cual se tomaron un total de 10 repeticiones con cada participante con la aplicación de diferentes pesos tales como (5, 10, 15, 20, 25) Kg, en el cual se procedió a realizar un estudio: 12 variables de postura, 50 pruebas específicas de análisis biomecánico.

#### 3.5.6.1. Apartado 1: Selección de interfaz gráfica.

Se procede a la selección de una interfaz de análisis identificando el área específica para la base a la definición de los puntos de ubicación para los sensores los mismos que arrojarán resultados del análisis específico, además se identificara los tipos de movimientos que el software ISEN 3D estudia específicamente para finalmente proceder a la ejecución de las pruebas que me ayuden a identificar el tipo de huella plantar con lo cual se procederá a tomar decisiones bajo los resultados obtenidos en estas pruebas.

1.- Selección de la interfaz gráfica del software, se procede a seleccionar en la lista de los diferentes análisis que nos facilita este software siendo estos, el análisis de marcha, deportes, evaluación física, entre otros

Lista de protocolos	
Análisis de marcha	+
Deportes	+
Evaluación física	+
No IMU	1
Sensores individuales	1-7

Figura 58-2: Paso 1, lista de protocolos

Fuente: Software ISEN 3D motion Analyser, 2021

Selección de protocolo

Lista de protocolos	
Análisis de marcha	+
Deportes	+
Evaluación física	-
Tren inferior	+
Tren superior	+
No IMU	1
Sensores individuales	1-7

Ilustración 58-3: Paso 2, selección del tren inferior

Fuente: Software ISEN 3D motion Analyser, 2021.

2.- Selección del área específica que dentro del protocolo de evaluación para la aptitud de trabajadores en la manipulación de cargas se toma como referencia uno de los protocolos de ubicación de los sensores inerciales para la utilización del software ISEN 3D

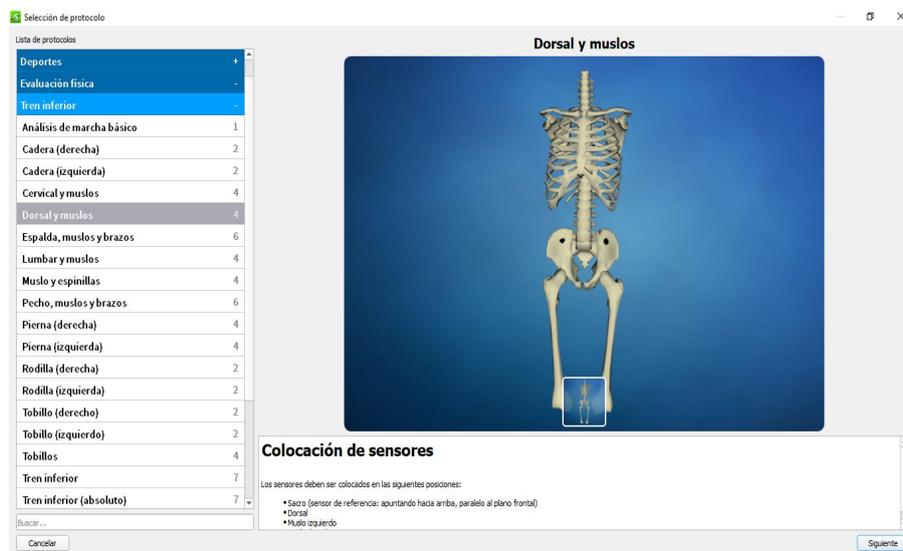


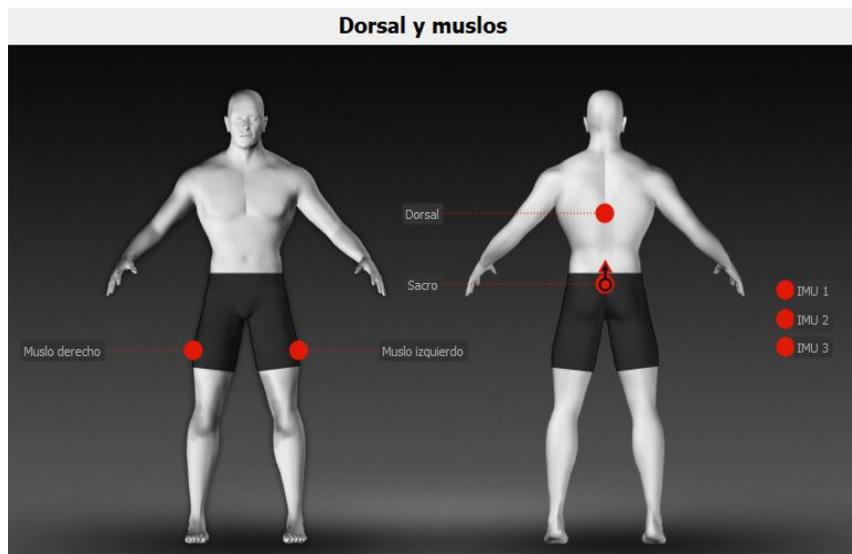
Ilustración 59-3: Paso 3, zona dorsal y muslos.

Fuente: Software ISEN 3D motion Analyser, 2021

3.- La ubicación de los sensores deben ser en las siguientes posiciones, estas son designadas por el software ISEN 3D

- Sacro (sensor de referencia: apuntando hacia arriba, paralelo al plano frontal)
- Dorsal
- Muslo izquierdo
- Muslo derecho, los cuales se muestran en las figuras que aparecen en el software, como se posicionan los puntos en el muslo derecho, el muslo izquierdo, la región dorsal y la región del sacro.

Se seleccionó la ubicación de los sensores en estos sitios, porque al momento de realizar el levantamiento de cargas independientemente del peso que sea levantado, los puntos de apoyo en las articulaciones se ven reflejado en la región de la columna vertebral, la región lumbar debido a las lesiones que se pueden originar al momento de una incorrecta manipulación de cargas ocasionado por un excesivo peso y por una mala postura.

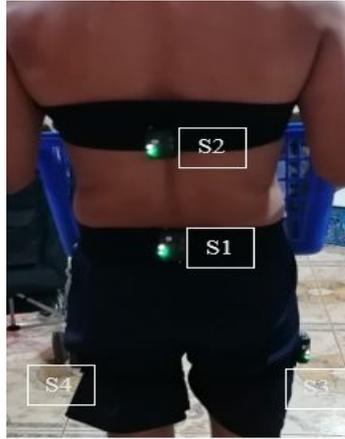


**Ilustración 60-3:** Paso 4. Ubicación de sensores

Fuente: Software ISEN 3D motion Analyser, 2021

### 3.5.6.2. Apartado 2: Selección y ubicación de sensores

Una vez seleccionada la ubicación exacta de los sensores se procede a verificar los valores iniciales con el software ISEN 3D que debería tomar como referencia al momento de empezar las pruebas para lo cual se presenta una tabla con los valores referenciales tanto de sus acelerómetros como de sus giroscopios, para lo cual se colocó los sensores bajo las estrictas condiciones anatómicas ubicando el sensor principal en el sacro, el segundo sensor en la zona dorsal y los sensores de los muslos se ubicó siguiendo un parámetro de medición, el mismo que va desde la cadera hasta la rodilla tomando la mitad de esa distancia tanto para el muslo derecho como para el izquierdo, logrando así unos valores con más exactitud.



**Ilustración 61-3:** Ubicación del sensor

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

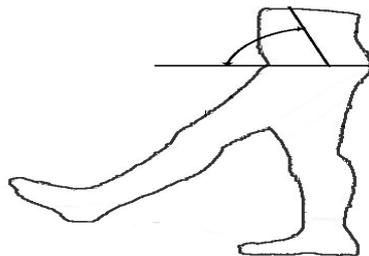
**Tabla 3-3:** Valores iniciales en los sensores

		sensor 1	sensor 2	sensor 3	sensor 4
Cuaternión X		0,53	-0,36	0,41	-0,58
Cuaternión Y		-0,43	-0,59	-0,56	-0,4
Cuaternión Z		0,47	-0,53	0,60	-0,42
Cuaternión W		0,55	0,50	0,38	0,58
Ángulo Absoluto	°	113,1	120,5	134,9	109,7
Ángulo de rotación X	°	72,1	79,9	-86,1	-87,2
Ángulo de rotación Y	°	-19,4	158,3	179,7	4,3
Ángulo de rotación Z	°	-79,1	-74,4	-68,7	-70,7
Ángulo de rotación X(vert.) X	°	10,9	15,6	21,3	19,3
Ángulo de rotación X(vert.) Y	°	79,6	74,6	11,2	109,3
Ángulo de rotación X(vert.) Z	°	86,7	87,3	88,6	89,1

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

### 3.5.6.3. Apartado 3: Identificación de los tipos de movimiento

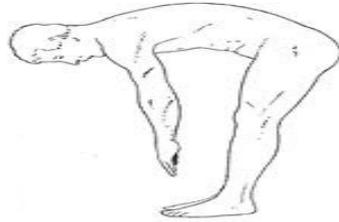
**Movimiento 1 inclinación de la pelvis:** En base a la revisión bibliográfica se pudo identificar que la amplitud de movimiento de la inclinación pélvica se encuentra cerca de 12° variando de 5 a 30°. La pendiente sacra se encuentra en torno a 40° con un rango entre 20-65°. (García de Sola, 2018)



**Ilustración 62-3:** Inclinación de la pelvis

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis

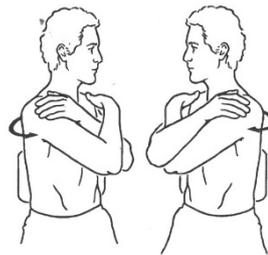
**Movimiento 2 Flexión-extensión de pelvis a espalda:** En base a la revisión bibliográfica se pudo identificar que la amplitud de movimiento requiere evaluar la flexión con un rango de 0-80°, y la extensión de 0-30°. (Muniagurria & Baravalle, s.f.)



**Ilustración 63-3:** Flexión-extensión de pelvis a espalda

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis.

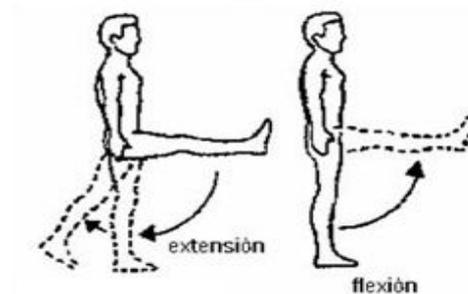
**Movimiento 3 rotación de pelvis:** En base a la revisión bibliográfica se pudo identificar que la amplitud de movimiento de la rotación de la pelvis de 0-30°. (Muniagurria & Baravalle, s.f.)



**Ilustración 64-3:** Rotación de pelvis

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis

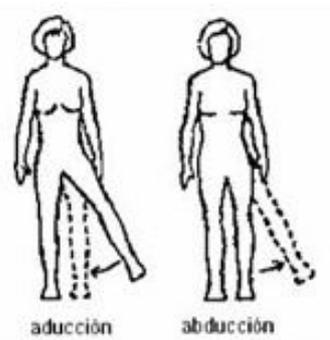
**Movimiento 4 flexión de cadera- extensión:** En base a la revisión bibliográfica se pudo identificar que la amplitud de movimiento de flexión de cadera es de 140°-160°, y una extensión de 20°. (Angulo Carrere & Álvarez Méndez, 2009)



**Ilustración 65-3:** Flexión de cadera- extensión

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis

**Movimiento 5 abducción-Aducción de Cadera:** En base a la revisión bibliográfica se pudo identificar que la amplitud de movimiento de abducción (ABD) y aducción (ADD) es de unos 15°. (Angulo Carrere & Álvarez Méndez, 2009).



**Ilustración 66-3:** Abducción-Aducción de Cadera

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis

#### 3.5.6.4. Apartado 4: Ejecución de las pruebas con la utilización del software ISEN 3D

#### **Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de pie plano**

**Tabla 4-3:** Análisis en intervalo personalizado pie plano

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	8,14°	-21,73°	29,87°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	36,04°	-8,23°	44,27°
Rotación de pelvis	10,21°	-8,75°	18,97°
Flexión-extensión de cadera derecha	64,79°	-16,73°	81,53°
Flexión-extensión de cadera izquierda	61,95°	-18,13°	80,08°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	17,86°	-11,22°	29,07°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	12,27°	-11,25°	23,52°
Rotación de cadera derecha	21,04°	-6,18°	27,22°
Rotación de cadera izquierda	13,92°	-5,44°	19,36°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	98,07°	-20,52°	118,59°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	96,68°	-21,62°	118,30°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	4,78°	-4,97°	9,75°

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

En la tabla 4-2, se observa los resultados obtenidos del promedio generalizado del paciente después de haber realizado las 10 pruebas con cada uno de los pesos es decir de (5, 10, 15, 20, 25) kg con patología de pie ligeramente plano (ANEXO 2), para lo cual se realiza una tabla comparativa con los valores referenciales obtenidos bajo criterio de una revisión bibliográfica.

**Tabla 5-3:** Valores de amplitud de movimiento

Comparación de resultados	Amplitud de movimiento	Resultados obtenidos
Inclinación de la pelvis	20°-65°	29,87°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	0°-80°	44,27°
Rotación de pelvis	0°-30°	18,97°
Flexión-extensión de cadera derecha	0°-140° o 160°	81,53°
Flexión-extensión de cadera izquierda	0°-140° o 160°	80,08°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	15°-90°	29,07°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	15°-90°	23,52°
Rotación de cadera derecha	60°	27,22°
Rotación de cadera izquierda	60°	19,36°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	125°	118,59°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	125°	118,30°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	35°	9,75°

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

**Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de pie normal.****Tabla 6-3:** Análisis en intervalo personalizado pie normal

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	8,47°	-18,06°	<b>26,53°</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	45,45°	-13,56°	<b>59,02°</b>
Rotación de pelvis	5,90°	-8,59°	<b>14,49°</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	51,31°	-14,69°	<b>66,00°</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	59,05°	-17,88°	<b>76,93°</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	25,60°	-13,74°	<b>39,34°</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	24,70°	-15,73°	<b>40,42°</b>
Rotación de cadera derecha	19,12°	-19,59°	<b>38,70°</b>
Rotación de cadera izquierda	18,51°	-11,34°	<b>29,85°</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	93,47°	-28,55°	<b>122,01°</b>
Flexión-extensión del fémur izquierdo a espalda	104,42°	-28,35°	<b>132,77°</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	8,63°	-7,55°	<b>16,18°</b>

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

En la tabla 6-2, se observa los resultados obtenidos del promedio generalizado del paciente después de haber realizado las 10 pruebas con cada uno de los pesos es decir de (5, 10, 15, 20,

25) kg con patología de pie normal (ANEXO 1), para lo cual se realiza una tabla comparativa (Tabla 7-2) con los valores referenciales obtenidos bajo criterio de una revisión bibliográfica.

**Tabla 7-3:** Valores de amplitud de movimiento

<b>Comparación de resultados</b>	<b>Amplitud de movimiento</b>	<b>Resultados obtenidos</b>
<b>Inclinación de la pelvis</b>	20°-65°	26,53°
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	0°-80°	59,02°
<b>Rotación de pelvis</b>	0°-30°	14,49°
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	0°-140° o 160°	66,00°
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	0°-140° o 160°	76,93°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	15°-90°	39,34°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	15°-90°	40,42°
<b>Rotación de cadera derecha</b>	60°	38,70°
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	60°	29,85°
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	125°	122,01°
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	125°	132,77°
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	35°	16,18°

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

**Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de arco de pie cavo.**

**Tabla 8-3:** Análisis en intervalo personalizado pie cavo

<b>Medida</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Rango</b>
<b>Inclinación de la pelvis</b>	12,03°	-17,38°	<b>29,41°</b>
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	35,95°	-17,65°	<b>53,60°</b>
<b>Rotación de pelvis</b>	8,72°	-11,09°	<b>19,81°</b>
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	54,79°	-32,72°	<b>87,51°</b>
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	56,84°	-38,21°	<b>95,05°</b>
<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	24,98°	-15,73°	<b>40,71°</b>
<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	21,25°	-15,10°	<b>36,35°</b>
<b>Rotación de cadera derecha</b>	30,19°	-9,08°	<b>39,27°</b>
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	29,02°	-5,52°	<b>34,54°</b>
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	88,36°	-48,15°	<b>136,51°</b>
<b>Flexión-extensión del fémur izquierdo a espalda</b>	90,63°	-52,16°	<b>142,79°</b>
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	8,78°	-4,69°	<b>13,46°</b>

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

En la tabla 8-2, se observa los resultados obtenidos del promedio generalizado del paciente después de haber realizado las 10 pruebas con cada uno de los pesos es decir de (5, 10, 15, 20, 25) kg con patología de pie cavo (ANEXO 3), para lo cual se realiza una tabla comparativa (Tabla 9-2) con los valores referenciales obtenidos bajo criterio de una revisión bibliográfica.

**Tabla 9-3:** Valores de amplitud de movimiento

<b>Comparación de resultados</b>	<b>Amplitud de movimiento</b>	<b>Resultados obtenidos</b>
<b>Inclinación de la pelvis</b>	20°-65°	29,41°
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	0°-80°	53,60°
<b>Rotación de pelvis</b>	0°-30°	19,81°
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	0°-140° o 160°	87,51°
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	0°-140° o 160°	95,05°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	15°-90°	40,71°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	15°-90°	36,35°
<b>Rotación de cadera derecha</b>	60°	39,27°
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	60°	34,54°
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	125°	136,51°
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	125°	142,79°
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	35°	13,46°

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Valoración biomecánica análisis de resultados del software ECOFOOT+

En el análisis de la huella plantar se pudo comprobar el tipo de huella plantar de cada paciente donde se optó por estudiar los tres tipos de patologías más comunes que son patología de pie ligeramente plano, pie normal y arco de pie ligeramente alto; donde se pudo verificar que en cada prueba realizada con los pesos específicos de (5, 10, 15, 20 y 25) kg existe una presión extra debido al peso que se esté manipulando dependiendo del tipo de patología, donde al participante con patología de pie normal se identificó que esa presión extra de las cargas manipuladas no generan una presión exagerada la cual pueda generar problemas en su huella plantar y a la vez en su vida cotidiana y laboral, por otro lado los participantes de patología diferente a un pie normal, es decir en los tipos de patología de pie plano y de pie cavo, existe una presión más excesiva porque se pudo observar que mediante la aplicación de los pesos existe una variación de huella plantar forzada debido a la aplicación de los pesos, por lo tanto se recomienda a los operarios que se dediquen a estas actividades la utilización de una plantilla especial recomendada por un especialista la cual ayuda a corregir la huella plantar de forma natural y así pueda realizar este tipo de actividades sin correr ningún riesgo tanto para su integridad física como para la integridad de la empresa en la que esté laborando.

**Tabla 1-4:** Análisis en intervalo personalizado

Porcentaje de balanceo	Pie plano		Pie Normal		Pie Cavo	
	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.
0 kg	Izq.	55,1%	Izq.	54,1%	Izq.	48,4%
	Der.	44,9%	Der.	45,9%	Der.	51,6%
5 kg	Izq.	49%	Izq.	51,4%	Izq.	49%
	Der.	51%	Der.	48,6%	Der.	51%
10 kg	Izq.	49,5%	Izq.	51%	Izq.	50,3%
	Der.	50,5%	Der.	49%	Der.	49,7%
15 kg	Izq.	44,1%	Izq.	49,7%	Izq.	45,9%
	Der.	55,9%	Der.	50,3%	Der.	54,1%
20 kg	Izq.	52,7%	Izq.	46,2%	Izq.	47,6%
	Der.	47,3%	Der.	53,8%	Der.	52,4%
25 kg	Izq.	42,1%	Izq.	47,7%	Izq.	40,4%
	Der.	57,9%	Der.	52,3%	Der.	59,6%

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

## 4.2. Valoración biomecánica análisis de resultados del software ISEN 3D

Realizado el estudio experimental sobre la manipulación de diferentes rangos de cargas realizados en condiciones normales, se procedió a realizar un análisis estadístico en intervalos personalizados en primer lugar de las 10 pruebas de cada participante donde se obtuvo un valor promedio de cada peso realizado (ANEXO 1–60), después de obtener el promedio de cada peso en cada participante se procedió a realizar otro análisis comparativo de los valores obtenidos en cada paciente con los valores de amplitud de movimiento que se designó bajo revisión bibliográfica.

### 4.2.1. Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de pie plano

**Tabla 2-4:** Análisis en intervalo personalizado

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	8,14°	-21,73°	29,87°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	36,04°	-8,23°	44,27°
Rotación de pelvis	10,21°	-8,75°	18,97°
Flexión-extensión de cadera derecha	64,79°	-16,73°	81,53°
Flexión-extensión de cadera izquierda	61,95°	-18,13°	80,08°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	17,86°	-11,22°	29,07°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	12,27°	-11,25°	23,52°
Rotación de cadera derecha	21,04°	-6,18°	27,22°
Rotación de cadera izquierda	13,92°	-5,44°	19,36°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	98,07°	-20,52°	118,59°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	96,68°	-21,62°	118,30°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	4,78°	-4,97°	9,75°

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 3-4:** Comparación de resultados

Comparación de resultados	Amplitud de movimiento	Resultados obtenidos
Inclinación de la pelvis	20°-65°	29,87°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	0-80°	44,27°
Rotación de pelvis	0-30°	18,97°
Flexión-extensión de cadera derecha	140°-160°	81,53°
Flexión-extensión de cadera izquierda	140°-160°	80,08°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	15°-90°	29,07°

Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	15°-90°	23,52°
Rotación de cadera derecha	60°	27,22°
Rotación de cadera izquierda	60°	19,36°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	125°	118,59°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	125°	118,30°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	35°	9,75°

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

#### 4.2.2. Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de pie normal.

Tabla 4-4: Análisis en intervalo personalizado

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	8,47°	-18,06°	26,53°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	45,45°	-13,56°	59,02°
Rotación de pelvis	5,90°	-8,59°	14,49°
Flexión-extensión de cadera derecha	51,31°	-14,69°	66,00°
Flexión-extensión de cadera izquierda	59,05°	-17,88°	76,93°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	25,60°	-13,74°	39,34°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	24,70°	-15,73°	40,42°
Rotación de cadera derecha	19,12°	-19,59°	38,70°
Rotación de cadera izquierda	18,51°	-11,34°	29,85°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	93,47°	-28,55°	122,01°
Flexión-extensión del fémur izquierdo a espalda	104,42°	-28,35°	132,77°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	8,63°	-7,55°	16,18°

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

Tabla 5-4: Comparación de resultados

Comparación de resultados	Amplitud de movimiento	Resultados obtenidos
Inclinación de la pelvis	20°-65°	26,53°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	0-80°	59,02°
Rotación de pelvis	0-30°	14,49°
Flexión-extensión de cadera derecha	0-140° o 160°	66,00°
Flexión-extensión de cadera izquierda	0-140° o 160°	76,93°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	15°-90°	39,34°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	15°-90°	40,42°
Rotación de cadera derecha	60°	38,70°
Rotación de cadera izquierda	60°	29,85°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	125°	122,01°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	125°	132,77°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	35°	16,18°

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

#### 4.2.3. Análisis en intervalo personalizado al paciente con patología de pie cavo.

**Tabla 6-4:** Análisis en intervalo personalizado

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	12,03°	-17,38°	29,41°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	35,95°	-17,65°	53,60°
Rotación de pelvis	8,72°	-11,09°	19,81°
Flexión-extensión de cadera derecha	54,79°	-32,72°	87,51°
Flexión-extensión de cadera izquierda	56,84°	-38,21°	95,05°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	24,98°	-15,73°	40,71°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	21,25°	-15,10°	36,35°
Rotación de cadera derecha	30,19°	-9,08°	39,27°
Rotación de cadera izquierda	29,02°	-5,52°	34,54°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	88,36°	-48,15°	136,51°
Flexión-extensión del fémur izquierdo a espalda	90,63°	-52,16°	142,79°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	8,78°	-4,69°	13,46°

Realizado por: Villagran Eduardo, 2022.

**Tabla 7-4:** Comparación de resultados

Comparación de resultados	Amplitud de movimiento	Resultados obtenidos
Inclinación de la pelvis	20°-65°	29,41°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	0-80°	53,60°
Rotación de pelvis	0-30°	19,81°
Flexión-extensión de cadera derecha	0-140° o 160°	87,51°
Flexión-extensión de cadera izquierda	0-140° o 160°	95,05°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	15°-90°	40,71°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	15°-90°	36,35°
Rotación de cadera derecha	60°	39,27°
Rotación de cadera izquierda	60°	34,54°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	125°	136,51°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	125°	142,79°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	35°	13,46°

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

Los resultados expuestos anteriormente hacen referencia al resultado promedio para cada uno de los ejercicios que son realizados en el momento del levantamiento de cargas con valores referenciales máximos y mínimos para poder ejecutarlos, ya que se observó que si se sobrepasa los límites establecidos la persona que ejecuta la acción puede llegar a presentar problemas serios de salud por una incorrecta manipulación de cargas y por no considerar el uso de equipos de protección personal así como la ubicación adecuada para el levantamiento de la carga, por lo cual

se puede determinar si este tipo de participante con un tipo de patología de huella plantar no podrá realizar este tipo de actividades.

Una vez realizado la valoración estadística al realizar el ejercicio con 3 individuos mayores de edad ecuatorianos con patologías de huella plantar previas, donde se realizó por 10 veces cada repetición de los movimientos de levantamiento de pesos para 5 kg, 10 kg, 15 kg, 20 kg y 25 kg, y con los resultados obtenidos por medio del software ISEN 3D, para los ejercicios de inclinación de la pelvis, flexión extensión de pelvis a espalda, rotación de la pelvis, flexión extensión de cadera derecha e izquierda, abducción-aducción de cadera derecha e izquierda, rotación de cadera derecha e izquierda, flexión extensión del fémur derecho e izquierdo a espalda, flexión extensión lateral de pelvis a espalda, se realizó un promedio con cada uno de los valores obtenidos al ejecutar estos ejercicios logrando unos valores referenciales de un rango de diferencia de un valor máximo y mínimo para cada movimiento realizado obteniendo finalmente un valor promedio final para cada participante con la respectiva patología ya identificada el cual muestra un rango máximo para ejecutar estos movimientos.

#### ***4.2.4. Generación del protocolo de valoración biomecánica para la aptitud de trabajadores expuestos a manipulación de cargas***

La generación del protocolo de manipulación para el levantamiento manual de cargas fue realizada previo a una valoración estadística realizada a individuos jóvenes ecuatorianos con patologías específicas de huella plantar, en cada uno se evaluó las cargas para 5 kg, 10kg, 15kg, 20kg y 25 kg, a continuación, se muestra el protocolo diseñado:

##### **CONTENIDO:**

##### **INTRODUCCIÓN**

##### **ANTECEDENTES**

##### **MARCO LEGAL**

##### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **DEFINICIONES**

##### **DESCRIPCIÓN**

##### **POBLACIÓN OBJETO**

##### **METODOLOGÍA**

##### **PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

##### **RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **ANÁLISIS Y ENTREGA DE LA INFORMACIÓN**

##### **VALIDACIÓN DE DATOS**

##### **RECOMENDACIONES**

## INTRODUCCIÓN

Mediante la investigación donde se puede determinar desde el punto de vista de los trabajadores, nos permitirá adentrarnos en un análisis e identificar cuáles son los factores que causan una afectación de la salud y de esta forma poder intervenirlos y mejorar las condiciones de salud individual y colectiva de los trabajadores.

La ergonomía como la ciencia del trabajo, ha buscado generar ambientes propicios para adoptar las condiciones del trabajo al hombre, tanto física como psíquicamente. Como conocimiento científico de la relación hombre-trabajo, busca generar una cantidad de herramientas y condiciones propicias que contribuyen a aumentar la productividad y reducir los potenciales riesgos de contraer enfermedades profesionales a causa de la forma y sitio de trabajo. (Estrada, Arbelaez, 2003, p. 5)

Las empresas que no toman en cuenta las condiciones ergonómicas es posible que puedan tener repercusión en la salud de los trabajadores, que puedan terminar en enfermedades profesionales e incluso en incapacidades.

Como sucede en algunos ámbitos se presenta mayor atención cuando hay signos o síntomas de alguna repercusión en nuestro organismo, esto sucede también en las empresas que prestan atención cuando ya existen repercusiones en el ámbito social o económico.

La dotación de equipos de protección es un eje primordial, pero no el único que debería tomarse en cuenta, debido a que no ofrece una protección completa y menos un cuidado ergonómico adecuado comprometiendo o afectando el sistema musculo-esquelético.

Las afectaciones a nivel muscular, de articulaciones, tendones, ligamentos y hueso tienen como causa el exceso de esfuerzo mecánico teniendo como causas la aplicación de la fuerza, manipulación de objetos pesados, posturas forzadas entre otras.

Al realizar dichas tareas el cuerpo humano adopta posiciones para poder ejecutar las tareas de manera más rápida, sin tomar en cuenta que estas actividades conllevan a la afectación osteo-muscular.

Los trastornos musculo esqueléticos (en adelante, TME) constituyen el problema de salud de origen laboral más frecuente en Europa. En el conjunto de la UE, casi el 24 % de los trabajadores sufre dolor de espalda y el 22 % tiene dolores musculares. La magnitud creciente que siguen tomando, llevó a la Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo a desarrollar durante el año 2007 la campaña “Aligera la carga”, con la finalidad de intentar reducir su incidencia. (Hernandez, 2010, p. 9)

## **ANTECEDENTES**

Las tareas repetitivas que generan movimiento son tareas muy frecuentes que se realizan en la mayor parte de las actividades ya que una manipulación inadecuada y forzada provoca la generación de fatiga de tipo física de manera inesperada debido a las actividades repetitivas en cada patología de huella plantar que se tomó como estudio es decir para un pie plano, pie normal y pie cavo (Carreño y Cabrera, 2014, p. 10-17) para los cuales existe una acumulación de esfuerzos. Este protocolo describe las técnicas más habituales que corresponden al análisis estático y dinámico, a la topología del pie para concluir describiendo el procedimiento de la adquisición de los registros biomecánicos del levantamiento de cargas. Según las (estadística de Accidentes de trabajo 2009. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales), en el 2009 se produjeron 232.287 accidentes por sobreesfuerzo, lo que representa un 37,6% sobre el total de los accidentes con baja en jornada de trabajo. El total de jornadas de trabajo perdidas debido a los accidentes por sobreesfuerzo durante el mismo año fue de 4.886.095 días Esto representa un promedio de 21 jornadas no trabajadas por cada accidente por sobreesfuerzo. Estadística de Accidentes de trabajo 2009. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Además, en base a la (VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, 2007) Un 74,2% de trabajadores encuestados, manifiesta sentir alguna molestia musculoesquelética, que achaca a las posturas y esfuerzos derivados de su trabajo. Específicamente en el cuello: 27%, en la zona alta de la espalda o zona dorsal: 26,6%, en la zona baja de la espalda o zona lumbar: 40,1%, en las piernas: 14,1%, en los pies-tobillos: 6,2%.

## **MARCO LEGAL**

El presente protocolo se basa en la normativa vigente a la cual debe regirse toda institución sea pública o privada, con el afán de brindar las mejores condiciones laborales para sus trabajadores, se establece la acción preventiva en salud y seguridad en el trabajo, para de esta manera minimizar al máximo los riesgos y/o complicaciones que por las características individuales y de puesto de trabajo se puedan presentar.

A continuación, se menciona la normativa vigente:

- Decreto Ejecutivo 2393
- Instrumento Andino de SST
- Guía técnica INSHT

## BIBLIOGRAFÍA

Gil Agudo, A. M. (2019). Protocolo de valoración biomecánica de las alteraciones de la marcha. *Medicine*, 12(75), 4462-4466. <https://doi.org/10.1016/j.med.2019.03.028>

CARREÑO, J.C. y CABRERA, P.T., 2014. *DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE ANÁLISIS DE LAS PRESIONES PLANTARES EN ESTÁTICA BASADO EN PROCESAMIENTO DE IMÁGENES*. CUENCA: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.

## DEFINICIONES

Acorde al real decreto 487/1997, se entiende por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

**Manipulación de cargas:** Según el artículo 2 del Real Decreto 487/1997 se entenderá por *manipulación de cargas* cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, el empuje, la colocación, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

- **Levantar:** 1. acción y efecto de mover de abajo hacia arriba una cosa, o poner una cosa en lugar más alto que el que antes tenía. 2. Poner derecha y en posición vertical a persona o cosa que está inclinada, tendida, etc. 3. Separar una cosa de otra sobre la cual descansa o está adherida.
- **Colocar:** Poner a una persona o carga en su debido lugar.
- **Tracción:** Hacer fuerza contra una carga para moverla, sostenerla o rechazarla.
- **Desplazar:** Mover a una persona o carga del lugar en el que está.
- **Información y Formación:** debe garantizarse con todos los trabajadores que manipulen cargas, en el sentido de promoción de la salud (artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y art. 3 R.D. 487/1997).

### Factores de riesgo.

#### Individuales.

- **Intrínsecos:** Falta de aptitud física, patología de tipo de pie ya especificado, patología dorsolumbar previa.
- **Extrínsecos:** Inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador. Insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- Existen **otros** condicionantes que pueden influir en la aparición de la patología relacionada con la manipulación manual de cargas, tales como edad, sexo, otro empleo, hábitos como la

actividad deportiva o el consumo de tabaco, el embarazo, y otras actividades extraprofesionales como tareas del hogar, cuidado de niños, minusválidos o ancianos, etc.

**Laborales** (los que cita el Real Decreto 487/97 en el anexo, en los puntos 1, 2, 3, 4):

**Características de la carga:** La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- cuando la carga es demasiado pesada o grande.
- cuando es voluminosa o difícil de sujetar.
- cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

**Esfuerzo físico necesario:** un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando es demasiado importante.
- Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.
- Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Cuando se trata de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

## **DESCRIPCIÓN**

El análisis biomecánico de la marcha constituye una novedosa herramienta de gran importancia en la valoración de las alteraciones de la marcha de cualquier proceso neurológico y, por consiguiente, en las personas con lesión medular. No solo permite cuantificar y determinar las desviaciones del patrón de normalidad, sino que también sirve de apoyo en el proceso de toma de decisiones terapéuticas. En este protocolo se describen las técnicas más habituales que corresponden al análisis cinemático, al cinético y al de la electromiografía de superficie para concluir describiendo el procedimiento de la adquisición de los registros biomecánicos de la marcha. (Gil Agudo, 2019).

## **POBLACIÓN OBJETO**

Aplica para el levantamiento manual de cargas para evitar que se produzcan lesiones musculares y para mejorar las actividades realizadas en personas que presenten los tipos de patologías de huella plantar más comunes que son pie plano, pie normal y pie cavo.

## **RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES**

- Esta propuesta de protocolo debe ser administrado por una **Dirección Administrativa** correspondiente en la empresa que se pueda o vaya a tomar como referencia para realizar las pruebas correspondientes para el cual se cumpla el presente protocolo. Además de:
  - a. Garantizar el adecuado y oportuno funcionamiento de los diferentes procesos para obtener la información necesaria para la Vigilancia Epidemiológica Ocupacional, ya sea con la destinación de recursos humanos, económicos, financieros, materiales, entre otros.
  - b. Garantizar la difusión y aplicación de la Política Seguridad y Salud de la empresa o institución.
- Toda empresa o institución debe contar con un **Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional** el cual es responsable de:
  - a. Garantizar el cumplimiento de este protocolo y dar una información oportuna dependiendo del caso.
  - b. Gestionar o realizar evaluaciones ergonómicas del puesto de trabajo en busca de la posibilidad de asociarlos con los trastornos musculo esqueléticos.
  - c. Verificar la información sobre factores de riesgo ergonómico que sea suministrada por los trabajadores, mediante varios métodos válidos.
- De igual forma toda empresa o institución consta de una **Gestión de Talento Humano** y es responsable de:
  - a. Apoyar permanentemente al Médico Ocupacional en temas relativos a la coordinación de personal que ingresa, además de ingresar los datos de cada paciente de acuerdo con el requerimiento para llevar a cabo los procesos de vigilancia de la salud.
  - b. Conservar y actualizar datos demográficos, laborales para de esta forma suministrarlos de manera oportuna y fidedigna.
  - c. Se determinará un responsable de la recolección de datos para realizar el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Ocupacional (SIVEO). Entre sus funciones tendrá:

**Soporte Funcional:** Indica todas las actividades que competen para mantener el sistema en productivo. Este comprende básicamente la administración del SIVEO y el soporte a las fuentes de información. (Estrada, Arbelaez, 2003, pág. 11)

**Soporte Técnico:** Consiste en brindar apoyo técnico en materia de actualización, mejoras o creación de nuevas opciones en el sistema de vigilancia. (Estrada, Arbelaez, 2003, pág. 12)

**Soporte a los Comités de Vigilancia Epidemiológica Ocupacional:** Esta actividad tiene como propósito brindar asesoría en materia de información para el análisis y estudio de comportamientos en las personas y en el ambiente. (Estrada, Arbelaez, 2003, pág. 12).

#### **Comité De Vigilancia Epidemiológica Ocupacional**

Debe conformarse un comité encargado de dirigir las acciones del Sistema de vigilancia epidemiológica de los eventos de (accidentalidad, ausentismo, desórdenes traumáticos acumulativos e hipoacusia neurosensorial). (Estrada, Arbelaez, 2003, p. 12).

El comité estará conformado por el siguiente personal:

- Como asesor el Médico Ocupacional.
- Representante de Personal.
- Representante de los trabajadores.
- Administrador del Sistema Vigilancia Epidemiológica Ocupacional
- Representante de Talento Humano.
- Representante de Seguridad y Salud Laboral.

## **ESTRATEGIAS**

- Sensibilizar a las altas autoridades, trabajadores, responsables del Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional y Departamento de Talento Humano sobre la importancia de la salud en el mundo laboral y el impacto que tienen las diversas condiciones individuales de cada persona que le predisponen a generar una lesión o daño osteomuscular.
- Impulsar la educación para el trabajo, como base para la productividad laboral, a partir de puestos de trabajo saludables.
- Participación de los trabajadores, para lograr un efecto multiplicador de concepto de salud musculo esqueléticos que permita mostrar en todos los niveles la relación entre salud de los trabajadores, calidad de vida y condiciones de trabajo.

## **METODOLOGÍA**

Al ser un trabajo experimental que se desarrolló en un ambiente de laboratorio se optó por realizar este proyecto en una muestra de 3 participantes con patología previa. La unidad de muestreo está conformada por los individuos con condiciones de patología previa en su huella plantar. Con este protocolo se busca generar una ayuda a las empresas para un estudio previo a la realización de actividades relacionadas con la manipulación manual de cargas de un trabajador que pueda ser expuesto a este ambiente laboral específicamente a operarios que tengan una patología diferente a un pie plano. Por lo cual se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- **Registro de los participantes**

**Tabla 8-4:** Registro de participantes

<b>Participante</b>	<b>Sexo</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Patología previa</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Talla (cm)</b>
Participante 1					
Participante 2					
Participante 3					

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

- **Valoración biomecánica de patología de la huella plantar**

El primer procedimiento práctico es la verificación del tipo de huella plantar en la persona objeto de estudio para lo cual contamos con el software de la plataforma de huellas plantares denominado ECOFOOT+.

Esta valoración con la plataforma de superficies plantares es una herramienta de ayuda para la toma de decisiones acorde a la manipulación de cargas donde se basará en la tabla obtenida en el estudio para identificar en qué tipo de patología plantar se genera mayor efecto la aplicación de cargas y a la vez poder identificar si el participante es apto o no para este tipo de actividades, se debe tomar como referencia considerable en los valores de  $\pm 6$  según revisión bibliográfica en el porcentaje de balanceo en la comparación de 0kg con cualquier otro peso.

- Se procede a encender el hardware y verificar que exista comunicación con el software de la plataforma de superficies plantares.
- Se instruye al paciente que la realización de las pruebas con este software se debe realizar sin calzado y que se va a realizar pruebas sin peso y con pesos de (5, 10, 15, 20 y 25) kg.
- Se procede a verificar la patología del paciente, para lo cual se explica que este software permite realizar dos análisis que son estático y dinámico. No debemos dejar de mencionar que según investigaciones previas ya realizadas existen tres tipos de huellas plantares los cuales son:
  - Pie plano
  - Pie normal
  - Pie cavo
- Para el análisis estático se explica que debe pararse en la plataforma y mantener una postura erguida y sin ningún movimiento para la obtención de la imagen de la patología del paciente en primera instancia sin peso y después se procederá a aplicar los diferentes pesos. En este punto se debe especificar que el tipo de huella plantar se verifica en el índice de arco plantar para ello este software ECOFOOT+ nos detalla con exactitud el porcentaje de su índice de arco el cual está distribuido en la siguiente escala:
  - Pie cavo
    - De 0 a 7%: arco de pie muy alto.
    - De 7 a 14%: arco de pie alto.
    - De 14 a 21%: arco de pie ligeramente alto.
  - Pie normal
    - De 21 a 28%: pie normal
  - Pie plano
    - 28 a 35%: pie ligeramente plano
    - 35 a 42%: pie plano

- 42 a 100%: pie muy plano
- En este análisis además de verificar su patología algo muy importante el cual debemos tomar muy en cuenta es la presión que genera su peso corporal en su huella plantar para verificar el desbalance que pueda generar en cada pie que en condiciones normales debería ser un porcentaje de 50% para cada presión plantar.
- Una vez verificado el resultado tanto de la patología y de la presión en su huella plantar se procede a verificar los porcentajes de la presión en cada pie sin aplicar pesos para luego proceder aplicar los diferentes pesos y de la misma forma verificar los porcentajes.
- Se registra en una tabla todos los resultados para la respectiva evaluación, a continuación, se muestra el tipo de tabla que se registrara los valores

**Tabla 9-4:** Porcentaje de distribución de peso tolerancia de  $\pm 6$

Porcentaje de distribución de peso tolerancia de $\pm 6$		Pie cavo		
		0 a 7%	7 a 14%	14 a 21%
		Arco de pie muy alto	Arco de pie alto	Arco de pie ligeramente alto
0 kg	Izq.			
	Der.			
5 kg	Izq.			
	Der.			
10 kg	Izq.			
	Der.			
15 kg	Izq.			
	Der.			
20 kg	Izq.			
	Der.			
25 kg	Izq.			
	Der.			

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

- Luego de obtener los resultados de las presiones en su huella plantar se procede a realizar un análisis dinámico, para lo cual se explica la forma de proceder en este análisis.
- Para este análisis se debe realizar una simulación de una marcha pasando por la plataforma con un pie a la vez, es decir se realiza una pisada con un pie para luego volver a pasar por la plataforma con el otro pie.
- En este análisis se busca verificar el efecto que genera la aplicación de los pesos al momento de simular la marcha en la manipulación de cargas, cabe recalcar que estos valores no son objeto de una toma de decisión para decidir si el trabajador es apto o no para las actividades relacionadas a la manipulación de cargas; estos valores son de mucha ayuda para una respectiva corrección en su huella plantar con una respectiva plantilla acorde a su necesidad, esto debido a que la aplicación de cargas al momento de la manipulación varían los valores

de su índice de arco plantar, el desbalance del cuerpo con respecto a cada pie y su tipo de patología ello con referencia a cada peso aplicado. Por último, este estudio es una ayuda a la toma de decisiones con la aplicación de una valoración biomecánica la cual será el siguiente proceso a realizar.

### Valoración biomecánica con el software de análisis de movimiento ISEN 3D.

Este software es una herramienta muy importante para la valoración biomecánica con el cual se podrá identificar los tipos de movimientos que el participante realiza al momento de manipular cargas, se debe explicar que estos movimientos tienen valores referenciales de estudios realizados para lo cual se accedió a una revisión bibliográfica para la verificación de esos valores.

- En primera instancia para un análisis biomecánico con el software de análisis de movimiento ISEN 3D se procede a verificar si el software está debidamente instalado.
- Luego se procederá a abrir la interfaz gráfica del software, donde se selecciona en la lista de los diferentes análisis que nos facilita este software siendo estos, el análisis de marcha, deportes, evaluación física, entre otros

Lista de protocolos	
Análisis de marcha	+
Deportes	+
Evaluación física	+
No IMU	1
Sensores individuales	1-7

**Ilustración 1-4:** Lista de protocolos

Fuente: Software ISEN 3D motion Analyser, 2021

- En la interfaz de evaluación física se puede observar dos opciones que son tren inferior y superior.

Selección de protocolo	
Lista de protocolos	
Análisis de marcha	+
Deportes	+
Evaluación física	-
Tren inferior	+
Tren superior	+
No IMU	1
Sensores individuales	1-7

**Ilustración 2-4:** Selección del protocolo

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis, 2021

- Se procede a seleccionar el área específica que dentro del protocolo de evaluación para la aptitud de trabajadores en la manipulación de cargas se toma como referencia uno de los protocolos de ubicación de los sensores inerciales para la utilización del software ISEN 3D



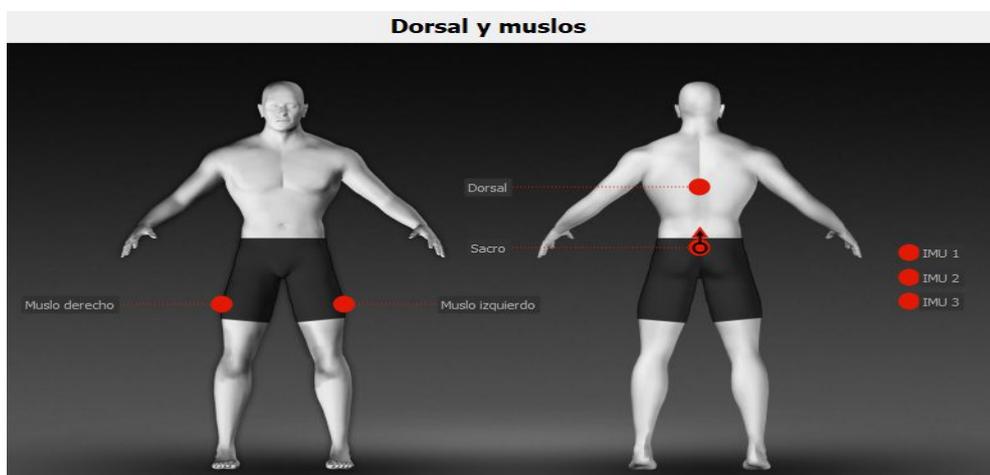
**Ilustración 3-4:** Identificación de sensores

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis, 2022.

3.- Una vez identificado el protocolo de análisis de este software procedemos a identificar la ubicación de los sensores deben ser en las siguientes posiciones, estas son designadas por el software ISEN 3D

- Sacro (sensor de referencia: apuntando hacia arriba, paralelo al plano frontal)
- Dorsal
- Muslo izquierdo
- Muslo derecho

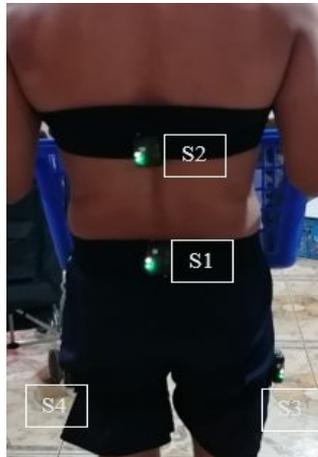
Se seleccionó la ubicación de los sensores en estos sitios, porque al momento de realizar el levantamiento de cargas independientemente del peso que sea levantado, los puntos de apoyo en las articulaciones se ven reflejado en la región de la columna vertebral específicamente en la zona dorsal además de la región de la pelvis, debido a las lesiones que se pueden originar al momento de una incorrecta manipulación de cargas ocasionado por un excesivo peso y por una mala postura.



**Ilustración 4-4:** Ubicación de sensores

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis, 2021

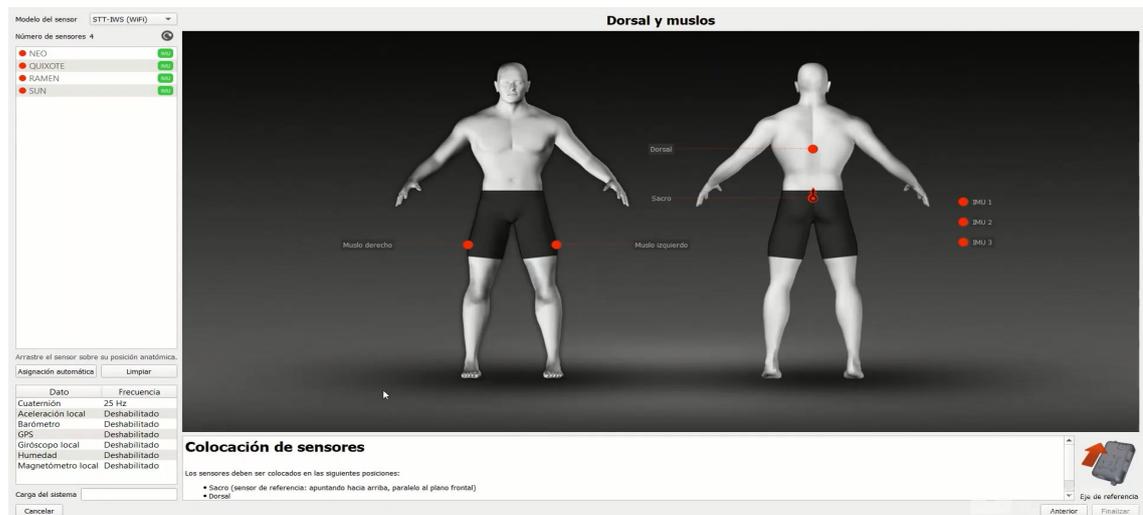
- Se procede a ubicar los sensores en las posiciones identificadas mediante el software, esto con el fin de la identificación y comunicación con el hardware es decir la conexión entre el software con los sensores



**Ilustración 5-4:** Colocación de sensores

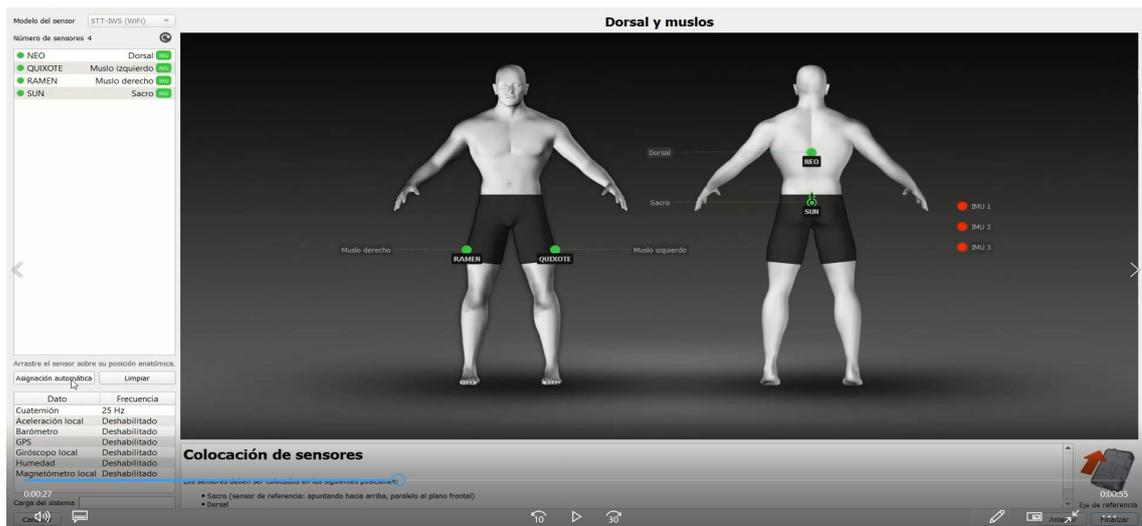
Fuente: Villagran Eduardo, 2021

- Se debe comprobar que los sensores estén debidamente conectados con el software



**Ilustración 6-4:** Comprobación de sensores

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis, 2021



#### Ilustración 7-4: Lectura de sensores

Fuente: ISEN 3D Motion Analysis, 2021

- Una vez identificado la comunicación con los sensores se procede a verificar los valores iniciales con el software ISEN 3D que debería tomar como referencia al momento de empezar las pruebas para lo cual se presenta una tabla con los valores referenciales tanto de sus acelerómetros como de sus giroscopios, para lo cual se colocó los sensores bajo las estrictas condiciones anatómicas ubicando el sensor principal en el sacro, el segundo sensor en la zona dorsal y los sensores de los muslos se ubicó siguiendo un parámetro de medición, el mismo que va desde la cadera hasta la rodilla tomando la mitad de esa distancia tanto para el muslo derecho como para el izquierdo, logrando así unos valores con más exactitud.

Tabla 10-4: Valores iniciales en los sensores

		sensor 1	sensor 2	sensor 3	sensor 4
<b>Cuaternión X</b>		0,53	-0,36	0,41	-0,58
<b>Cuaternión Y</b>		-0,43	-0,59	-0,56	-0,4
<b>Cuaternión Z</b>		0,47	-0,53	0,60	-0,42
<b>Cuaternión W</b>		0,55	0,50	0,38	0,58
<b>Ángulo Absoluto</b>	°	113,1	120,5	134,9	109,7
<b>Ángulo de rotación X</b>	°	72,1	79,9	-86,1	-87,2
<b>Ángulo de rotación Y</b>	°	-19,4	158,3	179,7	4,3
<b>Ángulo de rotación Z</b>	°	-79,1	-74,4	-68,7	-70,7
<b>Ángulo de rotación X(vert.) X</b>	°	10,9	15,6	21,3	19,3
<b>Ángulo de rotación X(vert.) Y</b>	°	79,6	74,6	11,2	109,3
<b>Ángulo de rotación X(vert.) Z</b>	°	86,7	87,3	88,6	89,1

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

- Por último, se procede a la ejecución de las pruebas dando una explicación breve de los movimientos que se va a realizar con la manipulación de los diferentes tipos de cargas como

son de (5, 10, 15, 20 y 25) kg, para lo cual se va a realizar el levantamiento y transporte de cargas con cada uno de estos pesos, en una distancia de 5 metros, esta acción se realiza en 10 repeticiones con cada peso.

- Una vez realizado todas las pruebas se procede a realizar un análisis estadístico promediando las 10 repeticiones de cada peso, para finalmente obtener una tabla referencial promediando en esta ocasión los valores de cada promedio de cada peso para luego obtener un promedio final que servirá posteriormente para la verificación de que si los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos bibliográficamente.

### **PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Entrará en funcionamiento de la siguiente manera:

El sistema de los factores de riesgo ocupacionales es determinado de acuerdo con el riesgo entre ellas tenemos riesgo por posturas, esfuerzos físicos y el grado de riesgo alto, medio y bajo.

De acuerdo con el protocolo que se implementará, el riesgo ergonómico se determinará de inmediato el cual está vinculado con la patología de su huella plantar y los trastornos musculoesqueléticos, esto deberá ser registrado e ingresado a un sistema correspondiente.

Al obtener los resultados de las evaluaciones se ingresan los datos al sistema para tomar las medidas correspondientes con respecto a la manipulación de cargas los cuales pueden basarse en un posible mal agarre, un mal levantamiento o una postura forzada debido al peso excesivo que pueda esta persona estar manipulando la cual se podrá verificar en las pruebas realizadas con los diferentes softwares si esta persona es apta o no para este tipo de actividades por tanto si este protocolo puede ser utilizado como referencia por alguna empresa el departamento de Medicina Ocupacional será la encargada de su valoración.

### **RECOLECCIÓN DE DATOS.**

La recolección de datos se realizará de acuerdo con el procedimiento establecido, mediante el uso de las herramientas informáticas como es el software ECOFOOT+ y el software de análisis de movimiento ISEN 3D

#### **Resultados de normalidad obtenidos con el software de análisis de movimiento ISEN 3D.**

Los valores obtenidos de las pruebas realizadas con los pesos 5 kg, 10 kg, 15kg, 20 kg, 25 kg con las diferentes patologías se tomarán como datos referenciales con un margen de error de  $\pm 2$ , a los cuales se deberá comparar al momento de realizar las pruebas necesarias para tomar una decisión si el trabajador es apto o no para la realización de esta actividad que es la manipulación manual de cargas, por lo tanto se procederá a comparar con la amplitud de movimiento en base a revisión bibliográfica.

**Tabla 11-4:** Amplitud de movimiento

Comparación de resultados	Amplitud de movimiento	Resultados obtenidos
Inclinación de la pelvis	20°-65°	
Flexión-extensión de pelvis a espalda	0-80°	
Rotación de pelvis	0-30°	
Flexión-extensión de cadera derecha	0-160°	
Flexión-extensión de cadera izquierda	0°-160°	
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	15°-90°	
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	15°-90°	
Rotación de cadera derecha	60°	
Rotación de cadera izquierda	60°	
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	125°	
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	125°	
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	35°	

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

## ANÁLISIS Y ENTREGA DE LA INFORMACIÓN

En base a los resultados obtenidos se puede dar un criterio para saber si debemos tomar una decisión en base a la patología de cada paciente, por lo tanto se concluye que para una patología que se diferente para un pie plano se debe utilizar una plantilla especial determinada por un especialista debido a que el desbalance del peso corporal en su huella plantar difiere en gran medida en base a lo recomendado que en primera instancia lo ideal debería ser un 50% del balance tanto para el pie derecho e izquierdo pero se puede aceptar que este dato varíe en un desbalance no más del 6%, es decir si él un pie tiene un 44% el otro debería tener el 56% restante este es un rango aceptable para una correcta manipulación donde se evita generar daños excesivos debido a la implementación de cargas en su cuerpo al momento de manipular las mismas.

Además en el análisis de movimiento con el software ISEN 3D al existir ya unos rangos de movimiento que no se deben exceder para evitar cualquier tipo de trastornos ya sea en la zona baja de la espalda como en las extremidades inferiores se debe verificar con una gran precisión el no exceder los valores de referencia, por lo tanto al obtener unos movimientos específicos con este estudio se recomienda no exceder los siguientes rangos de movimiento: una inclinación de la pelvis con una amplitud de movimiento entre (20°-65°), la flexión-extensión de pelvis a espalda una amplitud de movimiento entre (0-80°), la rotación de pelvis una amplitud de movimiento entre (0-30°), la flexión-extensión de cadera derecha una amplitud de movimiento entre (0-160°), la flexión-extensión de cadera izquierda una amplitud de movimiento entre (0°-160°), la Abducción-Aducción de Cadera una amplitud de movimiento entre (15°-90°), la rotación de

cadencia una amplitud de movimiento entre (0-60°), la flexión-extensión del fémur a la espalda una amplitud de movimiento entre (0-125°), la flexión-extensión lateral de pelvis a espalda una amplitud de movimiento entre (0-35°).

## VALIDACIÓN DE DATOS

La generación del protocolo de manipulación para el levantamiento manual de cargas fue realizado previo a una valoración estadística realizada a individuos jóvenes ecuatorianos los cuales presentaban patologías previas, en cada uno se evaluó las cargas para 5 Kg, 10kg, 15kg, 20kg y 25 kg, a continuación, se muestra el protocolo diseñado:

## VALORACION BIOMECANICA

### TEST DE HUELLA PLANTAR

**Nota:** Realizar una comparación entre la prueba sin peso con las pruebas donde se aplica el peso, el cual se podrá observar en que peso con exactitud existe un desbalance en la distribución del peso en sus pies, en el cual si existe un desbalance que sobrepase la tolerancia de  $\pm 6$  se debe alertar que este trabajador debe utilizar una plantilla especial determinada por un especialista, mientras tanto se recomienda no realizar este tipo de actividades hasta no corregir esos valores determinados. Cabe recalcar que en cada tabla se especificara exactamente el tipo de pie con su índice de arco en la huella plantar con su respectivo porcentaje.

**Tabla 12-4:** Porcentaje de distribución de peso tolerancia de  $\pm 6$  (Pie cavo)

Porcentaje de distribución de peso tolerancia de $\pm 6$		Pie cavo		
		0 a 7%	7 a 14%	14 a 21%
		Arco de pie muy alto	Arco de pie alto	Arco de pie ligeramente alto
0 kg	Izq.			
	Der.			
5 kg	Izq.			
	Der.			
10 kg	Izq.			
	Der.			
15 kg	Izq.			
	Der.			
20 kg	Izq.			
	Der.			
25 kg	Izq.			
	Der.			

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 13-4:** Porcentaje de distribución de peso tolerancia de  $\pm 6$  (Pie normal)

Porcentaje de distribución de peso tolerancia de $\pm 6$		Pie normal	
		21 a 28%	
		Arco de pie muy alto	
0 kg	Izq.		
	Der.		
5 kg	Izq.		
	Der.		
10 kg	Izq.		
	Der.		
15 kg	Izq.		
	Der.		
20 kg	Izq.		
	Der.		
25 kg	Izq.		
	Der.		

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 14-4:** Porcentaje de distribución de peso tolerancia de  $\pm 6$  (Pie plano)

Porcentaje de distribución de peso tolerancia de $\pm 6$		Pie plano		
		28 a 35%	35 a 42%	42 a 100%
		Pie ligeramente plano	Pie plano	Pie muy plano
0 kg	Izq.			
	Der.			
5 kg	Izq.			
	Der.			
10 kg	Izq.			
	Der.			
15 kg	Izq.			
	Der.			
20 kg	Izq.			
	Der.			
25 kg	Izq.			
	Der.			

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 15-4:** Patología de pie (Análisis estático)

PATOLOGÍA DE PIE		ANÁLISIS ESTÁTICO
Pie muy plano		Carga (Kg):
Pie plano		Presión Máxima:
Pie ligeramente plano		
Pie normal		Presión Media:
Arco de pie ligeramente alto		
Arco de pie alto		Superficie:
Arco de pie muy alto		

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 16-4:** Patología de pie (Análisis dinámico)

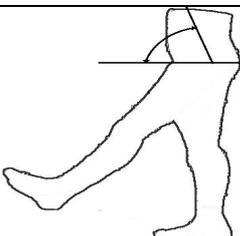
PATOLOGÍA DE PIE		ANÁLISIS DINÁMICO
Pie muy plano		Carga (Kg):
Pie plano		Presión Máxima:
Pie ligeramente plano		
Pie normal		Presión Media:
Arco de pie ligeramente alto		
Arco de pie alto		Superficie:
Arco de pie muy alto		

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

### TEST POSTURAL

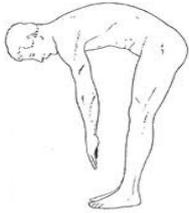
**Nota:** De acuerdo con la información que el software de análisis de movimientos ISEN 3D el cual nos da los tipos de movimientos que se generan al momento de realizar la manipulación manual de cargas en los lugares específicos que se detallan a continuación, existe unos valores de tolerancia que no se debe sobrepasar en base a su amplitud de movimiento, los cuales si llegaran a exceder estos valores el trabajador será sujeto a modificar su manera de manipular las cargas o simplemente este trabajador se podrá declarar NO APTO para este tipo de actividades debido a que podrá generar lesiones músculo esqueléticas que podrían perjudicar a su salud. Por lo tanto, se muestra a continuación las gráficas correspondientes con su amplitud de movimiento en el cual se podrá registrar los valores obtenidos en la prueba y posteriormente realizar una comparación para la toma de decisiones.

**Tabla 17-4:** Inclinación de pelvis (Amplitud de movimiento)

Inclinación de la pelvis	Amplitud de movimiento	Rango obtenido
	20°-65°	

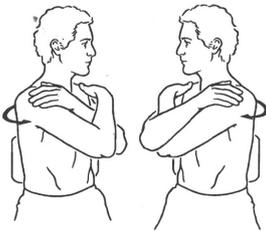
Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 18-4:** Flexión-extensión de pelvis a espalda (Amplitud de movimiento)

Flexión-extensión de pelvis a espalda	Amplitud de movimiento	Rango
	0-80°	

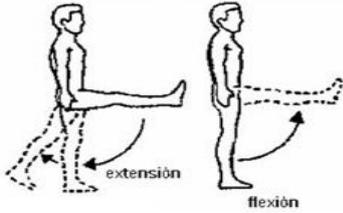
Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 19-4:** Rotación de pelvis (Amplitud de movimiento)

Rotación de pelvis	Amplitud de movimiento	Rango
	0-30°	

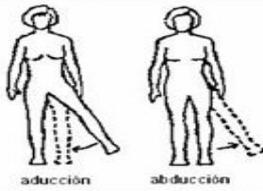
Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 20-4:** Flexión de cadera- extensión (Amplitud de movimiento)

Flexión de cadera- extensión	Amplitud de movimiento	Rango
	Left	0°-160°
	Right	0°-160°

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 21-4:** Abducción-Aducción de Cadera (Amplitud de movimiento)

Abducción-Aducción de Cadera	Amplitud de movimiento	Rango
	Left	15°-90°
	Right	15°-90°

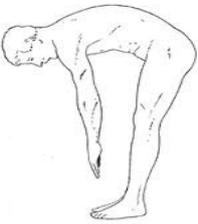
Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 22-4: Rotación de Cadera (Amplitud de movimiento)**

Rotación de Cadera		Amplitud de movimiento	Rango
	Left	60°	
	Right	60°	

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 23-4: Flexión–Extensión de fémur a espalda (Amplitud de movimiento)**

Flexión–Extensión de fémur a espalda		Amplitud de movimiento	Rango
	Left	125°	
	Right	125°	

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

**Tabla 24-4: Flexión-extensión de pelvis a espalda (Amplitud de movimiento)**

Flexión-extensión de pelvis a espalda		Amplitud de movimiento	Rango
		35°	

Realizado por: Villagrán Eduardo, 2022.

NOTAS IMPORTANTES (espacio en el cual se detallará las decisiones tomadas en base a las pruebas realizadas)

---



---



---



---

RECOMENDACIONES (espacio en el cual se podrá dar recomendaciones para una mejor manipulación de cargas)

---

---

---

---

---

---

## RECOMENDACIONES

### **Pasos adecuados para el levantamiento manual de cargas acorde los resultados evaluados**

- Acorde los criterios y características de la carga que se va a levantar se deben tomar en consideración la naturaleza del contenido, los riesgos que este implica si corresponden a materiales corrosivos o no, si el desplazamiento de la carga genera el desprendimiento de material particulado.
- Se debe observar la forma del objeto que se va a sujetar, evitando los puntos de peligro como zonas resbaladizas o zonas afiladas
- Comprobar que el peso máximo de un individuo a levantar sea de hasta 25 kg máximo, acorde lo estipulado en la INSHT REAL DECRETO 487/1997.
- Se debe colocar la posición de los pies de manera alternada, es decir se debe separar los pies para conseguir una postura estable, para ello se debe colocar un pie más adelantado que el otro pie.
- Adoptar una postura de levantamiento, para ello se debe adoptar el movimiento de flexión-extensión de la pelvis a la espalda, doblando las piernas, manteniendo la espalda derecha con un ángulo de inclinación que puede presentar un individuo en condiciones normales de 60 grados con un rango establecido de  $\pm 2$  grados es decir se tiene un límite inferior de 58 grados y un límite superior de 62 grados como ángulo de curvatura para la región lumbar en condiciones ideales, sin carga alguna.
- Una vez con la carga sujeta se debe levantar suavemente, pero sujetando firmemente el objeto, para ello es necesario el empleo de ambas manos.
- Agarre firme llevando la carga pegada al cuerpo, durante todo el momento de levantamiento para ello se deberá evitar realizar inclinaciones laterales.
- Depósito de la carga, si el levantamiento es desde el suelo hasta la altura de los hombros o más, se debe apoyar la carga a medio camino de ser posible hasta depositar la carga en el lugar adecuado y ajustarla de ser necesario.

## CONCLUSIONES

El estudio bibliográfico fue realizado para la determinación de los valores referenciales para el manejo de cargas y posturas ejecutadas al momento de hacer una actividad la cual influye en la salud de los individuos, fue realizado tomando en consideración la validación de los criterios técnicos – médicos de las pruebas funcionales musculares de Daniels, el cual arrojó el factor de extensión de la cadera, misma que oscila alrededor de una amplitud máxima de 60 grados considerado dentro de los límites normales permisibles, tomando como referencia para la realización de determinados movimientos.

La determinación del hardware fue ejecutado acorde los diferentes puntos de ubicación de los sensores en el cuerpo de los individuos que participaron del estudio, mientras que el software utilizado para el estudio de flexo extensión lumbar para determinar el patrón base para la curvatura en la región lumbar utilizado para mostrar las capturas de los movimientos inerciales fue el Software ISEN 3D Motion Analyser, finalmente el software utilizado para la interpretación de las presiones plantares generadas en las distintas pruebas estuvo a cargo del programa Ecofoot+.

El protocolo fue aplicado en una muestra establecida en base a las patologías más comunes las cuales son Pie plano, Pie normal y Pie cavo donde se determinó en una revisión bibliográfica a través de un estudio experimental llevado a cabo en individuos jóvenes, este análisis generó el protocolo en el cual se podrá verificar los valores referenciales con los valores que se obtendrá con la aplicación de los softwares tanto para el análisis del tipo de patología y su efecto al manipular cargas, como para el análisis de movimiento con el cual obtendremos los rangos de movimientos expresado en grados para la validación con los valores referenciales de amplitud de movimientos.

Los parámetros de valoración obtenidos en el protocolo de análisis biomecánico, fueron basados en el desarrollo de 10 ejercicios que los individuos realizaron para la ejecución del levantamiento de cargas y su manipulación, los cuales consistieron en la inclinación de la pelvis con una amplitud de movimiento de (20°-65°), el movimiento flexión – extensión de pelvis a espalda (0-80°), rotación de pelvis (0-30°), flexión- extensión de cadera (0-160°), , abducción- aducción de cadera (15°-90°), rotación de cadera (0-60°), flexión – extensión del fémur a la espalda (125°), y flexión extensión lateral de pelvis a espalda (0-35°).

## **RECOMENDACIONES**

El levantamiento de cargas debe ser ejecutado tomando en consideración las recomendaciones sugeridas por la normativa de seguridad la cual sugiere que el peso máximo a levantar debe ser de 25Kg, sin embargo, en el estudio experimental realizado se comprobó que el factor manipulación adecuada incide significativamente en el levantamiento del peso, razón por la cual se recomienda realizar una flexión correcta para garantizar un adecuado agarre del peso

Se recomienda considerar los diferentes tipos de patologías que afectan a los pies porque acorde a la tipología del pie, afecta al levantamiento de cargas, ya que mientras exista una inexistencia del arco plantar afecta significativamente al levantamiento de cargas, razón por la cual se debe valorar el tipo de patología que posee el trabajador para evitar una manipulación inadecuada de las cargas.

Establecer una ubicación adecuada de los sensores para realizar más pruebas experimentales con diferentes patologías que afectan a la huella plantar para poder contar con un mayor número de pruebas de este tipo.

## GLOSARIO

**Ciatalgia:** La ciatalgia es el dolor en el trayecto del nervio ciático. Suele deberse a la compresión de las raíces nerviosas lumbares en la zona lumbar. Las causas más comunes son una hernia de disco intervertebral, osteofitos y estrechez del conducto espinal (estenosis espinal). Los síntomas incluyen dolor que irradia desde las nalgas hacia la pierna. (Moley P., 2020, p.1)

**Entrenamiento deportivo:** El entrenamiento deportivo incluye la preparación física, la preparación cognitiva, la preparación psicológica, la preparación biomecánico- técnica, la preparación táctica y preparación biológica. Aunque no pueda ser considerado como un pilar del entrenamiento, la prevención de lesiones musculoesqueléticas es también una pieza clave en el entrenamiento deportivo, que además influye de manera clara en la mejora del rendimiento. (Feriche y Delgado., 2003, p.18)

**Fracturas de la diáfisis de radio y cúbito:** acarrear una grave pérdida funcional si o se tratan correctamente. En general, en los niños, por su capacidad de deformación, son aceptables ciertos grados de deformidad relacionados con la edad y la proximidad de la fractura a la placa de crecimiento. (Rodríguez, 2004, p. 32)

**Test de fuerza isocinética:** Es capaz de medir la fuerza, el momento de fuerza y la potencia en diferentes posiciones angulares del segmento articular analizado, y se considera el gold standard para la evaluación de la fuerza muscular. (Martin et al., 2006, p. 51)

## **BIBLIOGRAFÍA**

**AGUILERA, J., HEREDIA, J., & PEÑA, G.** *G-SE*. Obtenido de G-SE: <https://g-se.com/huella-plantar-biomecanica-del-pie-y-del-tobillo-propuesta-de-valoracion-bp-b57cfb26db4ec3>

**ALVAREZ-CASADO, E.** *Análisis de la exposición al riesgo por levantamiento manual de cargas en condiciones de alta variabilidad*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya. (2012).

**ANGULO CARRERE, M. T., & ÁLVAREZ MÉNDEZ, A.** *Biomecánica de la extremidad inferior. Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología)*. (2009).

**BERNAL IÑIGUEZ, J. D.** *diseño, construcción e implementación de un sistema de captura de movimiento para análisis ergonómico de riesgo laboral de extremidades superiores*. Cuenca. (2014).

**CAÑAS DELGADO, J. J.** *Ergonomia en los sistemas de trabajo*. Granada: Secretaría de Salud Laboral de la UGT-CEC. (2011).

**CONFEDERACIÓN REGIONAL DE ORGANIZACIONES EMPRESARIALES DE MURCIA.** (s.f.). Recuperado el 15 de 04 de 2020, de Prevención de Riesgos Ergonómicos.: <http://www.croem.es/prevergo/formativo/1.pdf>.

**DIEGO-MAS, & ANTONIO, J.** *Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra*. (Universidad Politécnica de Valencia) Recuperado el 05 de 03 de 2020, de Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

**DIEGO-MAS, & JOSE ANTONIO.** *Evaluación del riesgo por las fuerzas ejercidas en el puesto de trabajo*. Recuperado el 04 de 03 de 2020, de Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fuerzas/fuerza-maxima-ayuda.php>

**DIEGO-MAS, & JOSÉ ANTONIO.** *Evaluación postural mediante el método REBA*. Obtenido de Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia.

**ERGO/IBV.** *Recomendaciones para la manipulación manual de cargas*. Recuperado el 05 de 03 de 2020, de Evaluación de riesgos ergonomicos/blog: <http://www.ergoibv.com/blog/recomendaciones-para-la-manipulacion-manual-de-cargas/>

**FDO., J. D.** *Análisis Ergonómico De Las Actividades Realizadas En Elmarisqueo A Pie* . Valencia: Instituto De Biomecánica De Valencia.

**GARCÍA DE SOLA, R.** *Unidad de Neurocitugía RGS*. Obtenido de <https://neurorgs.net/docencia/sesiones-residentes/balance-sagital-una-introduccion-teorica/#:~:text=La%20inclinaci%C3%B3n%20p%C3%A9lvica%20se%20encuentra,un%20rango%20entre%2020%2D65%C2%BA>.

**INSTH.** *Evaluación de Riesgos Laborables. Intituto de seguridad e higiene del trabajo*. (2000).

**INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. (s.f).** *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*. Recuperado el 16 de 04 de 2020, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTécnicas/Ficheros/cargas.pdf>

**INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA. (s.f).** *Salud y Bienestar Familiar*. Recuperado el 05 de 03 de 2020, de IBV: <https://www.ibv.org/servicios/id/#ancla-laboral>

**LARA, K.** *Seguro general de riesgos del trabajo-Boletín Estadístico*. IESS, Quito. Obtenido de [https://www.iess.gob.ec/documents/10162/51889/Boletín\\_estadístico\\_2018\\_nov\\_dic.pdf](https://www.iess.gob.ec/documents/10162/51889/Boletín_estadístico_2018_nov_dic.pdf)

**MECAFENIX, I. (s.f).** *Ingeniería Mecafenix*. Recuperado el 15 de 04 de 2020, de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/sensor-inercial/>

**MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL RED PÚBLICA DE COLOMBIA. (s.f).** *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional*. Recuperado el 15 de 04 de 2020, de <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/Publicaciones/Guias/GUIA-TECNICA-EXPOSICION-FACTORES-RIESGOOCUPACIONAL.pdf>

**MONTES, R.** *Cirugía ecoguiada y Tratamientos avanzados*. Cirugía ecoguiada y Tratamientos avanzados. (2014).

**MORENO MARTINEZ, C. E.** *Riesgos ergonómicos relativos a la manipulación manual de cargas y a la carga postural*. Valencia. (2016).

**MUNIAGURRIA, J., & BARAVALLE, E. (s.f.).** *Semiología Médica*. Obtenido de Semiología Médica: <https://www.semiologiaclinica.com/index.php/articulocontainer/examenfisico/182-examen-fisico-de-los-miembros-y-de-la-columna-vertebral-normales>

**OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO.** *Estrategia global en materia de Seguridad y Salud en el trabajo*. (2003).

**OLAYA, A. F.** *Sistema Robótico Multimodal para Análisis y Estudios en Biomecánica, Movimiento Humano y Control Neuromotor*. Leganés.2008.

**OMS. (s.f.).** *Organizacion Mundial de la Salud*. Recuperado el 15 de 04 de 2020, de <http://www.who.int.int/es/>

**PLANIFICACION, C. N.** Plan Nacional de Desarrollo. 12. Quito. Obtenido de [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf). (2017).

**REAL DECRETO 487/1997.** *disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas*. Secretaria General de Acción Sindical. (2003).

**REPETTO, A.** *Bases Biomecánicas para el analisis del movimiento humano*. Buenos Aires, Argentina: CD-Rom. 2005.

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y SALUD LABORAL DE CATALUÑA. (s.f).**  
Cuaderno Preventivo Posturas Forzadas.  
[http://www.ugt.cat/download/salut\\_laboral/ergonomia/cuaderno\\_posturas\\_forzadas.pdf](http://www.ugt.cat/download/salut_laboral/ergonomia/cuaderno_posturas_forzadas.pdf)

**SECRETARÍA DE SALUD LABORAL DE CCOO DE MADRID.** *Métodos de evaluación ergonómica* . MADRID. 2016.

**SIMBA.S, D., & TIPÁN.A, M.** *Prevalencia de pie plano y pie cavo*. Prevalencia de pie plano y pie cavo. (2018).

## ANEXOS

### ANEXO A: PARTICIPANTE CON PATOLOGÍA DE PIE NORMAL

- **Análisis en intervalo personalizado con 5 kg.**

Se realizó una evaluación del análisis en un intervalo personalizado del promedio del levantamiento de una carga aplicando un peso de 5 kg, en la cual el individuo debe realizar diferentes acciones como parte de asir una carga, una vez colocado los sensores en las posiciones anteriormente descritas mediante una recolección estadística de información se observó cómo afecta la aplicación del peso en la realización de movimientos al caminar.

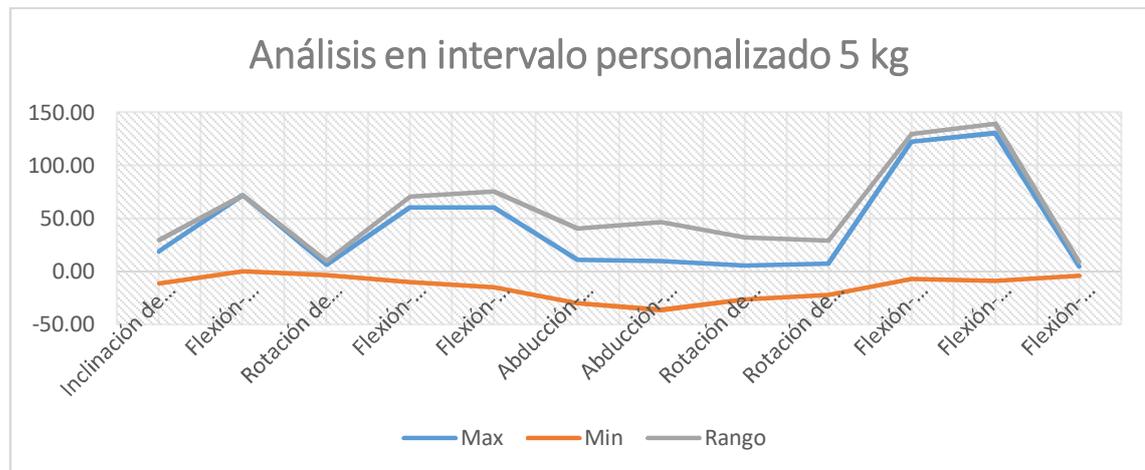
A continuación, se muestra la manera del levantamiento de peso con 5kg.



**Tabla:** Valores iniciales promedio con 5 kg

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	18,78°	-11,20°	29,98°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	71,81°	-0,08°	71,89°
Rotación de pelvis	6,43°	-3,66°	10,09°
Flexión-extensión de cadera derecha	60,44°	-10,26°	70,70°
Flexión-extensión de cadera izquierda	60,39°	-15,27°	75,66°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	10,72°	-29,90°	40,62°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	9,97°	-36,50°	46,47°
Rotación de cadera derecha	5,63°	-26,34°	31,97°
Rotación de cadera izquierda	7,17°	-22,04°	29,21°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	123,09°	-7,16°	130,25°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	131,02°	-9,04°	140,05°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	4,82°	-4,39°	9,21°

La tabla anteriormente descrita se muestra los valores máximos y mínimos de los ángulos generados al realizar un levantamiento de peso de 5kg.



El gráfico muestra la manipulación del peso de 5 kg, en lo cual se visualiza los valores referenciales máximos, mínimos y el rango. Los valores del rango entre el valor máximo y mínimo se acercan a los valores referenciales máximos provocando de esta forma una variación de ángulos los valores máximos al realizar los movimientos en el levantamiento de un peso de 5 kg y desplazarse una determinada distancia.

#### **Análisis en intervalo personalizado con 10 kg.**

Se realizó una evaluación del análisis en un intervalo personalizado del promedio del levantamiento de una carga aplicando un peso de 10 kg, en la cual el individuo debe realizar diferentes acciones como parte de asir una carga, al desplazarse 5 metros, asir un objeto caminar con este y dejarlo en la posición encontrada, simulando las posiciones más frecuentes que son realizadas en una actividad laboral en la cual involucra levantamiento de pesos.

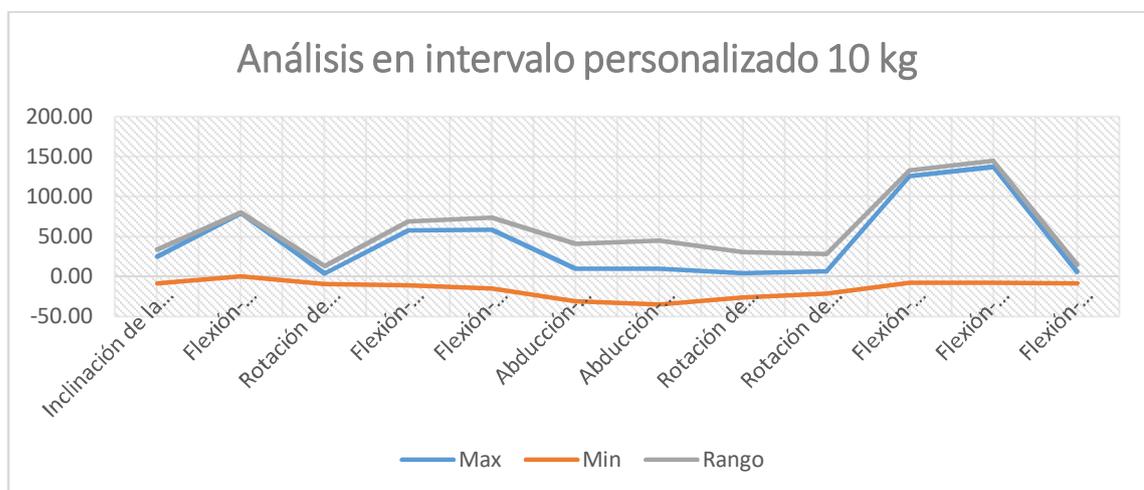
A continuación, se muestra la manera del levantamiento de peso con 10kg.



**Tabla:** Valores iniciales promedio con 10 kg

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	25,03°	-8,68°	33,71°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	79,78°	-0,22°	80,00°
Rotación de pelvis	3,72°	-9,22°	12,94°
Flexión-extensión de cadera derecha	57,89°	-11,47°	69,36°
Flexión-extensión de cadera izquierda	58,62°	-15,02°	73,64°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	10,07°	-31,13°	41,20°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	9,71°	-35,19°	44,89°
Rotación de cadera derecha	3,87°	-26,51°	30,38°
Rotación de cadera izquierda	6,08°	-22,01°	28,09°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	125,93°	-7,64°	133,57°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	137,68°	-7,78°	145,46°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	5,44°	-8,69°	14,13°

La tabla muestra los valores máximos y mínimos de los ángulos generados al realizar el levantamiento del peso de 10 kg, con este peso aplicado se observó cómo los valores del rango para cada ejercicio se van aproximando al valor límite máximo para la ejecución de dicho movimiento, como es el caso del movimiento inclinación de la pelvis en la cual el valor máximo es de 25,03° mientras que el valor mínimo es de -8,68° y el rango para las repeticiones ejercidas por el individuo fue de 33,71°, por lo cual se concluye que los valores máximos alcanzados al realizar este movimiento en específico puede llegar a ser de 33,71° aplicando un peso de 10 kg.



El gráfico muestra la manipulación del peso de 10 kg, en lo cual se visualiza los valores referenciales máximos, mínimos y el rango. Los valores máximos son generalmente los valores angulares que se generan al realizar los movimientos que comprenden el levantamiento de un peso de 10 kg en una distancia determinada.

### **Análisis en intervalo personalizado con 15 kg.**

Se realizó una evaluación del análisis en un intervalo personalizado del promedio del levantamiento de una carga aplicando un peso de 15 kg, en la cual el individuo debe realizar diferentes acciones como parte de asir una carga, al desplazarse 5 metros asir un objeto caminar con este y dejarlo en la posición encontrada, simulando las posiciones más frecuentes que son realizadas en una actividad laboral en la cual involucra levantamiento de pesos, con este peso se requiere mayor aplicación de fuerza al momento de manipular el peso estipulado por tanto, se observó variación en los valores angulares generados.

A continuación, se muestra la manera del levantamiento de peso con 15kg.



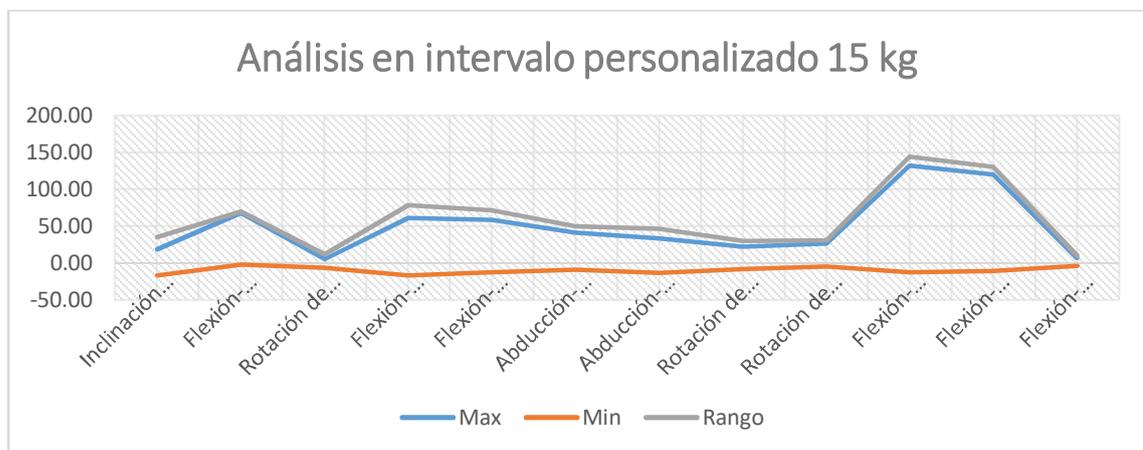
**Tabla:** Valores iniciales promedio con 15 kg

<b>Medida</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Rango</b>
<b>Inclinación de la pelvis</b>	19,41°	-16,12°	35,53°
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	68,25°	-1,99°	70,23°
<b>Rotación de pelvis</b>	5,46°	-6,44°	11,90°
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	61,74°	-16,72°	78,46°
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	59,22°	-12,39°	71,61°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	41,30°	-8,98°	50,27°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	33,51°	-13,15°	46,65°

<b>Rotación de cadera derecha</b>	22,88°	-7,76°	30,63°
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	26,86°	-4,54°	31,40°
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	132,37°	-11,95°	144,32°
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	120,09°	-10,67°	130,76°
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	6,79°	-3,22°	10,02°

Fuente: Villagrán Eduardo, 2021

La tabla muestra los valores máximos y mínimos de los ángulos generados al realizar el levantamiento del peso de 15 kg, con este peso aplicado se observó que los valores del rango para cada ejercicio son similares a límite máximo para la ejecución de dicho movimiento, por cuanto se incrementa un peso mayor, los valores angulares máximos se van estabilizando en referencia a la ejecución de determinados movimientos.



El gráfico muestra la manipulación del peso de 15 kg, los valores angulares máximos son en su mayoría muy similares al valor del rango establecido, por lo cual los valores angulares de movimientos producidos al levantar un peso de 15 kg pueden llegar a ser igual a los límites máximos angulares, de ocurrir valores por encima de estas referencias no se debería continuar con el trabajo realizado.

#### **Análisis en intervalo personalizado con 20 kg.**

Se realizó una evaluación del análisis en un intervalo personalizado del promedio del levantamiento de una carga aplicando un peso de 20 kg, a medida que se añade mayor peso el individuo requiere mayor aplicación de fuerza en la manera como levanta la carga, así como la forma de la ubicación de sus extremidades tanto superiores como inferiores para evitar problemas futuros.

A continuación, se muestra la manera del levantamiento de peso con 20 kg.

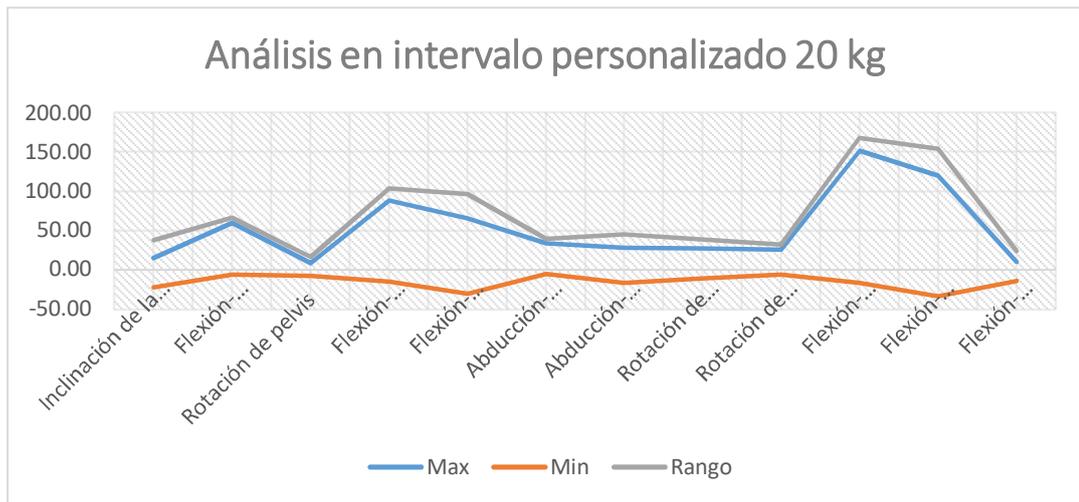


**Tabla:** Valores iniciales promedio con 20 kg

Medida	Max	Min	Rango
<b>Inclinación de la pelvis</b>	14,90°	-22,98°	37,87°
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	59,95°	-6,21°	66,16°
<b>Rotación de pelvis</b>	8,28°	-7,94°	16,22°
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	88,69°	-14,91°	103,60°
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	65,63°	-30,79°	96,42°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	33,97°	-5,77°	39,74°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	27,97°	-17,12°	45,09°
<b>Rotación de cadera derecha</b>	26,98°	-11,59°	38,58°
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	25,59°	-6,56°	32,15°
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	151,58°	-16,82°	168,41°
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	120,20°	-34,25°	154,45°
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	9,66°	-14,47°	24,13°

Fuente: Villagrán Eduardo, 2021

La tabla muestra los valores máximos y mínimos de los ángulos generados al realizar el levantamiento del peso de 20 kg, con este peso aplicado se observó que los valores del rango para cada ejercicio son similares a límite máximo, pero en ciertas ocasiones este tipo de valores tiende a variar debido principalmente a la posición del agarre de las manos, la posición de los pies generando fluctuaciones de valores en cada movimiento ejecutado.



El gráfico muestra la manipulación del peso de 20 kg, los valores angulares máximos son en su mayoría muy similares al valor del rango establecido, pero existen algunas afectaciones a los valores establecidos como rangos al momento de no existir una manipulación adecuada de la carga que se está trasladando.

#### **Análisis en intervalo personalizado con 25 kg.**

Se realizó una evaluación del análisis en un intervalo personalizado del promedio del levantamiento de una carga aplicando un peso de 25 kg, siendo este peso el límite establecido por la normativa para el levantamiento manual de cargas NTP 477, la misma que establece un valor máximo de 25 kg para hombres mayores de edad, sin patologías en un estado de salud aceptable. A continuación, se muestra la manera del levantamiento de peso con 25kg.

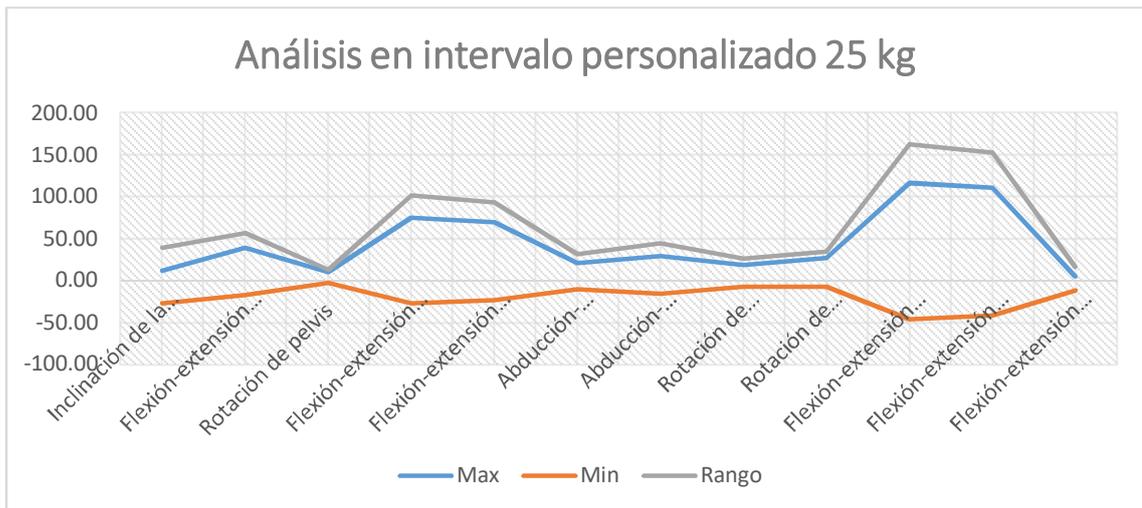


**Tabla:** Valores iniciales promedio con 25 kg

<b>Medida</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Rango</b>
<b>Inclinación de la pelvis</b>	11,77°	-27,40°	39,18°
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	39,17°	-17,77°	56,94°
<b>Rotación de pelvis</b>	9,91°	-2,80°	12,71°
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	74,91°	-27,02°	101,93°
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	69,37°	-23,81°	93,18°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	21,00°	-10,68°	31,68°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	29,16°	-15,61°	44,76°
<b>Rotación de cadera derecha</b>	18,60°	-7,64°	26,24°
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	27,21°	-7,47°	34,68°
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	116,39°	-46,22°	162,60°
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	110,72°	-42,11°	152,83°
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	4,71°	-11,82°	16,53°

Fuente: Villagrán Eduardo, 2021

La tabla muestra el rango de los valores máximos y mínimos de los ángulos generados al realizar el levantamiento del peso de 25 kg, el mismo que es el límite máximo de peso que un individuo puede trasladar sin ocasionar afectaciones en su salud con este peso aplicado se observó que existen variaciones en referencia a los valores máximos y mínimos debido a problemas posturales, agarres incorrectos, manera incorrecta de manipular la carga entre otros, por tanto se concluye que si no existe una adecuada posición para el levantamiento de pesas se puede ocasionar daños a la salud porque al incrementar el peso se necesita que los movimientos sean adecuados y que cumplan las recomendaciones para el levantamiento de pesos.



El gráfico muestra la manipulación del peso de 25 kg, los valores angulares máximos son en su mayoría muy similares al valor del rango establecido, por lo cual los valores angulares de movimientos producidos al levantar un peso de 25 kg pueden llegar a ser igual a los límites máximos angulares, de ocurrir valores por encima de estas referencias no se debería continuar con el trabajo realizado.

## ANEXO B: PARTICIPANTE CON PATOLOGÍA DE PIE LIGERAMENTE PLANO.

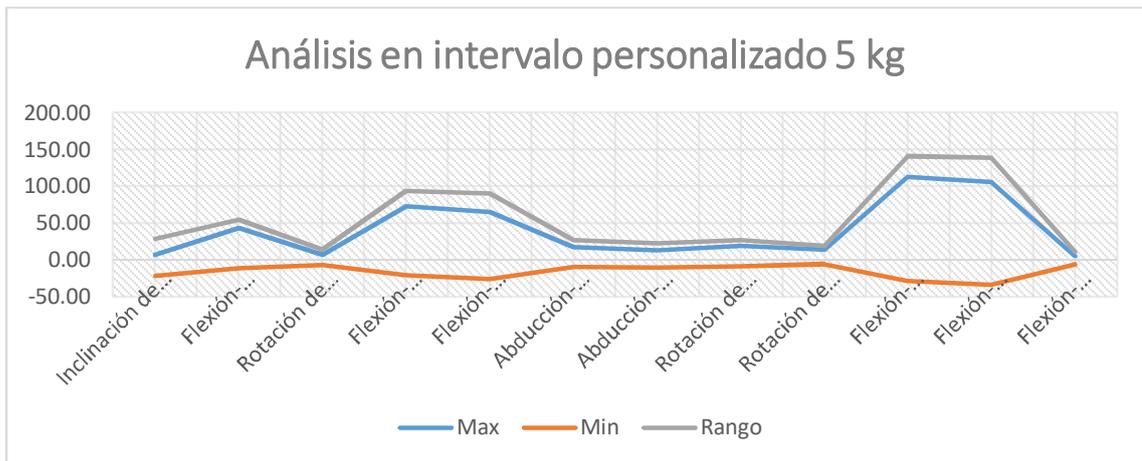
- Análisis en intervalo personalizado del promedio con 5 kg



A continuación, se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados con un peso de 5kg, mediante el análisis del software ISEN, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de 30 segundos en una distancia de 5 m, en posición erguida de pie, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales mostraron los siguientes resultados, observados en la tabla.

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	7,58°	-21,50°	29,08
Flexión-extensión de pelvis a espalda	44,14°	-10,79°	54,93
Rotación de pelvis	7,22°	-7,02°	14,24
Flexión-extensión de cadera derecha	73,39°	-20,49°	93,88
Flexión-extensión de cadera izquierda	65,10°	-25,66°	90,76
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	17,79°	-9,32°	27,11
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	13,18°	-10,05°	23,23
Rotación de cadera derecha	19,05°	-8,54°	27,59
Rotación de cadera izquierda	14,09°	-5,42°	19,51
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	113,10°	-28,30°	141,40
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	106,23°	-33,37°	139,60
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	5,62°	-5,49°	11,11

Fuente: Villagrán Eduardo, 2021



- **Análisis en intervalo personalizado del promedio con 10 kg**

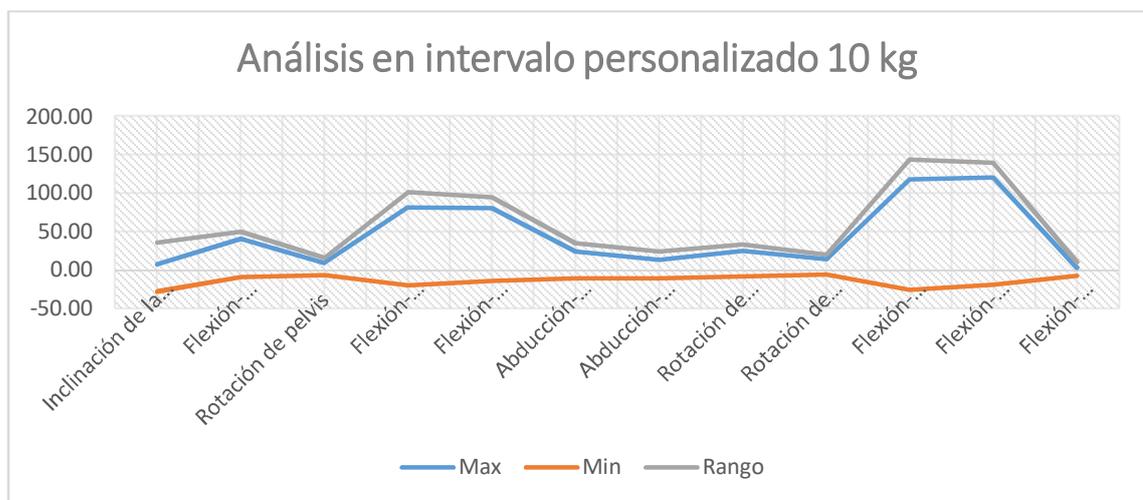


A continuación, se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados con un peso de 5kg, mediante el análisis del software ISEN, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de tiempo de 30 segundos en una distancia de 5 m, en posición erguida de pie, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales mostraron los siguientes resultados, observados en la tabla.

Medida	Max	Min	Rango
<b>Inclinación de la pelvis</b>	7,28°	-28,22°	35,50
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	41,03°	-9,07°	50,10
<b>Rotación de pelvis</b>	8,56°	-6,94°	15,50
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	81,20°	-20,54°	101,74
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	80,35°	-14,11°	94,46
<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	23,63°	-11,40°	35,04

<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	12,90°	-11,40°	24,29
<b>Rotación de cadera derecha</b>	24,68°	-8,77°	33,45
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	13,75°	-6,09°	19,84
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	117,90°	-25,96°	143,86
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	120,41°	-19,42°	139,83
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	2,57°	-7,48°	10,05

Fuente: Villagrán Eduardo, 2021

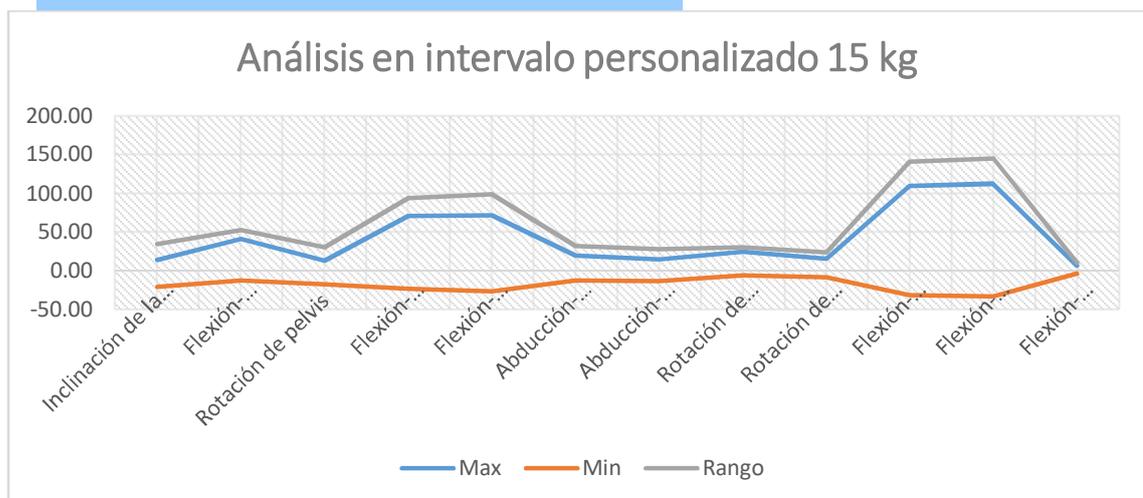


- **Análisis en intervalo personalizado del promedio con 15kg**



Se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados aplicando un peso de 15kg, mediante el análisis del software ISEN, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de tiempo de 30 segundos, en posición erguida de pie, caminando, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales arrojaron los siguientes resultados, observados en la tabla:

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	13,84°	-21,02°	34,87
Flexión-extensión de pelvis a espalda	40,78°	-12,09°	52,87
Rotación de pelvis	13,23°	-17,63°	30,85
Flexión-extensión de cadera derecha	70,76°	-23,32°	94,07
Flexión-extensión de cadera izquierda	72,03°	-26,64°	98,67
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	20,00°	-12,14°	32,14
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	14,90°	-13,19°	28,10
Rotación de cadera derecha	24,96°	-5,69°	30,65
Rotación de cadera izquierda	15,32°	-8,46°	23,78
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	109,58°	-31,58°	141,16
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	112,47°	-33,01°	145,48
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	6,52°	-3,82°	10,34

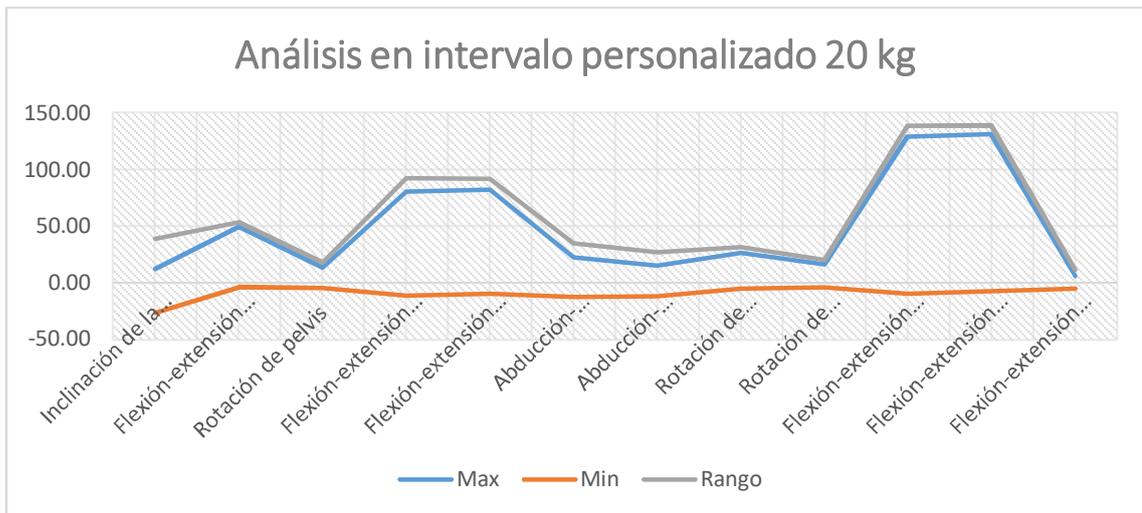


### Análisis en intervalo personalizado del promedio con 20kg



Se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados aplicando un peso de 20 kg, mediante el análisis del software ISEN, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de 30 segundos, en posición erguida de pie, caminando, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales arrojaron los siguientes resultados, observados en la tabla.

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	12,49°	-26,57°	39,06
Flexión-extensión de pelvis a espalda	49,74°	-3,90°	53,64
Rotación de pelvis	13,48°	-4,42°	17,90
Flexión-extensión de cadera derecha	80,58°	-11,70°	92,28
Flexión-extensión de cadera izquierda	82,13°	-9,63°	91,76
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	22,52°	-12,55°	35,07
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	14,87°	-12,03°	26,90
Rotación de cadera derecha	26,17°	-5,25°	31,42
Rotación de cadera izquierda	16,07°	-4,12°	20,18
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	129,01°	-9,66°	138,66
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	131,26°	-7,70°	138,96
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	5,98°	-5,25°	11,23



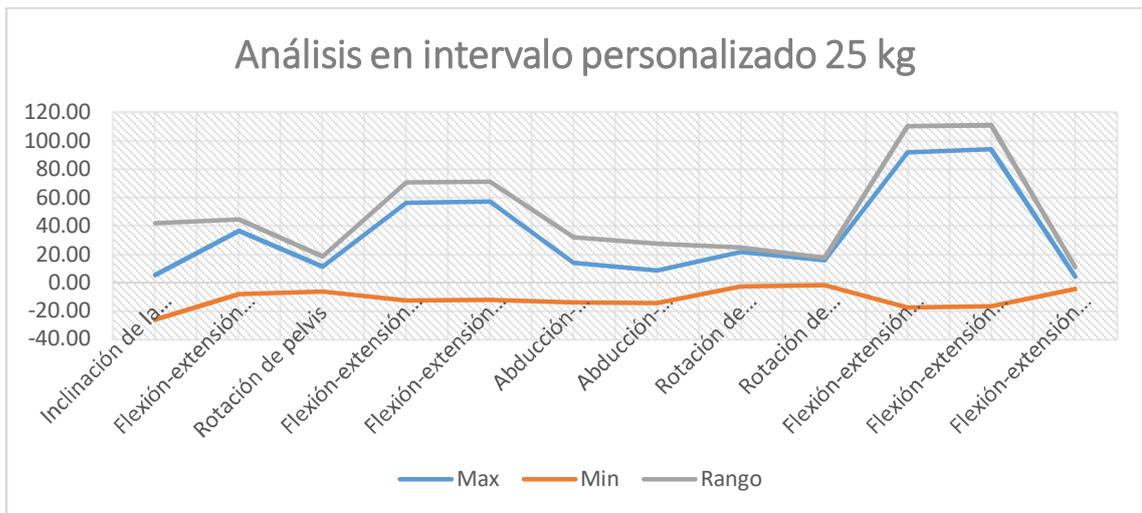
- **Análisis en intervalo personalizado del promedio con 25kg**



Se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados aplicando un peso de 25kg, mediante el análisis del software isen, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de 30 segundos, en posición erguida de pie, caminando, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales arrojaron los siguientes resultados, observados en la tabla.

Medida	Max	Min	Rango
<b>Inclínación de la pelvis</b>	5,45°	-26,41°	41,85
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	36,42°	-8,18°	44,87
<b>Rotación de pelvis</b>	11,47°	-6,44°	18,46
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	56,64°	-12,56°	70,98
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	57,22°	-12,17°	71,20
<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	14,14°	-14,01°	31,81

<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	8,65°	-14,45°	27,58
<b>Rotación de cadera derecha</b>	21,43°	-2,88°	24,96
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	15,73°	-1,78°	17,58
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	92,22°	-17,62°	110,68
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	94,31°	-16,73°	111,37
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	4,25°	-4,64°	11,01



## ANEXO C: PARTICIPANTE CON PATOLOGÍA DE PIE CAVO LIGERAMENTE CAVO

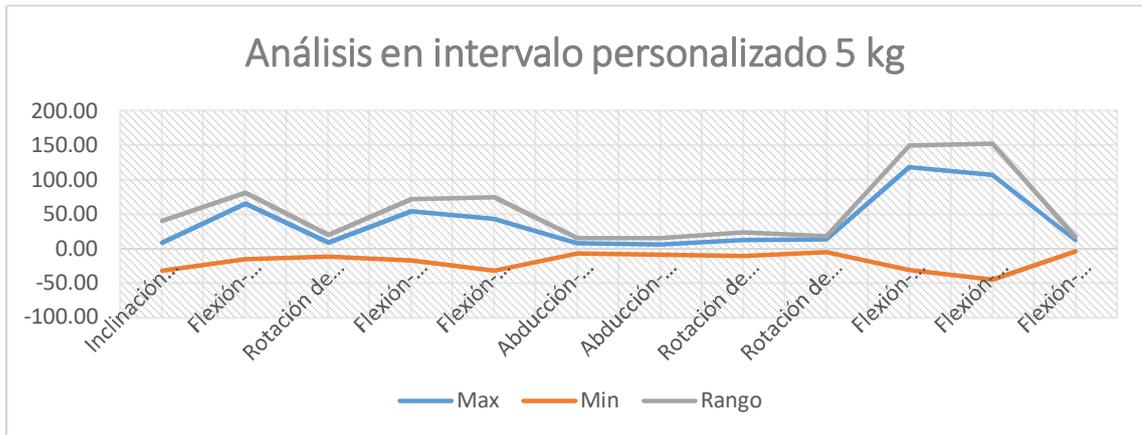
- Análisis en intervalo personalizado del promedio con 5 kg



A continuación, se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados con un peso de 5kg, mediante el análisis del software ISEN, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de 30 segundos en una distancia de 5 m, en posición erguida de pie, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales mostraron los siguientes resultados, observados en la tabla.

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	5,61°	-37,16°	42,77°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	62,87°	-12,25°	75,11°
Rotación de pelvis	6,82°	-9,20°	16,03°
Flexión-extensión de cadera derecha	53,45°	-11,81°	65,26°
Flexión-extensión de cadera izquierda	55,13°	-15,76°	70,89°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	11,79°	-14,41°	26,20°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	11,69°	-13,93°	25,62°
Rotación de cadera derecha	11,06°	-19,25°	30,31°
Rotación de cadera izquierda	8,06°	-10,43°	18,49°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	105,23°	-25,36°	130,59°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	117,43°	-21,92°	139,35°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	8,57°	-8,19°	16,76°

Fuente: Villagrán Eduardo, 2021



- **Análisis en intervalo personalizado del promedio con 10 kg**

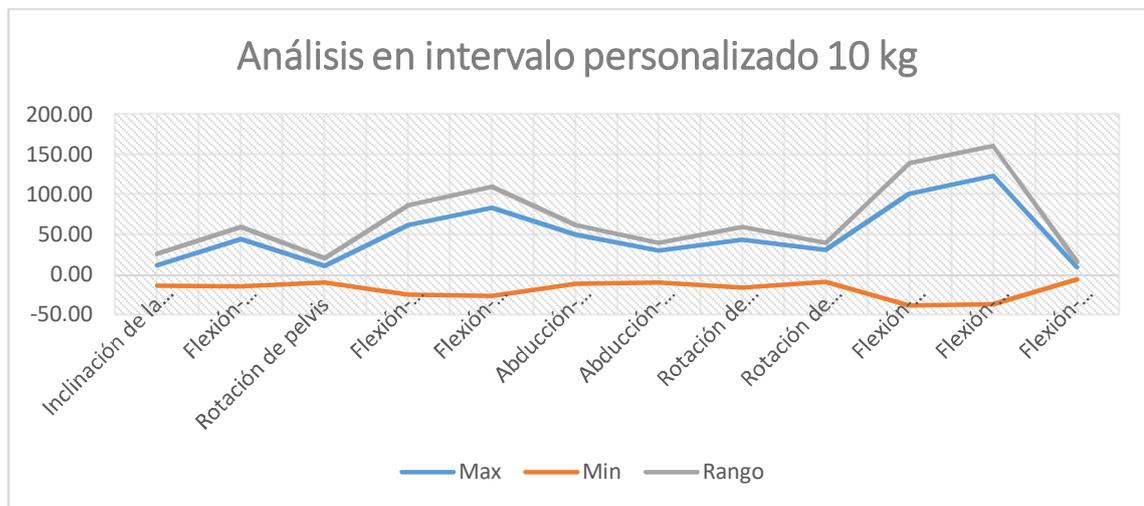


A continuación, se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados con un peso de 10 kg, mediante el análisis del software ISEN, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de tiempo de 30 segundos en una distancia de 5 m, en posición erguida de pie, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales mostraron los siguientes resultados, observados en la tabla.

Medida	Max	Min	Rango
<b>Inclinación de la pelvis</b>	8,36°	-13,87°	22,23°
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	53,11°	-17,10°	70,21°
<b>Rotación de pelvis</b>	5,20°	-10,32°	15,52°
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	55,99°	-19,40°	75,39°
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	63,93°	-20,58°	84,51°

<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	29,20°	-13,63°	42,83°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	23,61°	-16,91°	40,52°
<b>Rotación de cadera derecha</b>	21,18°	-22,06°	43,24°
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	18,41°	-12,63°	31,04°
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	106,83°	-36,89°	143,72°
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	115,72°	-31,99°	147,71°
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	7,83°	-8,54°	16,38°

Fuente: Villagrán Eduardo, 2021

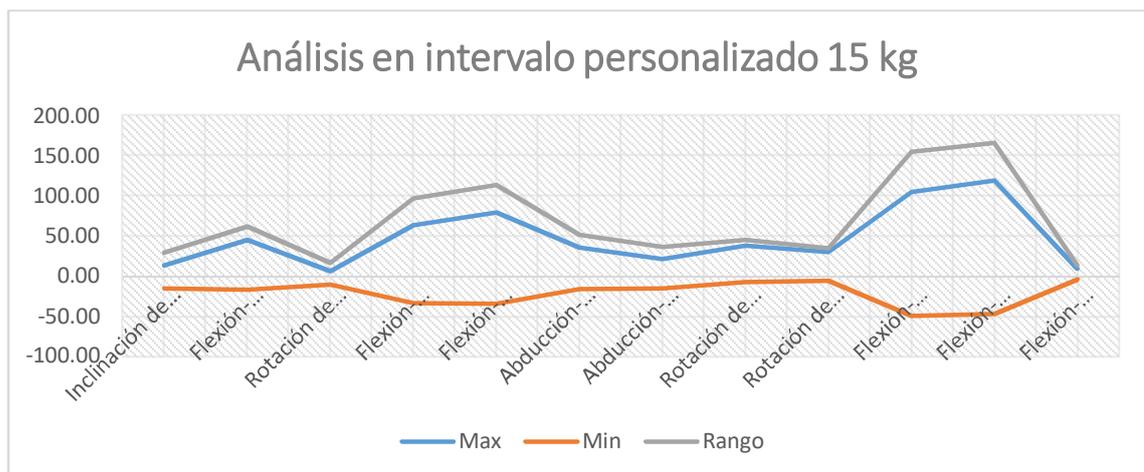


- **Análisis en intervalo personalizado del promedio con 15kg**



Se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados aplicando un peso de 15kg, mediante el análisis del software ISEN, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de 30 segundos, en posición erguida de pie, caminando, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales arrojaron los siguientes resultados, observados en la tabla:

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	8,41°	-14,19°	22,60°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	47,96°	-15,87°	63,83°
Rotación de pelvis	4,74°	-8,39°	13,13°
Flexión-extensión de cadera derecha	57,78°	-14,60°	72,38°
Flexión-extensión de cadera izquierda	72,09°	-16,17°	88,26°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	32,72°	-13,02°	45,74°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	31,56°	-16,22°	47,78°
Rotación de cadera derecha	23,95°	-21,27°	45,21°
Rotación de cadera izquierda	26,60°	-11,16°	37,76°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	104,28°	-31,24°	135,53°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	121,63°	-27,77°	149,40°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	7,96°	-6,43°	14,39°

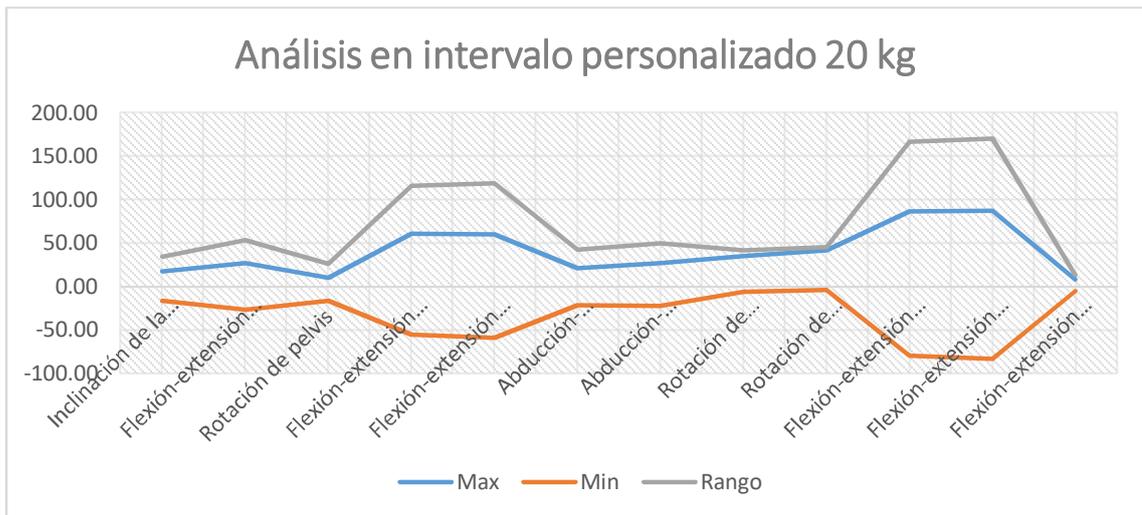


### Análisis en intervalo personalizado del promedio con 20kg



Se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados aplicando un peso de 20 kg, mediante el análisis del software ISEN, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de 30 segundos, en posición erguida de pie, caminando, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales arrojaron los siguientes resultados, observados en la tabla.

Medida	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	10,53°	-18,73°	29,27°
Flexión-extensión de pelvis a espalda	56,59°	-13,74°	70,33°
Rotación de pelvis	6,09°	-9,11°	15,20°
Flexión-extensión de cadera derecha	69,91°	-7,28°	77,18°
Flexión-extensión de cadera izquierda	78,52°	-14,41°	92,94°
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	37,45°	-12,15°	49,60°
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	36,54°	-17,41°	53,95°
Rotación de cadera derecha	30,03°	-15,85°	45,88°
Rotación de cadera izquierda	26,73°	-9,62°	36,35°
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	124,90°	-21,58°	146,49°
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	140,10°	-24,32°	164,42°
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	10,22°	-5,97°	16,19°



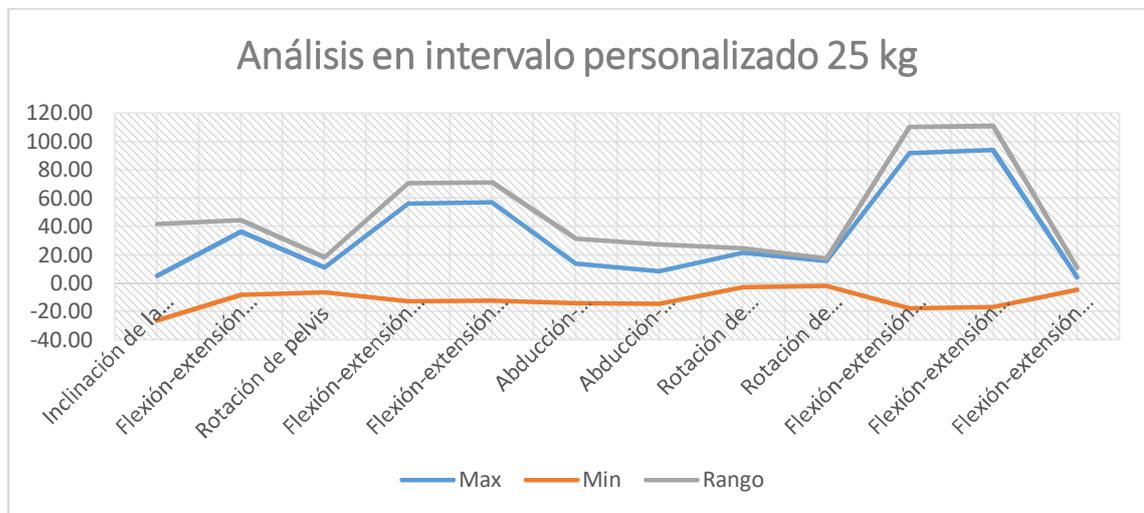
- **Análisis en intervalo personalizado del promedio con 25kg**



Se muestra el cuadro resumen de los movimientos ejecutados aplicando un peso de 25kg, mediante el análisis del software i en, 3D Motion Analysis, los mismos que fueron ejecutados durante un lapso de 30 segundos, en posición erguida de pie, caminando, bajo los esquemas mostrados anteriormente, los cuales arrojaron los siguientes resultados, observados en la tabla.

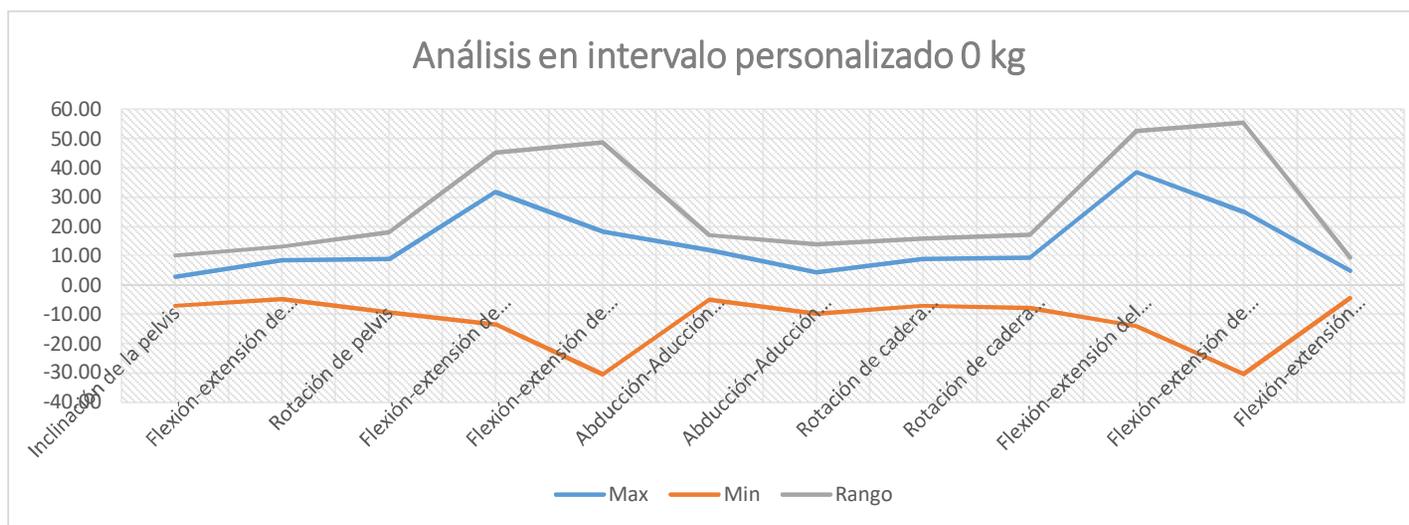
Medida	Max	Min	Rango
<b>Inclinación de la pelvis</b>	13,39°	-19,61°	32,99°
<b>Flexión-extensión de pelvis a espalda</b>	43,59°	-19,17°	62,76°
<b>Rotación de pelvis</b>	5,34°	-6,60°	11,94°
<b>Flexión-extensión de cadera derecha</b>	51,62°	-22,64°	74,26°
<b>Flexión-extensión de cadera izquierda</b>	61,50°	-26,43°	87,94°

<b>Abducción-Aducción de Cadera Derecha</b>	28,25°	-17,43°	45,69°
<b>Abducción-Aducción de Cadera Izquierda</b>	31,80°	-16,29°	48,09°
<b>Rotación de cadera derecha</b>	22,81°	-22,23°	45,04°
<b>Rotación de cadera izquierda</b>	25,83°	-12,93°	38,75°
<b>Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda</b>	92,30°	-42,28°	134,58°
<b>Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda</b>	104,30°	-41,85°	146,15°
<b>Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda</b>	10,41°	-8,31°	18,72°



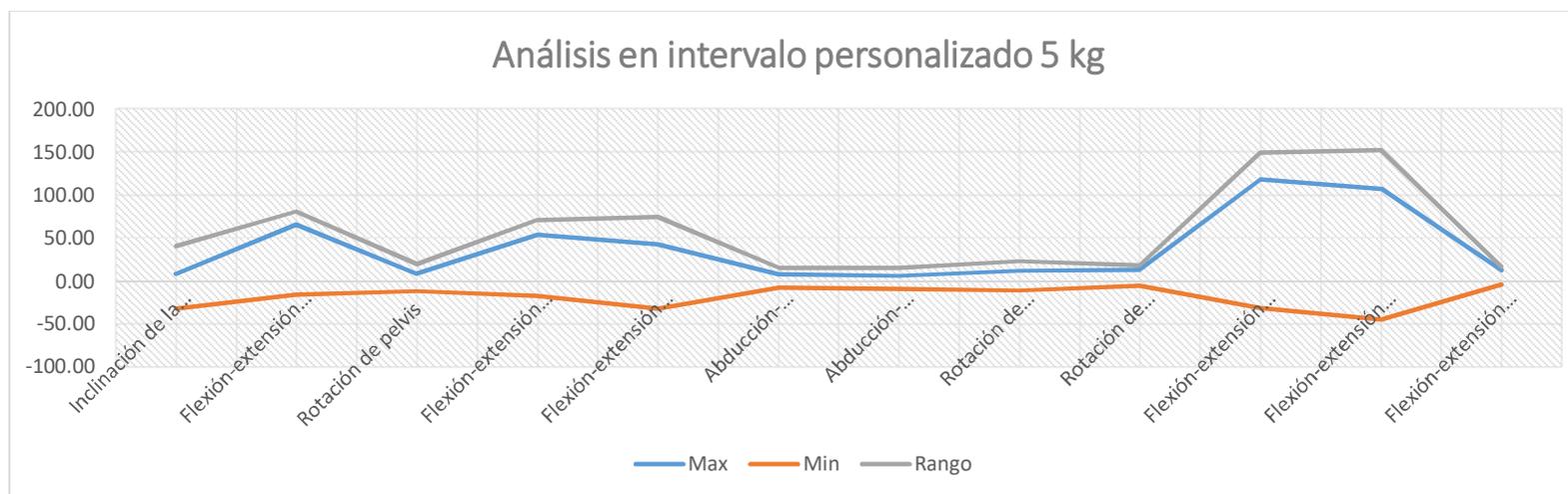
## ANEXO D: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 0 KG

Análisis en intervalo personalizado 0 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P6		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango																								
Inclinación de la pelvis	0	-7,12	7,12	4,4	-3,14	7,54	1,93	-3,77	5,70	3,48	-4,01	7,49	3,06	-5,06	8,12	3,32	-5,05	8,37	1,12	-8,76	9,88	1,49	-7,28	8,77	2	-6,16	8,16	7,83	-21,24	29,07	2,86	-7,16	10,02
Flexión-extensión de pelvis a espalda	7,35	-0,21	7,56	2,4	-5,27	7,67	2,13	-7,91	10,04	4,07	-7	11,07	2,91	-5,41	8,32	2,18	-5,82	8,00	2,47	-3,23	5,70	4,71	-3,44	8,15	4,09	-3,58	7,67	51,75	-6	57,75	8,41	-4,79	13,19
Rotación de pelvis	0,09	-25,44	25,53	7,07	-9,96	17,03	14,31	-8,33	22,64	11,33	-7,08	18,41	3,59	-12,1	15,69	9,92	-8,09	18,01	12,11	-2,94	15,05	10,25	-5,95	16,20	12,9	-0,85	13,75	6,54	-12,99	19,53	8,81	-9,37	18,18
Flexión-extensión de cadera derecha	27,17	-14,45	41,62	36,6	-2,26	38,86	29,37	-8,31	37,68	30,53	-8,06	38,59	33,79	-4,63	38,42	32,54	-9,66	42,20	18,2	-21,37	39,57	35,62	-6,2	41,82	16,63	-21,66	38,29	58,08	-38,93	97,01	31,85	-13,55	45,41
Flexión-extensión de cadera izquierda	32,27	-12,28	44,55	5,87	-40,91	46,78	8,18	-32,98	41,16	0,26	-40,66	40,92	3,84	-38,65	42,49	6,01	-40,51	46,52	16,29	-23,81	40,10	12,45	-31,82	44,27	15,99	-24,45	40,44	81,97	-19,49	101,46	18,31	-30,56	48,87
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	6,65	-9,82	16,47	8,89	-4,58	13,47	6,97	-5,97	12,94	9,39	-3,47	12,86	12,9	-1,14	14,04	15,99	-0,79	16,78	14,44	-0,25	14,69	5,58	-6,73	12,31	13,44	-0,12	13,56	24,88	-18,73	43,61	11,91	-5,16	17,07
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	7,04	-8,74	15,78	1,16	-9,31	10,47	2,12	-11,96	14,08	0,97	-8,27	9,24	4,02	-15,84	19,86	0,81	-9,36	10,17	2,37	-13,98	16,35	5,31	-6,06	11,37	1,95	-11,14	13,09	17,14	-2,8	19,94	4,29	-9,75	14,04
Rotación de cadera derecha	3,69	-14,57	18,26	8,36	-3,37	11,73	3,07	-8,34	11,41	8,48	-5,11	13,59	11,98	-2,67	14,65	8,11	-6,63	14,74	1,15	-11,16	12,31	7,16	-3,4	10,56	4,71	-11,05	15,76	30,95	-5,08	36,03	8,77	-7,14	15,90
Rotación de cadera izquierda	8,56	-4,64	13,20	9,9	-2,7	12,60	12,86	-2,96	15,82	9,81	-4,97	14,78	9,36	-8,26	17,62	11,49	-6,77	18,26	0,17	-17,14	17,31	10,1	-6,63	16,73	-0,23	-18,87	19,10	20,52	-6,57	27,09	9,25	-7,95	17,25
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	33,3	-10,65	43,95	38,13	-3,15	41,28	30,37	-9,95	40,32	31,55	-9,34	40,89	34,74	-5,33	40,07	32,14	-11,3	43,44	20,16	-21,47	41,63	38,78	-4,05	42,83	20,32	-20,44	40,76	106,6	-45,05	151,65	38,61	-14,07	52,68
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	38,01	-8,5	46,51	5,13	-41,71	46,84	8,07	-33,5	41,57	3,95	-41,11	45,06	4,22	-37,73	41,95	6,85	-39,9	46,75	16,25	-24,54	40,79	16,63	-30,73	47,36	18,77	-23,28	42,05	132,21	-23,57	155,78	25,01	-30,46	55,47
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	7,08	-4,5	11,58	6,31	-2,64	8,95	4,6	-4,42	9,02	5,32	-3,18	8,50	4,45	-3,42	7,87	4,91	-5,95	10,86	1,03	-8,27	9,30	7,18	-2,56	9,74	0,79	-8,96	9,75	6,2	-1,81	8,01	4,79	-4,57	9,36



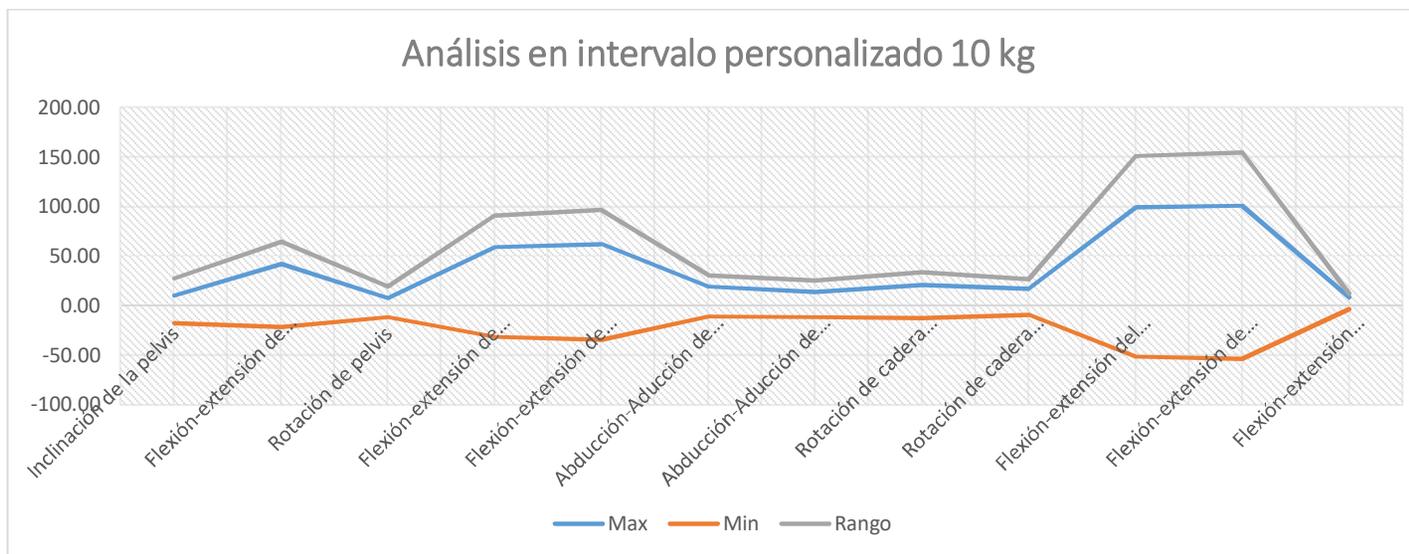
## ANEXO E: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 5 KG

Análisis en intervalo personalizado 5 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P6		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango															
Inclinación de la pelvis	6,36	-37,42	43,78	7,07	-35,55	42,62	2,18	-34,38	36,56	9,83	-29,68	39,51	6,17	-27,9	34,07	36,49	-5,22	41,71	3,02	-38,61	41,63	4,23	-40,61	44,84	6,27	-30,17	36,44	3,79	-40,89	44,68	18,78	-11,20	29,98
Flexión-extensión de pelvis a espalda	75,84	-5,92	81,76	73,02	-9,25	82,27	75,87	-3,92	79,79	57,24	-25,76	83,00	74,46	-7,23	81,69	3,14	-79,06	82,20	71,07	-8,04	79,11	74,64	-7,82	82,46	76,48	-2,73	79,21	74,14	-7,45	81,59	71,81	-0,08	71,89
Rotación de pelvis	4,64	-17,09	21,73	10,46	-15,6	26,06	4,62	-15,47	20,09	12,79	-4,16	16,95	11,68	-8,13	19,81	9,01	-10,72	19,73	8,58	-7,5	16,08	9,74	-13,47	23,21	4,62	-7,9	12,52	7,25	-14,73	21,98	6,43	-3,66	10,09
Flexión-extensión de cadera derecha	33,74	-39,62	73,36	59,13	-8,75	67,88	68,36	-3,87	72,23	50,15	-20,95	71,10	54,24	-17,29	71,53	12,52	-59,11	71,63	67,91	-1,34	69,25	68,55	-1,52	70,07	53,38	-21,12	74,50	70,91	-2,63	73,54	60,44	-10,26	70,70
Flexión-extensión de cadera izquierda	60,73	-14,44	75,17	35,11	-41,33	76,44	42,78	-32,32	75,10	49,73	-26,12	75,85	57,22	-16,68	73,90	13,93	-59,58	73,51	39,53	-33,59	73,12	40,56	-31,67	72,23	45,63	-30,19	75,82	43,56	-34,56	78,12	60,39	-15,27	75,66
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	2,64	-13,4	16,04	10,63	-3,81	14,44	6,23	-7,56	13,79	9,01	-7,05	16,06	10,34	-4,61	14,95	8,72	-3,94	12,66	9,55	-8,79	18,34	9,22	-6,67	15,89	1,86	-13,75	15,61	11,33	-5,31	16,64	10,72	-29,90	40,62
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	11	-4,71	15,71	1,37	-11,18	12,55	6,31	-9,9	16,21	4,49	-7,26	11,75	5,21	-11,51	16,72	8,93	-10,4	19,33	4,82	-12,53	17,35	5,69	-6,96	12,65	8,81	-7,25	16,06	3,62	-11,28	14,90	9,97	-36,50	46,47
Rotación de cadera derecha	14,65	-4,31	18,96	8,84	-14,99	23,83	14,24	-7,65	21,89	8,16	-17,7	25,86	8,11	-16,26	24,37	12,12	-10,01	22,13	9,96	-13,86	23,82	15,46	-7,58	23,04	16,93	-8,05	24,98	14,43	-10,53	24,96	5,63	-26,34	31,97
Rotación de cadera izquierda	8,83	-8,23	17,06	18,1	-2,13	20,23	15,09	-1,57	16,66	7,47	-8,98	16,45	10,19	-8,3	18,49	10,16	-7,11	17,27	17,37	-3,14	20,51	12,93	-5,13	18,06	22,61	-2,03	24,64	9,66	-5,06	14,72	7,17	-22,04	29,21
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	108,46	-42,23	150,69	131,25	-14,47	145,72	143,88	-6,42	150,30	104,88	-43,09	147,97	128,51	-22,28	150,79	14,76	-137,78	152,54	138,68	-8,54	147,22	142,07	-5,32	147,39	129,28	-22,89	152,17	144,14	-8,13	152,27	123,09	-7,16	130,25
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	134,93	-17,13	152,06	107,29	-47,69	154,98	118,48	-35,21	153,69	104,74	-47,28	152,02	131,66	-19,42	151,08	15,28	-137,94	153,22	110,51	-38,62	149,13	114,14	-35,51	149,65	121,22	-30,41	151,63	117,48	-40,61	158,09	131,02	-9,04	140,05
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	5,3	-6,5	11,80	4,96	-6,86	11,82	11,67	-1,87	13,54	3,32	-8,47	11,79	4,25	-5,31	9,56	50,46	-2,5	52,96	11,5	-1,86	13,35	8,49	-5,97	14,46	21,07	-0,99	22,06	6,28	-1,78	8,06	4,82	-4,39	9,21



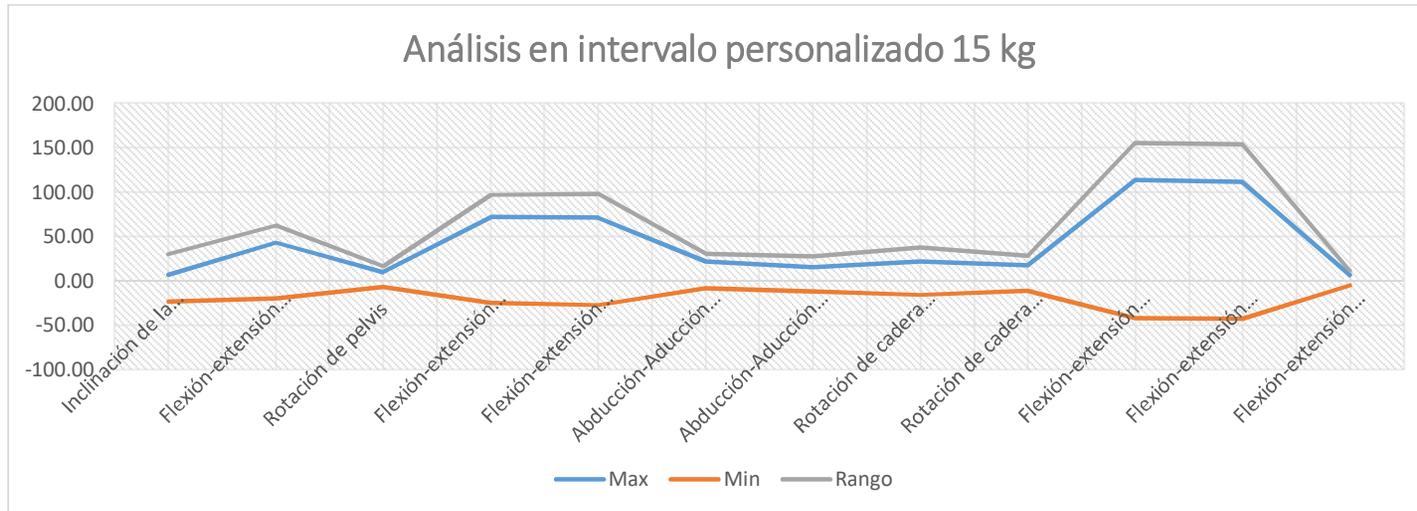
## ANEXO F: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 10 KG

Análisis en intervalo personalizado 10 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P6		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango			
Inclinación de la pelvis	5,27	-18,16	<b>23,43</b>	18,82	-7,36	<b>26,18</b>	8,73	-19,2	<b>27,93</b>	19,16	-6,64	<b>25,80</b>	6,84	-19,49	<b>26,33</b>	9,46	-20,56	<b>30,02</b>	8,41	-21,91	<b>30,32</b>	5,35	-20,25	<b>25,60</b>	7,63	-24,67	<b>32,30</b>	7,83	-21,24	<b>29,07</b>	<b>25,03</b>	-8,68	<b>33,71</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	66,31	-1,34	<b>67,65</b>	-0,01	-74,33	<b>74,34</b>	57,68	-8,63	<b>66,31</b>	6,73	-59,12	<b>65,85</b>	56,04	-8,28	<b>64,32</b>	28	-32,34	<b>60,34</b>	51,58	-10,36	<b>61,94</b>	53,27	-11,61	<b>64,88</b>	50,27	-10,91	<b>61,18</b>	51,75	-6	<b>57,75</b>	<b>79,78</b>	-0,22	<b>80,00</b>
Rotación de pelvis	4,11	-13,22	<b>17,33</b>	4,33	-14,32	<b>18,65</b>	5,76	-11,94	<b>17,70</b>	9,78	-15,5	<b>25,28</b>	10,46	-9,42	<b>19,88</b>	7,55	-10,93	<b>18,48</b>	9,52	-7,47	<b>16,99</b>	8,39	-12,17	<b>20,56</b>	8,9	-8,99	<b>17,89</b>	6,54	-12,99	<b>19,53</b>	<b>3,72</b>	-9,22	<b>12,94</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	74,17	-12,81	<b>86,98</b>	12,53	-78,64	<b>91,17</b>	63,14	-27,64	<b>90,78</b>	11,82	-77,78	<b>89,60</b>	81,96	-6,02	<b>87,98</b>	64,57	-31,21	<b>95,78</b>	70,96	-18,68	<b>89,64</b>	77,97	-14,19	<b>92,16</b>	77,01	-14,96	<b>91,97</b>	58,08	-38,93	<b>97,01</b>	<b>57,89</b>	-11,47	<b>69,36</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	79,88	-12,27	<b>92,15</b>	13,86	-81,79	<b>95,65</b>	67,26	-27,86	<b>95,12</b>	12,24	-80,6	<b>92,84</b>	57,66	-41,65	<b>99,31</b>	65,43	-32,07	<b>97,50</b>	77,28	-19,55	<b>96,83</b>	82,94	-17,56	<b>100,50</b>	81,16	-16,65	<b>97,81</b>	81,97	-19,49	<b>101,46</b>	<b>58,62</b>	-15,02	<b>73,64</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	16,84	-8,91	<b>25,75</b>	6,79	-18,98	<b>25,77</b>	14,66	-11,94	<b>26,60</b>	8,37	-18,54	<b>26,91</b>	30,71	-1,94	<b>32,65</b>	10,54	-16,71	<b>27,25</b>	22,45	-4,85	<b>27,30</b>	32,59	-7,7	<b>40,29</b>	24,13	-6	<b>30,13</b>	24,88	-18,73	<b>43,61</b>	<b>10,07</b>	-31,13	<b>41,20</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	17,74	-8,51	<b>26,25</b>	8,63	-14,5	<b>23,13</b>	18,88	-7,27	<b>26,15</b>	8,33	-18,34	<b>26,67</b>	8,19	-19,84	<b>28,03</b>	15,03	-11,93	<b>26,96</b>	18,87	-9,61	<b>28,48</b>	6,49	-12,72	<b>19,21</b>	15,05	-10,63	<b>25,68</b>	17,14	-2,8	<b>19,94</b>	<b>9,71</b>	-35,19	<b>44,89</b>
Rotación de cadera derecha	15,26	-8,27	<b>23,53</b>	18,67	-8,05	<b>26,72</b>	18,27	-8,52	<b>26,79</b>	18,2	-8,15	<b>26,35</b>	29,81	-15,78	<b>45,59</b>	5,42	-18,93	<b>24,35</b>	19,8	-21,14	<b>40,94</b>	29,58	-14,2	<b>43,78</b>	22,85	-19,51	<b>42,36</b>	30,95	-5,08	<b>36,03</b>	<b>3,87</b>	-26,51	<b>30,38</b>
Rotación de cadera izquierda	19,83	-6,76	<b>26,59</b>	17,3	-8,92	<b>26,22</b>	25,81	-3,22	<b>29,03</b>	18,58	-8,76	<b>27,34</b>	20,28	0,06	<b>20,22</b>	5,98	-17,72	<b>23,70</b>	19,94	-10,4	<b>30,34</b>	7,14	-17,33	<b>24,47</b>	14,11	-13,66	<b>27,77</b>	20,52	-6,57	<b>27,09</b>	<b>6,08</b>	-22,01	<b>28,09</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	138,22	-13,44	<b>151,66</b>	8,87	-150,02	<b>158,89</b>	118,11	-31,63	<b>149,74</b>	14,94	-133,21	<b>148,15</b>	138,96	-12,53	<b>151,49</b>	90,94	-61,39	<b>152,33</b>	120,2	-26,91	<b>147,11</b>	127,71	-23,81	<b>151,52</b>	127,66	-21,49	<b>149,15</b>	106,6	-45,05	<b>151,65</b>	<b>125,93</b>	-7,64	<b>133,57</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	142,45	-12,02	<b>154,47</b>	9,64	-151,8	<b>161,44</b>	120,94	-30,8	<b>151,74</b>	15,29	-134,92	<b>150,21</b>	112,48	-47,32	<b>159,80</b>	92,58	-62,54	<b>155,12</b>	124,12	-26,88	<b>151,00</b>	130,64	-27,53	<b>158,17</b>	129,58	-22,65	<b>152,23</b>	132,21	-23,57	<b>155,78</b>	<b>137,68</b>	-7,78	<b>145,46</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	6,49	-4,39	<b>10,88</b>	22,9	-1,37	<b>24,27</b>	9,15	-1,83	<b>10,98</b>	14,43	-2,47	<b>16,90</b>	4,12	-3,76	<b>7,88</b>	8,64	-8,57	<b>17,21</b>	2,59	-4,41	<b>7,00</b>	2,35	-4,4	<b>6,75</b>	2,82	-4,13	<b>6,95</b>	6,2	-1,81	<b>8,01</b>	<b>5,44</b>	-8,69	<b>14,13</b>



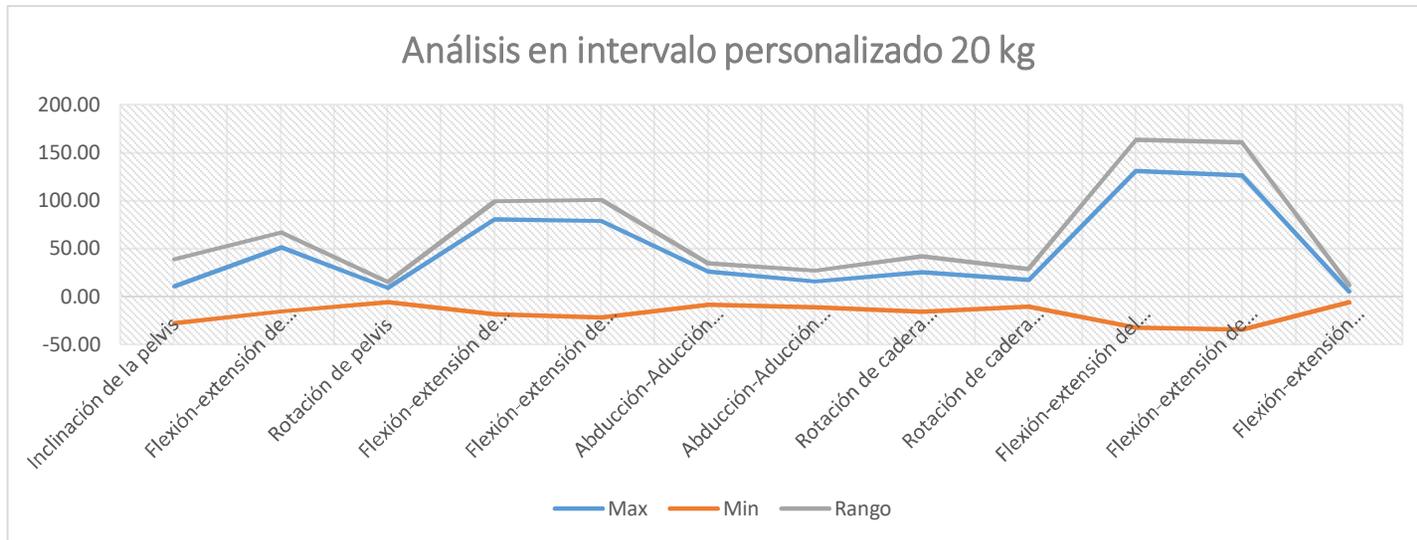
## ANEXO G: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 15 KG

Análisis en intervalo personalizado 15 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio PG		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango																		
Inclinación de la pelvis	4,27	-25,52	29,79	9,44	-22,16	31,60	8,86	-21,43	30,29	5,16	-24,57	29,73	4,26	-26,86	31,12	3,48	-27,09	30,57	4,22	-25,11	29,33	13,13	-13,99	27,12	0,8	-27,74	28,54	14,6	-18,68	33,28	19,41	-16,12	35,53
Flexión-extensión de pelvis a espalda	47,8	-16,67	64,47	31,08	-27,49	58,57	60,56	-0,01	60,57	50,13	-12,88	63,01	49,07	-10,33	59,40	56,96	-9,59	66,55	49,05	-14,83	63,88	13,92	-49,28	63,20	54,58	-9,28	63,86	15,22	-45,69	60,91	68,25	-1,99	70,23
Rotación de pelvis	11,4	-5,42	16,82	7,3	-12,52	19,82	6,24	-7,88	14,12	7,09	-8,48	15,57	7,51	-4,32	11,83	6,64	-9,59	16,23	8,68	-3,38	12,06	8,36	-10,6	18,96	12,42	-8,49	20,91	20,69	-1,67	22,36	5,46	-6,44	11,90
Flexión-extensión de cadera derecha	77,56	-16,31	93,87	65,34	-27,16	92,50	82,31	-16,12	98,43	83,14	-10,14	93,28	80,71	-12,35	93,06	82,99	-14,28	97,27	81,22	-14,95	96,17	32,39	-67,69	100,08	95,15	-5,04	100,19	40,17	-63,7	103,87	61,74	-16,72	78,46
Flexión-extensión de cadera izquierda	82,22	-16,1	98,32	72,56	-28,33	100,89	84,46	-15	99,46	67,58	-30,97	98,55	82,76	-12,32	95,08	87,24	-12,63	99,87	81,02	-16,52	97,54	37,4	-58,1	95,50	73,19	-24,65	97,84	44,92	-54,95	99,87	59,22	-12,39	71,61
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	19,37	-9,83	29,20	26,35	-6,73	33,08	23,5	-7,55	31,05	32,33	-3,34	35,67	25,07	-5,18	30,25	31,61	-6,79	38,40	23,32	-7,35	30,67	6,83	-20,79	27,62	27,58	-4,53	32,11	7,6	-11,6	19,20	41,30	-8,98	50,27
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	25,89	-6,88	32,77	10,92	-4,75	15,67	22,58	-7,05	29,63	1,16	-16,1	17,26	17,28	-10,27	27,55	7,1	-13,08	20,18	19,64	-9,04	29,28	15,56	-14,61	30,17	15,3	-17,84	33,14	18,91	-18,44	37,35	33,51	-13,15	46,65
Rotación de cadera derecha	15,42	-17,74	33,16	18,53	-21,72	40,25	23,14	-16,04	39,18	30,83	-13,01	43,84	23,47	-18,6	42,07	29,71	-14,01	43,72	20,91	-16,7	37,61	17,83	-17,87	35,70	27,12	-11,28	38,40	11,87	-12,39	24,26	22,88	-7,76	30,63
Rotación de cadera izquierda	25,04	-12,88	37,92	12,83	-14,45	27,28	25,99	-2,09	28,08	8,66	-13,59	22,25	17,33	-10,44	27,77	10,67	-15,6	26,27	18,93	-15,18	34,11	16,25	-12,99	29,24	18,72	-5,52	24,24	17,88	-7,79	25,67	26,86	-4,54	31,40
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	122,96	-31,53	154,49	94,84	-52,95	147,79	140,37	-13,73	154,10	133,36	-19,5	152,86	131,84	-20,51	152,35	139	-22,31	161,31	131,16	-27,43	158,59	42,72	-116,37	159,09	151,41	-7,99	159,40	53,45	-105,38	158,83	132,37	-11,95	144,32
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	124,38	-29,29	153,67	100,71	-52,28	152,99	144,08	-12,05	156,13	114,03	-39,63	153,66	131,5	-20,45	151,95	139,88	-20,47	160,35	129,93	-25,64	155,57	49,51	-105,33	154,84	126,29	-26	152,29	58,23	-96,07	155,30	120,09	-10,67	130,76
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	3,16	-4,37	7,53	4,06	-5,87	9,93	4,65	-4,04	8,69	0,58	-6,09	6,67	1,35	-6,39	7,74	3,08	-5,04	8,12	4,8	-3,89	8,69	23,08	-2,46	25,54	6,77	-2,14	8,91	17,65	-8,25	25,90	6,79	-3,22	10,02



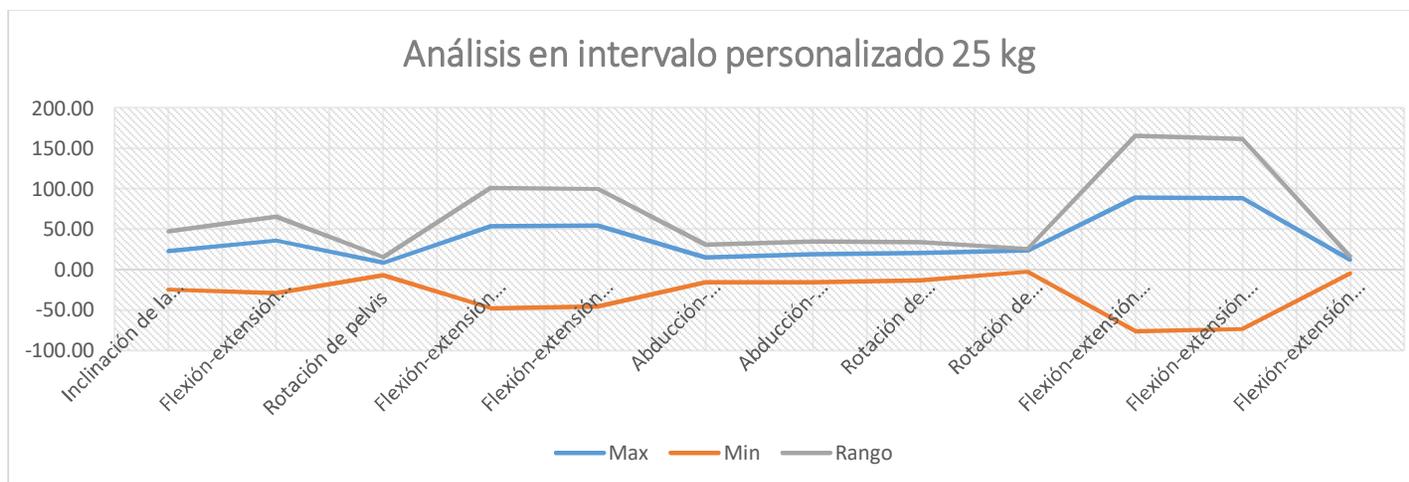
## ANEXO H: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 20 KG

Análisis en intervalo personalizado 20 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P6		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango																								
Inclinación de la pelvis	54,53	15,57	<b>38,96</b>	0,98	-37,61	<b>38,59</b>	1,25	-40,41	<b>41,66</b>	4,56	-41,08	<b>45,64</b>	5,07	-31,35	<b>36,42</b>	0,98	-43,74	<b>44,72</b>	4,22	-25,11	<b>29,33</b>	8,38	-30,81	<b>39,19</b>	4,96	-27,74	<b>32,70</b>	21,49	-20,24	<b>41,73</b>	14,90	-22,98	<b>37,87</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	60,75	-1,21	<b>61,96</b>	55,18	-11,5	<b>66,68</b>	52,82	-10,06	<b>62,88</b>	58,25	-9,91	<b>68,16</b>	38,68	-26,51	<b>65,19</b>	57,11	-8,61	<b>65,72</b>	49,05	-14,83	<b>63,88</b>	66,87	-5,98	<b>72,85</b>	57,88	-9,98	<b>67,86</b>	15,5	-58,09	<b>73,59</b>	59,95	-6,21	<b>66,16</b>
Rotación de pelvis	14,23	0,59	<b>13,64</b>	9,12	-8,94	<b>18,06</b>	10,43	-3,03	<b>13,46</b>	6,39	-8,98	<b>15,37</b>	10,48	-3,77	<b>14,25</b>	6,2	-12,64	<b>18,84</b>	8,68	-3,38	<b>12,06</b>	4,95	-10,08	<b>15,03</b>	10,33	-1,66	<b>11,99</b>	4,36	-11,69	<b>16,05</b>	8,28	-7,94	<b>16,22</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	86,17	-13,55	<b>99,72</b>	85,57	-11,8	<b>97,37</b>	86,6	-14,16	<b>100,76</b>	84,48	-11,61	<b>96,09</b>	77,09	-21,75	<b>98,84</b>	86,24	-7,88	<b>94,12</b>	81,22	-14,95	<b>96,17</b>	92,06	-6,84	<b>98,90</b>	91,52	-13,99	<b>105,51</b>	33,75	-69,38	<b>103,13</b>	88,69	-14,91	<b>103,60</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	86,49	-10,35	<b>96,84</b>	90,02	-9,83	<b>99,85</b>	85,06	-9,56	<b>94,62</b>	87,22	-12,68	<b>99,90</b>	76,55	-21,46	<b>98,01</b>	86,84	-15,24	<b>102,08</b>	81,02	-16,52	<b>97,54</b>	65,72	-40,08	<b>105,80</b>	92	-11,8	<b>103,80</b>	33,16	-70,49	<b>103,85</b>	65,63	-30,79	<b>96,42</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	33,63	-11,6	<b>45,23</b>	28,5	-10,97	<b>39,47</b>	31,14	-6,7	<b>37,84</b>	31,07	-5,48	<b>36,55</b>	28,91	-5,74	<b>34,65</b>	23,51	-6,92	<b>30,43</b>	23,32	-7,35	<b>30,67</b>	26,65	-5,29	<b>31,94</b>	21,22	-6,13	<b>27,35</b>	8,26	-21,36	<b>29,62</b>	33,97	-5,77	<b>39,74</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	25,29	-14,08	<b>39,37</b>	10,61	-8,49	<b>19,10</b>	17,54	-10,56	<b>28,10</b>	9,34	-11,9	<b>21,24</b>	24,44	-9,6	<b>34,04</b>	3,59	-10,75	<b>14,34</b>	19,64	-9,64	<b>29,28</b>	4,51	-12,99	<b>17,50</b>	28,17	-9,5	<b>37,67</b>	11,26	-13,66	<b>24,92</b>	27,97	-17,12	<b>45,09</b>
Rotación de cadera derecha	37,74	-11,72	<b>49,46</b>	24,8	-15,41	<b>40,21</b>	28,12	-20,92	<b>49,04</b>	27,19	-14,02	<b>41,21</b>	23,92	-26,6	<b>50,52</b>	22,62	-11,39	<b>34,01</b>	20,91	-16,7	<b>37,61</b>	26	-13,26	<b>39,26</b>	18,21	-20,12	<b>38,33</b>	19,81	-15,65	<b>35,46</b>	26,98	-11,59	<b>38,58</b>
Rotación de cadera izquierda	31,85	-5,71	<b>37,56</b>	11,02	-13,7	<b>24,72</b>	16,59	-10,7	<b>27,29</b>	6,37	-18,32	<b>24,69</b>	22,51	-14,24	<b>36,75</b>	4,12	-13,64	<b>17,76</b>	18,93	-15,18	<b>34,11</b>	20,46	0,3	<b>20,16</b>	27,82	-13,25	<b>41,07</b>	15,33	-5,44	<b>20,77</b>	25,59	-6,56	<b>32,15</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	137,85	-13,66	<b>151,51</b>	140,69	-21,32	<b>162,01</b>	141,78	-23,9	<b>165,68</b>	143,9	-19,97	<b>163,87</b>	118,67	-45,76	<b>164,43</b>	142,44	-15,02	<b>157,46</b>	131,16	-27,43	<b>158,59</b>	158,15	-11,34	<b>169,49</b>	145,44	-19,96	<b>165,40</b>	45,65	-126,36	<b>172,01</b>	151,58	-16,82	<b>168,41</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	137,63	-10,01	<b>147,64</b>	140,89	-17,42	<b>158,31</b>	138,41	-19,64	<b>158,05</b>	141,86	-20,52	<b>162,38</b>	115,69	-42,64	<b>158,33</b>	138,44	-22	<b>160,44</b>	129,93	-25,64	<b>155,57</b>	126,14	-43,05	<b>169,19</b>	144,93	-18,23	<b>163,16</b>	45,23	-125,99	<b>171,22</b>	120,20	-34,25	<b>154,45</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	10	-9,15	<b>19,15</b>	2,9	-5,17	<b>8,07</b>	7,8	-3,64	<b>11,44</b>	1,12	-6,35	<b>7,47</b>	2,44	-7,58	<b>10,02</b>	1,03	-10	<b>11,03</b>	4,8	-3,89	<b>8,69</b>	2,44	-10,04	<b>12,48</b>	5,09	-4,36	<b>9,45</b>	12,49	-5,01	<b>17,50</b>	9,66	-14,47	<b>24,13</b>



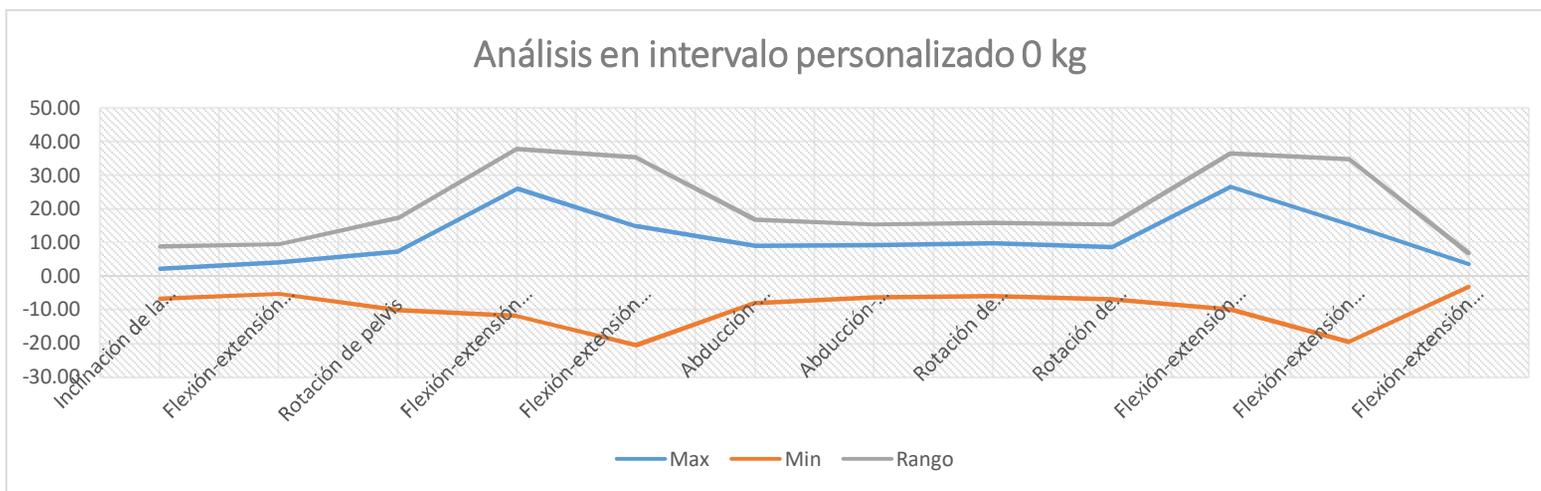
## ANEXO I: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL CON 25 KG

Análisis en intervalo personalizado 25 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P6		
Medida	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	10,81	-32,02	42,83	34,37	-15,66	50,03	7,09	-28,57	35,66	34,91	-9,93	44,84	10,43	-33,19	43,62	26,07	-21,54	47,61	13,01	-39,12	52,13	39,76	-11,67	51,43	11,62	-41,71	53,33	38,13	-11,57	50,70	11,77	-27,40	39,18
Flexión-extensión de pelvis a espalda	68,15	-0,94	69,09	8,38	-54,01	62,39	65,01	-1,92	66,93	7,93	-56,04	63,97	66,28	-0,45	66,73	17,85	-48,28	66,13	58,54	-3,18	61,72	3,28	-63,93	67,21	66,45	-0,24	66,69	-0,01	-68,71	66,72	39,17	-17,77	56,94
Rotación de pelvis	8,67	-7,88	16,55	16,18	-1,6	17,78	3,73	-9,92	13,65	14,76	-2,72	17,48	5,01	-10,93	15,94	9,27	-8,5	17,77	6,13	-4,85	10,98	6,62	-8,38	15,00	7,07	-5,48	12,55	8,64	-8,18	16,82	9,91	-2,80	12,71
Flexión-extensión de cadera derecha	87,53	-12,93	100,46	27,35	-73,19	100,54	92,52	-10,43	102,95	12,33	-89,58	101,91	86,34	-14,48	100,82	42,4	-57,74	100,14	78,08	-21,62	99,70	14,28	-86,87	101,15	92,12	-13,63	105,75	9,79	-95,65	105,44	74,91	-27,02	101,93
Flexión-extensión de cadera izquierda	89,06	-9,8	98,86	21,49	-75,77	97,26	94,53	-7,56	102,09	19,02	-76,59	95,61	88,32	-14,58	102,90	40,57	-60,97	101,54	80,55	-16,47	97,02	11,31	-88,74	100,05	92,55	-8,16	100,71	8,78	-98,58	107,36	69,37	-23,81	93,18
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	20,77	-9,22	29,99	6,45	-22,7	29,15	25,91	-8,95	34,86	8,33	-18,54	26,87	25,12	-6,6	31,72	8,71	-25,79	34,50	21,6	-9,1	30,70	5,07	-22,07	27,14	22,37	-8,73	31,10	6,72	-26,28	33,00	21,00	-10,68	31,68
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	26,26	-8,24	34,50	13,63	-28,39	42,02	27,22	-6,05	33,27	15,15	-24,99	40,14	26,55	-9,07	35,62	13,65	-17,09	30,74	28,88	-9,33	38,21	8,51	-17,99	26,50	27,15	-8,31	35,46	7,19	-25,78	32,97	29,16	-15,61	44,76
Rotación de cadera derecha	19,07	-12,04	31,11	17,95	-19,74	37,69	24,5	-11,06	35,56	20,62	-8,31	28,93	22,85	-12,74	35,59	12,07	-19,96	32,03	19,51	-15,28	34,79	20,73	-10,39	31,12	21,09	-13,83	34,92	26,57	-12,8	39,37	18,60	-7,64	26,24
Rotación de cadera izquierda	25,9	-0,21	26,11	22,66	-2,44	25,10	26,16	-2,62	28,78	22,84	-0,85	23,69	25,6	-5,66	31,26	12,35	-3,78	16,13	27,4	-2,98	30,38	17,47	-3,67	21,14	26,81	-4,25	31,06	26,31	-0,46	26,77	27,21	-7,47	34,68
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	155,35	-11,48	166,83	33,18	-127,89	161,07	155,58	-9,17	164,75	19,22	-144,55	163,77	153,83	-12,12	165,95	57,44	-107,97	165,41	136,23	-24,83	161,06	16,02	-150,91	166,93	159,51	-13,71	173,22	8,66	-161,66	170,32	116,39	-46,22	162,60
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	153,34	-7,2	160,54	29,45	-132,13	161,58	154,2	-7,35	161,55	24,12	-132,98	157,10	154,77	-10,64	165,41	55,05	-108,78	163,83	139,93	-16,61	156,54	11,45	-152,55	164,00	159,25	-5,89	165,14	4,41	-162,47	166,88	110,72	-42,11	152,83
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	6,22	-6,07	12,29	23,64	-6,81	30,45	8,54	-4,52	13,06	20,63	-6,71	27,34	9,43	-2,73	12,16	11,27	-8,57	19,84	7,74	-1,24	8,98	14,04	-5,74	19,78	7,37	-1,72	9,09	11,15	-4,72	15,87	4,71	-11,82	16,53



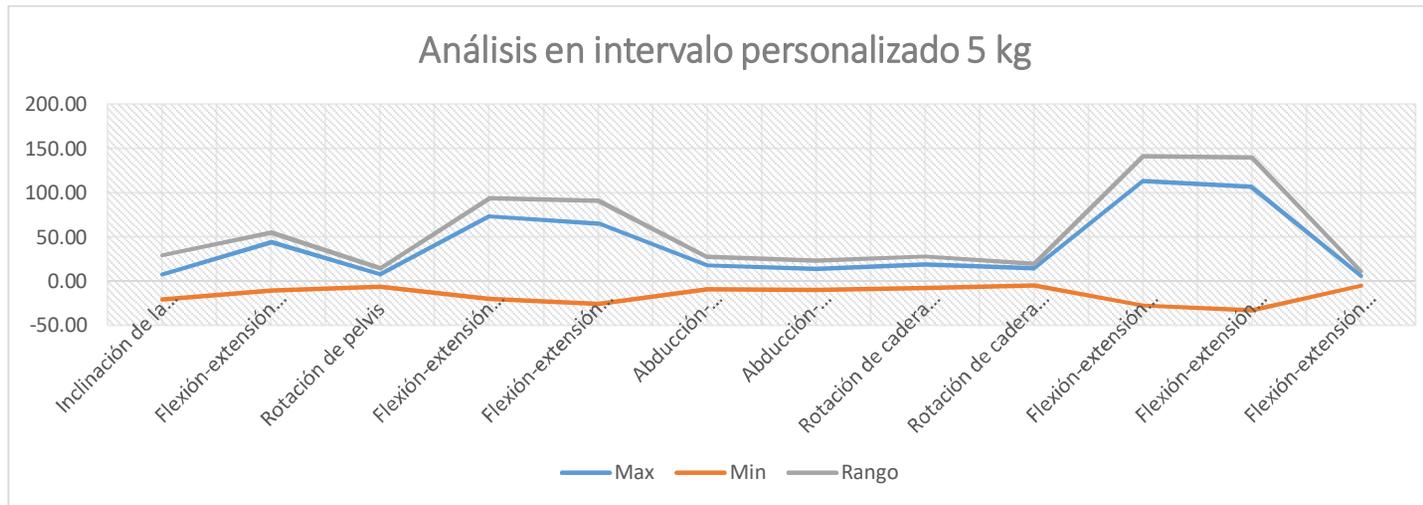
## ANEXO J: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE CON PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 0 KG

Análisis en intervalo personalizado 0 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P8		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango																											
Inclinación de la pelvis	1,7	-6,29	7,99	0,98	-7,13	8,11	2,9	-7,61	10,51	1,25	-6,22	7,47	1,86	-7,89	9,75	1,47	-6,31	7,78	1,95	-6,42	8,37	2,92	-8,31	11,23	2,9	-6,26	9,16	4,09	-4,07	8,16	2,20	-6,65	8,85
Flexión-extensión de pelvis a espalda	5,03	-7,29	12,32	2,73	-3,59	6,32	4,04	-4,29	8,33	2,19	-8,74	10,93	2,42	-7,66	10,08	2,67	-6,72	9,39	2,27	-8,54	10,81	6,6	-0,83	7,43	2,72	-5,84	8,56	10,6	-0,05	10,65	4,13	-5,36	9,48
Rotación de pelvis	5,34	-10,45	15,79	4,31	-13,78	18,09	10,58	-6,41	16,99	4,5	-15,55	20,05	14,97	-1,99	16,96	5,52	-12,35	17,87	8,68	-6,77	15,45	6,2	-14,31	20,51	7,11	-7,81	14,92	6,1	-11,47	17,57	7,33	-10,09	17,42
Flexión-extensión de cadera derecha	33,31	-2,05	35,36	34,75	-3,01	37,76	6,42	-35,74	42,16	19,4	-18,49	37,89	26,21	-11,85	38,06	35,6	-0,66	36,26	33,91	-3,94	37,85	8,81	-28,91	37,72	37,57	-0,84	38,41	25,92	-12,56	38,48	26,19	-11,81	38,00
Flexión-extensión de cadera izquierda	11,6	-27,08	38,68	10,94	-25,88	36,82	31,31	-3,13	34,44	16,9	-19,57	36,47	10,27	-24,99	35,26	8,42	-28,08	36,50	3,86	-28,95	32,81	25,97	-9,51	35,48	5,69	-25,9	31,59	23,61	-12,7	36,31	14,86	-20,58	35,44
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	9,24	-8,15	17,39	11,18	-7,54	18,72	4,42	-13,73	18,15	4,35	-12,8	17,15	12,29	-3,07	15,36	11,16	-4,83	15,99	12,22	-4,45	16,67	6,03	-9,52	15,55	15,59	-2,6	18,19	4,32	-11,99	16,31	9,08	-7,87	16,95
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	7,72	-10,85	18,57	11,43	-2,44	13,87	16,99	-2,44	19,43	13,06	0,03	13,03	4,34	-13,27	17,61	9,31	-3,3	12,61	3,69	-11,3	14,99	10,81	-2,76	13,57	6,85	-9,46	16,31	7,04	-7,95	14,99	9,12	-6,37	15,50
Rotación de cadera derecha	8,64	-4,27	12,91	13,49	-6,13	18,62	15,37	-4,99	20,36	3,01	-10,5	13,51	7,92	-8,52	16,44	9,72	-4,48	14,20	16,86	-0,08	16,94	2,77	-12,8	15,57	14,44	-1,56	16,00	7,37	-7,14	14,51	9,96	-5,95	15,91
Rotación de cadera izquierda	9,9	-7,83	17,73	9,68	-6,76	16,44	16,28	-0,62	16,90	10,19	-3,77	13,96	3,76	-12,95	16,71	10,56	-4,64	15,20	7,75	-7,12	14,87	6,09	-6,89	12,98	8,72	-7,17	15,89	2,8	-10,3	13,10	8,57	-6,81	15,38
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	34,98	-2,13	37,11	35,14	-2,86	38,00	7,54	-34,61	42,15	17,63	-18,78	36,41	26,77	-10,47	37,24	34,63	0,06	34,57	31,16	-2,82	33,98	9,97	-24,35	34,32	35,35	-0,22	36,17	32,6	-3,81	36,41	26,64	-10,00	36,64
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	12,28	-26,66	38,94	9,25	-26,66	35,91	31,56	-2,1	33,66	15,99	-19,74	35,73	8,27	-26,13	34,40	7,61	-27,44	35,05	3,15	-29,31	32,46	29,3	-6,34	35,64	5,48	-25,59	31,07	30,9	-4,92	35,82	15,38	-19,49	34,87
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	4,16	-2,78	6,94	3,69	-3,42	7,11	2,53	-5,9	8,43	6,86	-0,81	7,67	2,97	-4,33	7,30	3,03	-4,77	7,80	3,55	-2,97	6,52	2,81	-2,56	5,37	3,58	-2,43	6,01	4,05	-1,73	5,78	3,72	-3,17	6,89



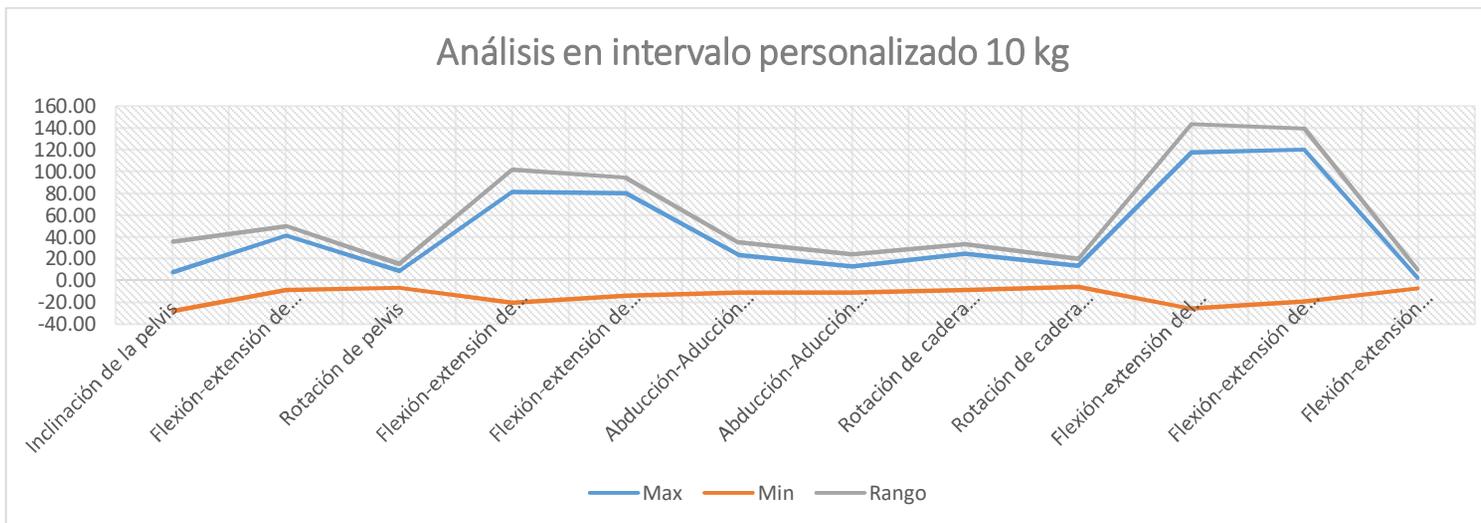
## ANEXO K: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 5 KG

Análisis en intervalo personalizado 5 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P8		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	15,99	-15,19	<b>31,18</b>	3,33	-27,13	<b>30,46</b>	8,04	-20,79	<b>28,83</b>	11,81	-19,35	<b>31,16</b>	4,11	-23,12	<b>27,23</b>	4,85	-20,92	<b>25,77</b>	7,59	-16,36	<b>23,95</b>	2,76	-26,05	<b>28,81</b>	9,95	-20,66	<b>30,61</b>	7,41	-25,43	<b>32,84</b>	7,58	-21,50	<b>29,08</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	33,33	-33,81	<b>67,14</b>	52,36	-8,51	<b>60,87</b>	41,57	-8,84	<b>50,41</b>	25,32	-21,62	<b>46,94</b>	55,12	-2,3	<b>57,42</b>	50,09	-4,82	<b>54,91</b>	50,65	-7,07	<b>57,72</b>	42,56	-11,78	<b>54,34</b>	51,52	-3,97	<b>55,49</b>	38,86	-5,18	<b>44,04</b>	44,14	-10,79	<b>54,93</b>
Rotación de pelvis	8,71	-5,18	<b>13,89</b>	2,96	-14,84	<b>17,80</b>	7,91	-5,29	<b>13,20</b>	8,99	-4,65	<b>13,64</b>	2,53	-10,24	<b>12,77</b>	8,48	-7,98	<b>16,46</b>	11,65	-3,04	<b>14,69</b>	7,01	-7,42	<b>14,43</b>	5,69	-6,41	<b>12,10</b>	8,28	-5,1	<b>13,38</b>	7,22	-7,02	<b>14,24</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	43,67	-45,5	<b>89,17</b>	80,9	-15,05	<b>95,95</b>	65,88	-26,7	<b>92,58</b>	47,58	-49,91	<b>97,49</b>	88,59	-5,7	<b>94,29</b>	80,58	-11,1	<b>91,68</b>	78,16	-10,78	<b>88,94</b>	95,39	-1,33	<b>96,72</b>	59,78	-32,52	<b>92,30</b>	93,36	-8,29	<b>99,65</b>	73,39	-20,49	<b>93,88</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	40,27	-41,22	<b>81,49</b>	74,41	-18,69	<b>93,10</b>	84,73	-5,18	<b>89,91</b>	46,13	-48,32	<b>94,45</b>	66,03	-24,02	<b>90,05</b>	67,54	-24,12	<b>91,66</b>	54,86	-32,27	<b>87,13</b>	67,54	-27,31	<b>94,85</b>	83,19	-3,53	<b>86,72</b>	66,32	-31,91	<b>98,23</b>	65,10	-25,66	<b>90,76</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	3,61	-14,47	<b>18,08</b>	15,48	-13,32	<b>28,80</b>	20,23	-7,07	<b>27,30</b>	12,08	-5,86	<b>17,94</b>	15,08	-13,26	<b>28,34</b>	14,66	-14,23	<b>28,89</b>	23,67	-5,11	<b>28,78</b>	23,97	-8,08	<b>32,05</b>	20,97	-7,27	<b>28,24</b>	28,14	-4,54	<b>32,68</b>	17,79	-9,32	<b>27,11</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	9,28	-14,12	<b>23,40</b>	15,24	-1,06	<b>16,30</b>	17,09	-13,91	<b>31,00</b>	15	-11,24	<b>26,24</b>	19,53	-9,8	<b>29,33</b>	14,01	-2,79	<b>16,80</b>	9,2	-18,98	<b>28,18</b>	9,14	-6,22	<b>15,36</b>	17,63	-11,91	<b>29,54</b>	5,65	-10,46	<b>16,11</b>	13,18	-10,05	<b>23,23</b>
Rotación de cadera derecha	11,83	-12,01	<b>23,84</b>	20,93	-5,74	<b>26,67</b>	21,65	-8,65	<b>30,30</b>	4,76	-14,52	<b>19,28</b>	16,23	-6,64	<b>22,87</b>	16,96	-8,21	<b>25,17</b>	23,6	-10,76	<b>34,36</b>	26,2	-1,92	<b>28,12</b>	19,04	-13,74	<b>32,78</b>	29,29	-3,22	<b>32,51</b>	19,05	-8,54	<b>27,59</b>
Rotación de cadera izquierda	13,83	-7,73	<b>21,56</b>	14,89	-4,66	<b>19,55</b>	16,32	-5,24	<b>21,56</b>	5,46	-8,93	<b>14,39</b>	22,13	-0,9	<b>23,03</b>	12,78	-6,3	<b>19,08</b>	10,97	-7,87	<b>18,84</b>	15,76	-2,39	<b>18,15</b>	16,14	-7,79	<b>23,93</b>	12,6	-2,37	<b>14,97</b>	14,09	-5,42	<b>19,51</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	71,03	-78,49	<b>149,52</b>	128,64	-19,52	<b>148,16</b>	103,86	-31,09	<b>134,95</b>	71,31	-70,12	<b>141,43</b>	138,2	-6,45	<b>144,65</b>	127,06	-13,06	<b>140,12</b>	120,71	-16,16	<b>136,87</b>	134,73	-4,88	<b>139,61</b>	105,03	-34,7	<b>139,73</b>	130,39	-8,55	<b>138,94</b>	113,10	-28,30	<b>141,40</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	69,7	-74,22	<b>143,92</b>	125,55	-22,54	<b>148,09</b>	124,5	-10,32	<b>134,82</b>	71,57	-69,06	<b>140,63</b>	115,5	-25,05	<b>140,55</b>	113,94	-26,62	<b>139,56</b>	99,02	-36,76	<b>135,78</b>	107,36	-31,24	<b>138,60</b>	130,71	-5,55	<b>136,26</b>	104,44	-33,31	<b>137,75</b>	106,23	-33,37	<b>139,60</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	12,02	-0,76	<b>12,78</b>	8,64	-2,81	<b>11,45</b>	2,23	-8,38	<b>10,61</b>	5,87	-8,94	<b>14,81</b>	4,65	-6,07	<b>10,72</b>	8,76	-0,24	<b>9,00</b>	3,14	-9,33	<b>12,47</b>	4,35	-5,64	<b>9,99</b>	2,33	-8,24	<b>10,57</b>	4,18	-4,52	<b>8,70</b>	5,62	-5,49	<b>11,11</b>



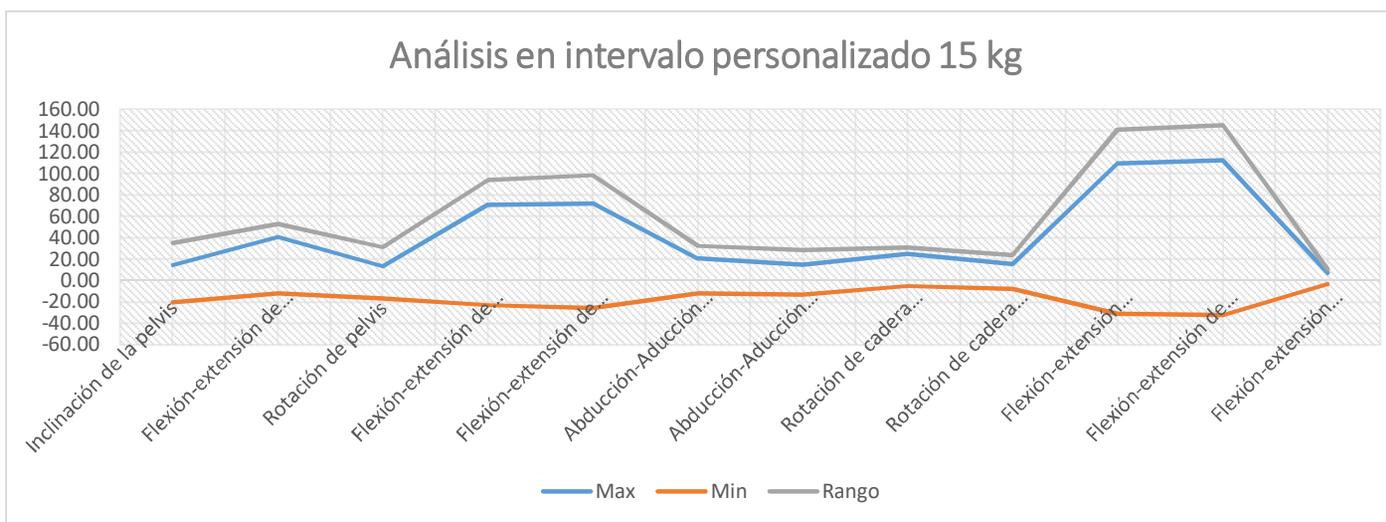
## ANEXO L: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 10 KG

Análisis en intervalo personalizado 10 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P8		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango																											
Inclinación de la pelvis	7,58	-27,22	<b>34,80</b>	8,53	-30,27	<b>38,80</b>	10,21	-26,73	<b>36,94</b>	6,96	-26,72	<b>33,68</b>	3,67	-32,16	<b>35,83</b>	8,58	-33,2	<b>41,78</b>	9,59	-27,44	<b>37,03</b>	1,2	-30,38	<b>31,58</b>	13,46	-16,14	<b>29,60</b>	2,97	-31,97	<b>34,94</b>	7,28	-28,22	<b>35,50</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	39,57	-15,6	<b>55,17</b>	43,95	-3,54	<b>47,49</b>	43,85	-7,94	<b>51,79</b>	33,75	-17,4	<b>51,15</b>	44,33	-3,22	<b>47,55</b>	45,61	-9,95	<b>55,56</b>	36,78	-13,74	<b>50,52</b>	44,87	0,12	<b>44,75</b>	36,37	-13,06	<b>49,43</b>	41,21	-6,35	<b>47,56</b>	41,03	-9,07	<b>50,10</b>
Rotación de pelvis	8,81	-6,33	<b>15,14</b>	6,76	-7,52	<b>14,28</b>	5,4	-6,23	<b>11,63</b>	11,54	-6,85	<b>18,39</b>	8,13	-5,65	<b>13,78</b>	9,65	-1,94	<b>11,59</b>	8,48	-7,52	<b>16,00</b>	12,7	-3,52	<b>16,22</b>	8,98	-5,27	<b>14,25</b>	5,1	-18,59	<b>23,69</b>	8,56	-6,94	<b>15,50</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	77,73	-17,83	<b>95,56</b>	92,61	-5,37	<b>97,98</b>	61,42	-31,94	<b>93,36</b>	73,62	-24,45	<b>98,07</b>	77,95	-26,14	<b>104,09</b>	86,71	-22,47	<b>109,18</b>	88,99	-29,34	<b>119,33</b>	101,12	-1,4	<b>102,52</b>	77,93	-20,35	<b>98,28</b>	72,95	-26,09	<b>99,04</b>	81,20	-20,54	<b>101,74</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	66,26	-25,01	<b>91,27</b>	65,86	-33,53	<b>99,39</b>	86,43	-5,01	<b>91,44</b>	79,95	-17,86	<b>97,81</b>	89,01	-1,71	<b>90,72</b>	75,98	-21	<b>96,98</b>	89,28	-5,33	<b>94,61</b>	94,06	0,13	<b>93,93</b>	72,58	-17,84	<b>90,42</b>	84,08	-13,92	<b>98,00</b>	80,35	-14,11	<b>94,46</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	26,65	-5,65	<b>32,30</b>	31,13	-7,77	<b>38,90</b>	22,87	-6,2	<b>29,07</b>	21,98	-10,53	<b>32,51</b>	19,17	-8,3	<b>27,47</b>	33,03	-5,3	<b>38,33</b>	30,4	-31,89	<b>62,29</b>	16,95	-2,13	<b>19,08</b>	16,63	-16,24	<b>32,87</b>	17,5	-20,03	<b>37,53</b>	23,63	-11,40	<b>35,04</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	11,63	-21,39	<b>33,02</b>	6,03	-8,92	<b>14,95</b>	18,73	-11,24	<b>29,97</b>	0,18	-17,39	<b>17,57</b>	19,23	-10,67	<b>29,90</b>	0,23	-17,1	<b>17,33</b>	14,07	-13,98	<b>28,05</b>	22,63	-0,11	<b>22,74</b>	20,25	-11,27	<b>31,52</b>	15,98	-1,89	<b>17,87</b>	12,90	-11,40	<b>24,29</b>
Rotación de cadera derecha	27,97	-9,47	<b>37,44</b>	32,37	-2,22	<b>34,59</b>	23,64	-13,2	<b>36,84</b>	23,31	-10,62	<b>33,93</b>	23,67	-0,01	<b>23,68</b>	33,89	-4,4	<b>38,29</b>	34,95	-20,01	<b>54,96</b>	16,82	-6,6	<b>23,42</b>	14,14	-14,08	<b>28,22</b>	16,02	-7,08	<b>23,10</b>	24,68	-8,77	<b>33,45</b>
Rotación de cadera izquierda	11,48	-3,45	<b>14,93</b>	12,25	-1,76	<b>14,01</b>	17,98	-7,2	<b>25,18</b>	6,61	-8,73	<b>15,34</b>	19,06	-6,48	<b>25,54</b>	7,44	-10,18	<b>17,62</b>	12,71	-7,37	<b>20,08</b>	19,15	0,05	<b>19,10</b>	16,74	-6,13	<b>22,87</b>	14,08	-9,61	<b>23,69</b>	13,75	-6,09	<b>19,84</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	112	-28,12	<b>140,12</b>	132,98	-6,56	<b>139,54</b>	100,41	-33,93	<b>134,34</b>	105,73	-33,84	<b>139,57</b>	116,22	-28,24	<b>144,46</b>	121,87	-28,85	<b>150,72</b>	116,95	-37,66	<b>154,61</b>	144,13	-1,07	<b>145,20</b>	114,54	-31,5	<b>146,04</b>	114,14	-29,87	<b>144,01</b>	117,90	-25,96	<b>143,86</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	102,49	-33,24	<b>135,73</b>	107,09	-34,76	<b>141,85</b>	127,89	-8,3	<b>136,19</b>	113,34	-26,99	<b>140,33</b>	132,73	-4,65	<b>137,38</b>	119,42	-27,03	<b>146,45</b>	126,05	-10,73	<b>136,78</b>	139,82	0,26	<b>139,56</b>	109,72	-28,68	<b>138,40</b>	125,55	-20,12	<b>145,67</b>	120,41	-19,42	<b>139,83</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	-0,01	-9,14	<b>9,15</b>	2,9	-8,01	<b>10,91</b>	3,92	-5,52	<b>9,44</b>	1,02	-6,77	<b>7,79</b>	3,51	-6,39	<b>9,90</b>	0,85	-8,83	<b>9,68</b>	2,47	-5,87	<b>8,34</b>	0,06	-17,65	<b>17,71</b>	4,86	-3,62	<b>8,48</b>	6,1	-2,96	<b>9,06</b>	2,57	-7,48	<b>10,05</b>



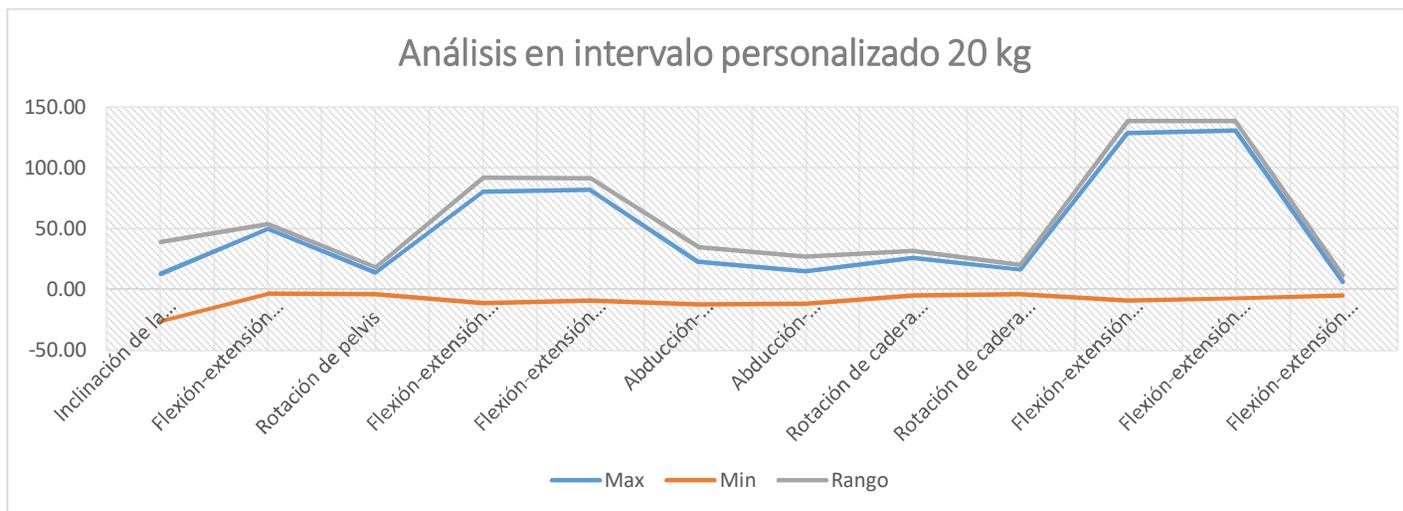
## ANEXO M: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 15 KG

Análisis en intervalo personalizado 15 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P8		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango												
Inclinación de la pelvis	8,65	-23,71	<b>32,36</b>	3,11	-36,72	<b>39,83</b>	9,25	-27,74	<b>36,99</b>	14,68	-14	<b>28,68</b>	9,88	-24,08	<b>33,97</b>	25,49	-6,56	<b>32,05</b>	10,13	-22,36	<b>32,49</b>	12,02	-22,15	<b>34,17</b>	11,01	-23,86	<b>34,87</b>	34,21	-9,05	<b>43,26</b>	13,84	-21,02	<b>34,87</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	55,44	-0,28	<b>55,72</b>	40,36	-5,13	<b>45,49</b>	49,39	0,04	<b>49,35</b>	38,81	-14,09	<b>52,90</b>	52,5	-1,7	<b>54,20</b>	18,27	-31,68	<b>49,95</b>	49,84	-1,32	<b>51,36</b>	47,74	-4,08	<b>51,82</b>	51,08	0,09	<b>50,99</b>	44,1	-62,52	<b>66,93</b>	40,78	-12,09	<b>52,87</b>
Rotación de pelvis	13,2	-2,16	<b>15,36</b>	0,32	-11,75	<b>12,07</b>	11	-2,05	<b>13,05</b>	10,76	-5,3	<b>16,06</b>	14,41	-0,3	<b>14,71</b>	7,64	-3,42	<b>11,06</b>	10,46	-5,73	<b>16,19</b>	11,3	-3,74	<b>15,04</b>	18,88	0,01	<b>18,87</b>	34,3	-141,83	<b>176,13</b>	13,23	-17,63	<b>30,85</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	92,06	-5,62	<b>97,68</b>	86,95	-11,95	<b>98,90</b>	83,46	-8,43	<b>91,89</b>	68,08	-22,27	<b>90,35</b>	84,09	-13,22	<b>97,31</b>	41,7	-50,24	<b>91,94</b>	81,2	-12,29	<b>93,49</b>	74,84	-17,21	<b>92,05</b>	83,38	-8,33	<b>91,71</b>	11,79	-83,6	<b>95,39</b>	70,76	-23,32	<b>94,07</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	82,66	-7,27	<b>89,93</b>	81,85	-22,31	<b>104,16</b>	87,25	-7,69	<b>94,94</b>	69,93	-28,2	<b>98,13</b>	85,13	-12,07	<b>97,20</b>	43,94	-58,55	<b>102,49</b>	86,77	-11,63	<b>98,40</b>	79,22	-22,32	<b>101,54</b>	90,89	-8,85	<b>99,74</b>	12,65	-87,53	<b>100,18</b>	72,03	-26,64	<b>98,67</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	20,61	-14,19	<b>34,80</b>	24,94	-15,07	<b>40,01</b>	21,17	-9,25	<b>30,42</b>	20,47	-10,46	<b>30,93</b>	19,92	-10,31	<b>30,23</b>	12,62	-13,94	<b>26,56</b>	23,05	-12,21	<b>35,26</b>	23,26	-11,63	<b>34,89</b>	24,42	-9,47	<b>33,89</b>	9,55	-14,84	<b>24,39</b>	20,00	-12,14	<b>32,14</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	20,47	-11,16	<b>31,63</b>	18,59	-5,13	<b>23,72</b>	22,41	-14,56	<b>36,97</b>	3,17	-15,27	<b>18,44</b>	22,08	-12,5	<b>34,58</b>	8,36	-12,06	<b>20,42</b>	22,43	-13,8	<b>36,23</b>	-0,05	-16,61	<b>16,66</b>	21,7	-13,49	<b>35,19</b>	9,81	-17,33	<b>27,14</b>	14,90	-13,19	<b>28,10</b>
Rotación de cadera derecha	21,66	-5,12	<b>26,78</b>	25,75	-6,9	<b>32,65</b>	25,44	-5,48	<b>30,92</b>	23,23	-8,68	<b>31,91</b>	26,19	-4,6	<b>30,79</b>	19,18	-11,96	<b>31,14</b>	27,12	-5,11	<b>32,23</b>	30,43	0,09	<b>30,34</b>	26,85	-7,95	<b>34,80</b>	23,76	-1,21	<b>24,97</b>	24,96	-5,69	<b>30,65</b>
Rotación de cadera izquierda	14,21	-10,28	<b>24,49</b>	16	-5,81	<b>21,81</b>	19,62	-9,71	<b>29,33</b>	6,88	-8,58	<b>15,46</b>	19,62	-6,26	<b>25,88</b>	11,54	-5,43	<b>16,97</b>	19,21	-8,92	<b>28,13</b>	11,45	-11,32	<b>22,77</b>	20,3	-4,56	<b>24,86</b>	14,4	-13,69	<b>28,09</b>	15,32	-8,46	<b>23,78</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	142,33	-3,66	<b>145,99</b>	127,22	-17,03	<b>144,25</b>	131,37	-2,57	<b>133,94</b>	105,87	-33,69	<b>139,56</b>	135,17	-14,95	<b>150,12</b>	59,15	-80,48	<b>139,63</b>	129,08	-12,31	<b>141,39</b>	120,39	-19,93	<b>140,32</b>	133,69	-0,14	<b>133,83</b>	11,55	-131	<b>142,55</b>	109,58	-31,58	<b>141,16</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	137	-5,53	<b>142,53</b>	122,32	-25,45	<b>147,77</b>	137,91	-2,27	<b>140,18</b>	108,48	-39	<b>147,48</b>	138,2	-9,37	<b>147,57</b>	61,89	-86,07	<b>147,96</b>	138,07	-6,16	<b>144,23</b>	126,54	-22,91	<b>149,45</b>	142,99	0,07	<b>142,92</b>	11,29	-133,42	<b>144,71</b>	112,47	-33,01	<b>145,48</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	6,01	-1,82	<b>7,83</b>	6,86	-0,44	<b>7,30</b>	5,28	-2,68	<b>7,96</b>	1,78	-5,83	<b>7,61</b>	6,76	-0,44	<b>7,20</b>	3,72	-5,72	<b>9,44</b>	4,26	-3,59	<b>7,85</b>	2,34	-5,9	<b>8,24</b>	4,57	-5,98	<b>10,55</b>	23,58	-5,8	<b>29,38</b>	6,52	-3,82	<b>10,34</b>



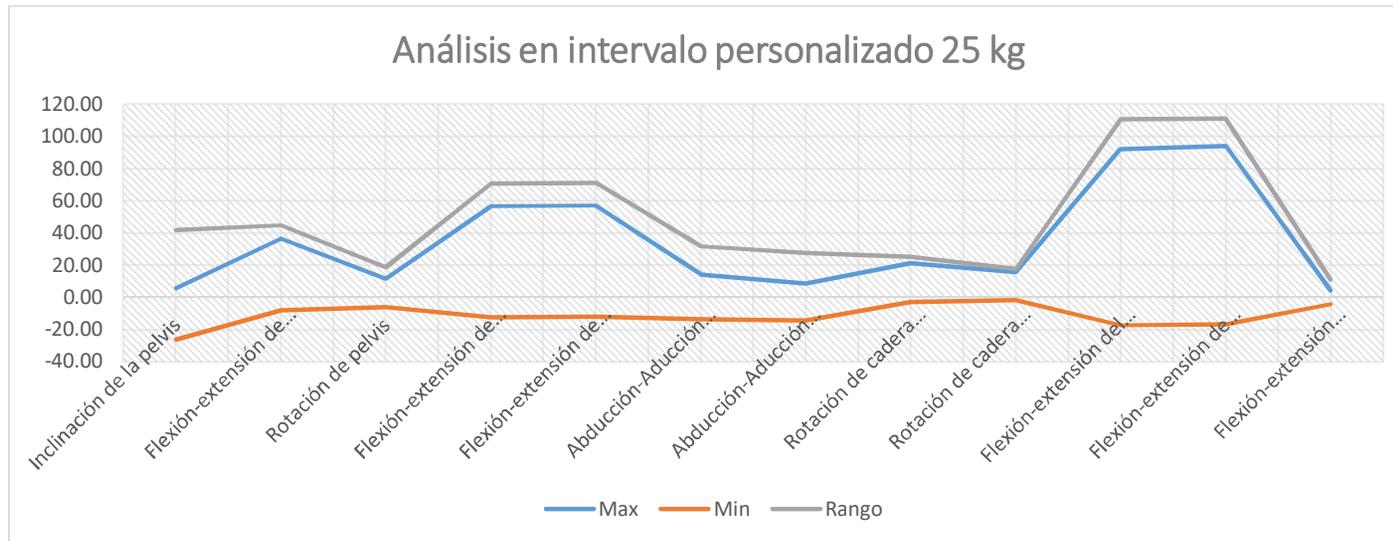
## ANEXO N: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 20 KG

Análisis en intervalo personalizado 20 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P8		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango																											
Inclinación de la pelvis	17,25	-20,16	37,41	12,45	-26,33	38,78	10,03	-29,24	39,27	14,48	-26,89	41,37	14,61	-21,45	36,06	11,19	-25,14	36,33	11,52	-25,48	37,00	10,82	-29,09	39,91	13,45	-28,98	42,43	9,1	-32,96	42,06	12,49	-26,57	39,06
Flexión-extensión de pelvis a espalda	48,93	-10,63	59,56	57,36	0,14	57,22	38,59	-9,22	47,81	44,22	-1,79	46,01	39,17	-12,4	51,57	52,59	-0,34	52,93	47,65	-3,35	51,00	55,9	-0,3	56,20	58,37	0,15	58,22	54,57	-1,29	55,86	49,74	-3,90	53,64
Rotación de pelvis	16,82	-0,08	16,90	9,55	-6,02	15,57	20,24	0,04	20,20	5,53	-7,13	12,66	6,1	-10,58	16,68	15,73	-4,74	20,47	17,48	-5,45	22,93	13,71	-1,53	15,24	18,57	0,06	18,51	11,06	-8,76	19,82	13,48	-4,42	17,90
Flexión-extensión de cadera derecha	73,01	-16,15	89,16	81,89	-9,93	91,82	80,05	-13,23	93,28	84,84	-11,52	96,36	67,36	-25,77	93,13	83,95	-7,79	91,74	83,72	-10,47	94,19	82,8	-6,61	89,41	82,28	-10,3	92,58	85,92	-5,25	91,17	80,58	-11,70	92,28
Flexión-extensión de cadera izquierda	70,21	-17,5	87,71	80,91	-9,6	90,51	75,99	-12,04	88,03	83,47	-9,55	93,02	76,87	-13,55	90,42	85,41	-8,29	93,70	81,73	-9,28	91,01	94	-0,97	94,97	81,06	-8,51	89,57	91,65	-7,02	98,67	82,13	-9,63	91,76
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	18,63	-12,23	30,86	24,98	-12,64	37,62	23,43	-9,1	32,53	25,02	-13,77	38,79	12,97	-17,17	30,14	26,03	-10,63	36,66	22,71	-12,46	35,17	25,69	-12,11	37,80	16,99	-13,82	30,81	28,76	-11,6	40,36	22,52	-12,55	35,07
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	17,51	-12,72	30,23	7,17	-10,38	17,55	17,8	-14,87	32,67	6,35	-11,11	17,46	26,92	-8,57	35,49	5,3	-10,62	15,92	25,51	-12,73	38,24	5,84	-16,2	22,04	28,57	-10,5	39,07	7,7	-12,64	20,34	14,87	-12,03	26,90
Rotación de cadera derecha	20,61	-10,21	30,82	29,43	-0,34	29,77	26,25	-8,37	34,62	32,34	0,26	32,08	17,44	-12,71	30,15	28,91	-1,91	30,82	26,78	-5,04	31,82	27,29	-4,64	31,93	21,19	-6,36	27,55	31,45	-3,21	34,66	26,17	-5,25	31,42
Rotación de cadera izquierda	17,79	-2,86	20,65	10,45	-0,44	10,89	18,52	-0,71	19,23	8,42	-8,75	17,17	26,06	-3,23	29,29	9,32	-5,9	15,22	23,33	-4,41	27,74	9,71	-7,32	17,03	24,91	-0,81	25,72	12,17	-6,73	18,90	16,07	-4,12	20,18
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	121,43	-24,36	145,79	137,58	-4,91	142,49	117,4	-15,91	133,31	127,75	-5,35	133,10	105,58	-33,61	139,19	135,1	-0,87	135,97	129,37	-7,69	137,06	138,06	0,06	138,00	139	4	143,00	138,81	0,09	138,72	129,01	-9,66	138,66
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	117,83	-23,92	141,75	137,96	-4,97	142,93	113,84	-13,27	127,11	127,6	-2,58	130,18	116,28	-21,07	137,35	137,75	-1,12	138,87	129,44	-7,37	136,81	144,98	0,1	144,88	140,51	-0,04	140,55	146,39	-2,79	149,18	131,26	-7,70	138,96
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	7,43	-4,4	11,83	5,32	-3,15	8,47	3,88	-7,54	11,42	4,93	-2,91	7,84	10,85	-0,64	11,49	5,38	-4,53	9,91	5,57	-4,95	10,52	5,52	-8,43	13,95	6,81	-10,59	17,40	4,1	-5,35	9,45	5,98	-5,25	11,23



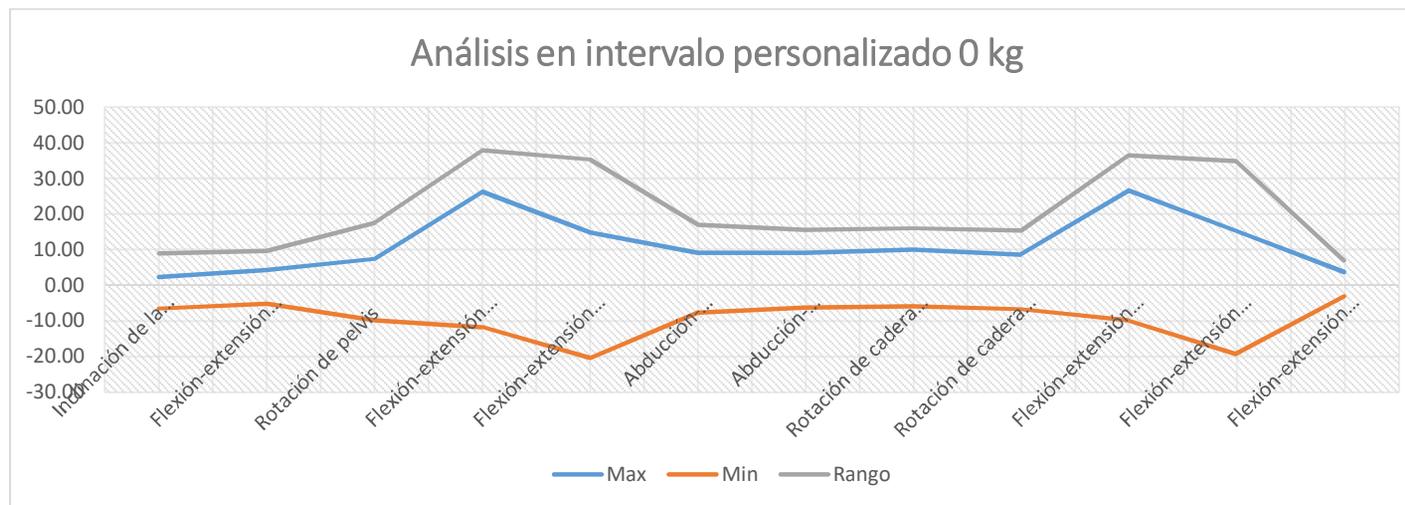
## ANEXO O: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE PATOLOGÍA DE PIE PLANO CON 25KG

Análisis en intervalo personalizado 25 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P8		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	10,95	-28,33	39,28	13,19	-26,88	40,07	10,54	-27,48	38,02	9,13	-31,81	40,94	9,52	-31,33	40,85	12,77	-27,32	40,09	10,33	-27,89	38,22	-25,89	-25,1	50,99	-24,1	-27,71	51,81	28,01	-10,21	38,22	5,45	-26,41	41,85
Flexión-extensión de pelvis a espalda	50,83	0,06	50,77	50,05	-2,1	52,15	54,62	0,27	54,35	52,86	-1,88	54,74	54,45	-1,3	55,75	40,78	-14,96	55,74	51,1	-3,38	54,48	-1,38	-0,68	2,06	0,32	-12,53	12,85	10,58	-45,26	55,84	36,42	-8,18	44,87
Rotación de pelvis	14,8	-5,66	20,36	13,59	-4,58	18,17	17,3	-3,38	20,68	16,93	-8,82	23,75	19,98	-11	30,98	5,9	-16,96	22,86	18,8	-1,9	20,70	0,10	-3,8	3,90	-2,8	-0,72	3,52	10,08	-9,63	19,71	11,47	-6,44	18,46
Flexión-extensión de cadera derecha	79,15	-7,91	87,06	78,9	-6,96	85,86	80,73	-9,21	89,94	81,94	-5,42	87,36	80,9	-6,08	86,98	62,67	-19,07	81,74	81,17	-6,12	87,29	-4,12	-5,79	9,91	-4,79	-4,34	9,13	29,84	-54,66	84,50	56,64	-12,56	70,98
Flexión-extensión de cadera izquierda	80,12	-13,27	93,39	80,74	-5,93	86,67	75,62	-8,69	84,31	80,26	-5,37	85,63	78,95	-5	83,95	74,41	-7,85	82,26	79,45	-5,28	84,73	-3,28	-6,81	10,09	-5,81	-13,45	19,26	31,7	-50,01	81,71	57,22	-12,17	71,20
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	21,05	-16,61	37,66	24,43	-11,57	36,00	16,63	-14,82	31,45	25,46	-13,5	38,96	25,93	-13,87	39,80	12,81	-19,45	32,26	25,75	-11,21	36,96	-9,21	-10,11	19,32	-9,11	-8,84	17,95	7,61	-20,1	27,71	14,14	-14,01	31,81
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	20,05	-31,92	51,97	4,03	-10,69	14,72	11,94	-9,91	21,85	6,13	-13,17	19,30	24,09	-9,68	33,77	10,64	-8,39	19,03	21,43	-10,79	32,22	-8,79	-14,59	23,38	-13,59	-19,22	32,81	10,58	-16,18	26,76	8,65	-14,45	27,58
Rotación de cadera derecha	27	-0,32	27,32	29,51	0	29,51	20,42	-3,39	23,81	31,25	-0,18	31,43	30,54	-3,04	33,58	21,71	-2,53	24,24	31,56	-0,1	31,66	1,90	-4,27	6,17	-3,27	-4,62	7,89	23,66	-10,36	34,02	21,43	-2,88	24,96
Rotación de cadera izquierda	17,01	-2,19	19,20	15,03	-3,51	18,54	20,52	0,01	20,51	20,57	-1,19	21,76	25,69	-0,24	25,93	18,64	-1,71	20,35	23,75	0,14	23,61	2,14	-1,39	3,53	-0,39	-6,37	6,76	14,29	-1,36	15,65	15,73	-1,78	17,58
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	128,61	-3,17	131,78	127,9	-3,29	131,19	131,35	-6,85	138,20	132,36	-3,89	136,25	133,56	-3,53	137,09	101,88	-33,02	134,90	129,84	-6,21	136,05	-4,21	0	4,21	1	-16,46	17,46	39,9	-98,77	139,67	92,22	-17,62	110,68
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	131,61	-8,49	140,10	130,6	-2,13	132,73	129,48	-5,93	135,41	133,04	-2,38	135,42	133,23	-2,08	135,31	114,59	-22,64	137,23	130,15	-3,29	133,44	-1,29	-1,35	2,64	-0,35	-23,89	24,24	42,08	-95,09	137,17	94,31	-16,73	111,37
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	6,44	-4,55	10,99	4,93	-3,47	8,40	5,34	-5,44	10,78	6,07	-1,48	7,55	6,87	-6,21	13,08	6,95	-0,97	7,92	6,23	-8,38	14,61	-6,38	-5,21	11,59	-4,21	-8,02	12,23	10,23	-2,68	12,91	4,25	-4,64	11,01



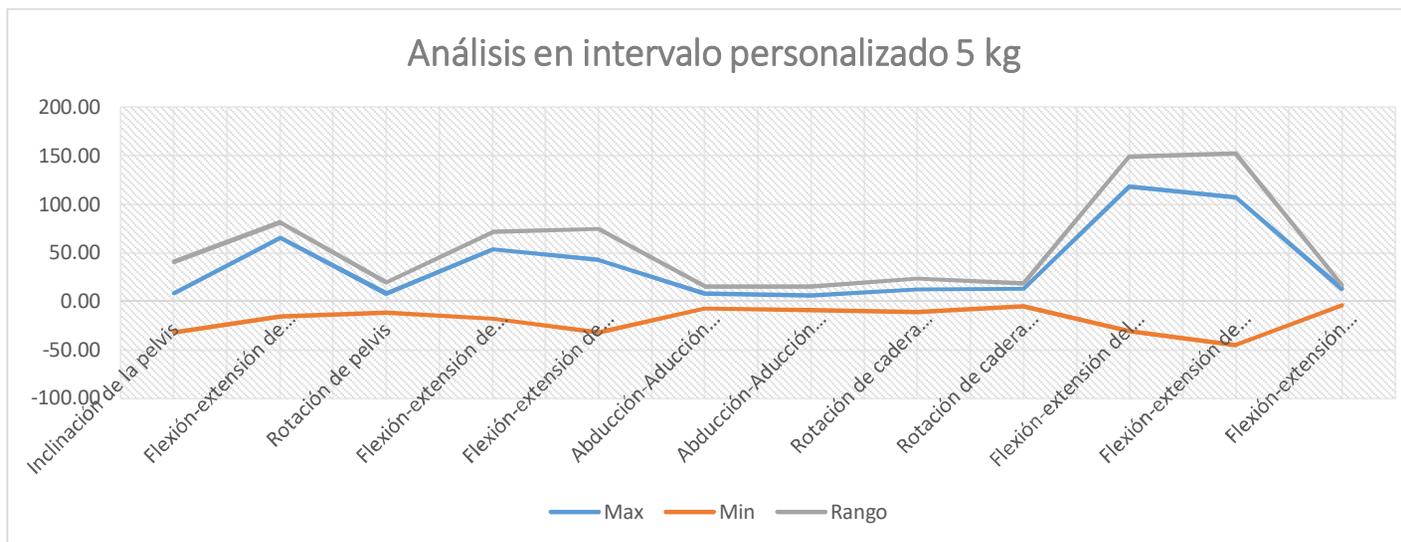
## ANEXO P: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 0 KG

Análisis en intervalo personalizado 0 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P10		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango																											
Inclinación de la pelvis	1,7	-6,29	7,99	0,98	-7,13	8,11	2,9	-7,61	10,51	1,25	-6,22	7,47	1,86	-7,89	9,75	1,47	-6,31	7,78	1,95	-6,42	8,37	2,92	-8,31	11,23	2,9	-6,26	9,16	4,09	-4,07	8,16	2,20	-6,65	8,85
Flexión-extensión de pelvis a espalda	5,03	-7,29	12,32	2,73	-3,59	6,32	4,04	-4,29	8,33	2,19	-8,74	10,93	2,42	-7,66	10,08	2,67	-6,72	9,39	2,27	-8,54	10,81	6,6	-0,83	7,43	2,72	-5,84	8,56	10,6	-0,05	10,65	4,13	-5,36	9,48
Rotación de pelvis	5,34	-10,45	15,79	4,31	-13,78	18,09	10,58	-6,41	16,99	4,5	-15,55	20,05	14,97	-1,99	16,96	5,52	-12,35	17,87	8,68	-6,77	15,45	6,2	-14,31	20,51	7,11	-7,81	14,92	6,1	-11,47	17,57	7,33	-10,09	17,42
Flexión-extensión de cadera derecha	33,31	-2,05	35,36	34,75	-3,01	37,76	6,42	-35,74	42,16	19,4	-18,49	37,89	26,21	-11,85	38,06	35,6	-0,66	36,26	33,91	-3,94	37,85	8,81	-28,91	37,72	37,57	-0,84	38,41	25,92	-12,56	38,48	26,19	-11,81	38,00
Flexión-extensión de cadera izquierda	11,6	-27,08	38,68	10,94	-25,88	36,82	31,31	-3,13	34,44	16,9	-19,57	36,47	10,27	-24,99	35,26	8,42	-28,08	36,50	3,86	-28,95	32,81	25,97	-9,51	35,48	5,69	-25,9	31,59	23,61	-12,7	36,31	14,86	-20,58	35,44
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	9,24	-8,15	17,39	11,18	-7,54	18,72	4,42	-13,73	18,15	4,35	-12,8	17,15	12,29	-3,07	15,36	11,16	-4,83	15,99	12,22	-4,45	16,67	6,03	-9,52	15,55	15,59	-2,6	18,19	4,32	-11,99	16,31	9,08	-7,87	16,95
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	7,72	-10,85	18,57	11,43	-2,44	13,87	16,99	-2,44	19,43	13,06	0,03	13,03	4,34	-13,27	17,61	9,31	-3,3	12,61	3,69	-11,3	14,99	10,81	-2,76	13,57	6,85	-9,46	16,31	7,04	-7,95	14,99	9,12	-6,37	15,50
Rotación de cadera derecha	8,64	-4,27	12,91	13,49	-5,13	18,62	15,37	-4,99	20,36	3,01	-10,5	13,51	7,92	-8,52	16,44	9,72	-4,48	14,20	16,86	-0,08	16,94	2,77	-12,8	15,57	14,44	-1,56	16,00	7,37	-7,14	14,51	9,96	-5,95	15,91
Rotación de cadera izquierda	9,9	-7,83	17,73	9,68	-6,76	16,44	16,28	-0,62	16,90	10,19	-3,77	13,96	3,76	-12,95	16,71	10,56	-4,64	15,20	7,75	-7,12	14,87	6,09	-6,89	12,98	8,72	-7,17	15,89	2,8	-10,3	13,10	8,57	-6,81	15,38
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	34,98	-2,13	37,11	35,14	-2,86	38,00	7,54	-34,61	42,15	17,63	-18,78	36,41	26,77	-10,47	37,24	34,63	0,06	34,57	31,16	-2,82	33,98	9,97	-24,35	34,32	35,95	-0,22	36,17	32,6	-3,81	36,41	26,64	-10,00	36,64
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	12,28	-26,66	38,94	9,25	-26,66	35,91	31,56	-2,1	33,66	15,99	-19,74	35,73	8,27	-26,13	34,40	7,61	-27,44	35,05	3,15	-29,31	32,46	29,3	-6,34	35,64	5,48	-25,59	31,07	30,9	-4,92	35,82	15,38	-19,49	34,87
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	4,16	-2,78	6,94	3,69	-3,42	7,11	2,53	-5,9	8,43	6,86	-0,81	7,67	2,97	-4,33	7,30	3,03	-4,77	7,80	3,55	-2,97	6,52	2,81	-2,56	5,37	3,58	-2,43	6,01	4,05	-1,73	5,78	3,72	-3,17	6,89



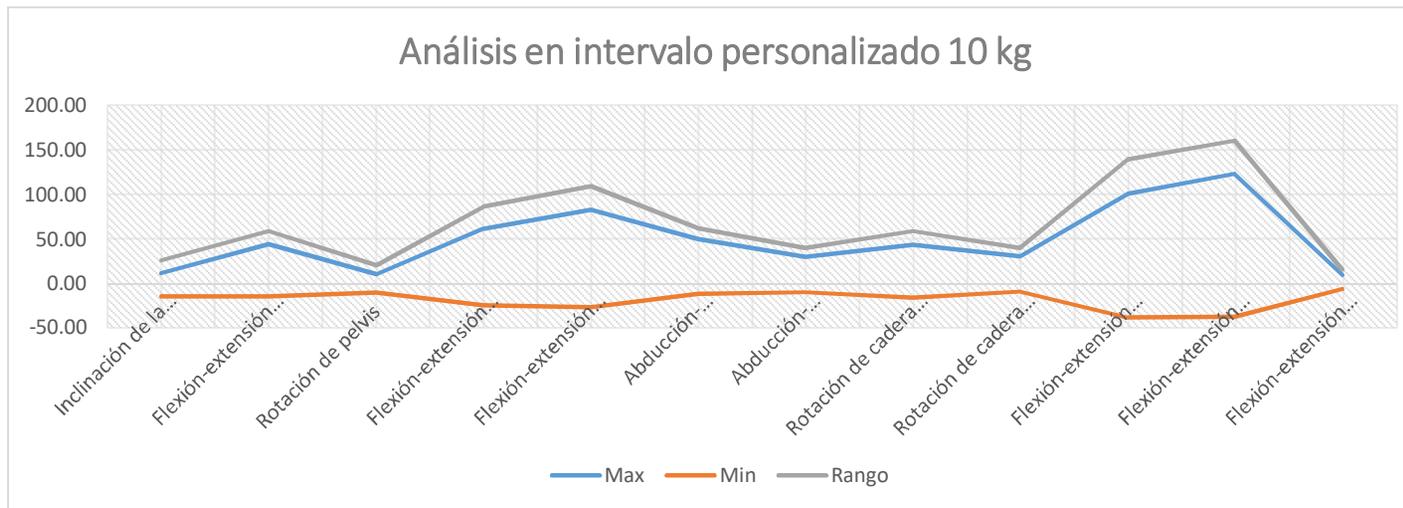
## ANEXO R: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 5 KG

Análisis en intervalo personalizado 5 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P10		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango												
Inclinación de la pelvis	6,36	-37,42	<b>43,78</b>	7,07	-35,55	<b>42,62</b>	2,18	-34,38	<b>36,56</b>	9,83	-29,68	<b>39,51</b>	6,17	-27,9	<b>34,07</b>	36,49	-5,22	<b>41,71</b>	3,02	-38,61	<b>41,63</b>	4,23	-40,61	<b>44,84</b>	6,27	-30,17	<b>36,44</b>	3,79	-40,89	<b>44,68</b>	8,54	-32,04	<b>40,58</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	75,84	-5,92	<b>81,76</b>	73,02	-9,25	<b>82,27</b>	75,87	-3,92	<b>79,79</b>	57,24	-25,76	<b>83,00</b>	74,46	-7,23	<b>81,69</b>	3,14	-79,06	<b>82,20</b>	71,07	-8,04	<b>79,11</b>	74,64	-7,82	<b>82,46</b>	76,48	-2,73	<b>79,21</b>	74,14	-7,45	<b>81,59</b>	65,59	-15,72	<b>81,31</b>
Rotación de pelvis	4,64	-17,09	<b>21,73</b>	10,46	-15,6	<b>26,06</b>	4,62	-15,47	<b>20,09</b>	12,79	-4,16	<b>16,95</b>	11,68	-8,13	<b>19,81</b>	9,01	-10,72	<b>19,73</b>	8,58	-7,5	<b>16,08</b>	9,74	-13,47	<b>23,21</b>	4,62	-7,9	<b>12,52</b>	7,25	-14,73	<b>21,98</b>	8,34	-11,48	<b>19,82</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	33,74	-39,62	<b>73,36</b>	59,13	-8,75	<b>67,88</b>	68,36	-3,87	<b>72,23</b>	50,15	-20,95	<b>71,10</b>	54,24	-17,29	<b>71,53</b>	12,52	-58,11	<b>71,63</b>	67,91	-1,34	<b>69,25</b>	68,55	-1,52	<b>70,07</b>	53,38	-21,12	<b>74,50</b>	70,91	-2,63	<b>73,54</b>	53,89	-17,62	<b>71,51</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	60,73	-14,44	<b>75,17</b>	35,11	-41,33	<b>76,44</b>	42,78	-32,32	<b>75,10</b>	49,73	-26,12	<b>75,85</b>	57,22	-16,68	<b>73,90</b>	13,93	-59,58	<b>73,51</b>	39,53	-33,59	<b>73,12</b>	40,56	-31,67	<b>72,23</b>	45,63	-30,19	<b>75,82</b>	43,56	-34,56	<b>78,12</b>	42,88	-32,05	<b>74,93</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	2,64	-13,4	<b>16,04</b>	10,63	-3,81	<b>14,44</b>	6,23	-7,56	<b>13,79</b>	9,01	-7,05	<b>16,06</b>	10,34	-4,61	<b>14,95</b>	8,72	-3,94	<b>12,66</b>	9,55	-8,79	<b>18,34</b>	9,22	-6,67	<b>15,89</b>	1,86	-13,75	<b>15,61</b>	11,33	-5,31	<b>16,64</b>	7,95	-7,49	<b>15,44</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	11	-4,71	<b>15,71</b>	1,37	-11,18	<b>12,55</b>	6,31	-9,9	<b>16,21</b>	4,49	-7,26	<b>11,75</b>	5,21	-11,51	<b>16,72</b>	8,93	-10,4	<b>19,33</b>	4,82	-12,53	<b>17,35</b>	5,69	-6,96	<b>12,65</b>	8,81	-7,25	<b>16,06</b>	3,62	-11,28	<b>14,90</b>	6,03	-9,30	<b>15,32</b>
Rotación de cadera derecha	14,65	-4,31	<b>18,96</b>	8,84	-14,99	<b>23,83</b>	14,24	-7,65	<b>21,89</b>	8,16	-17,7	<b>25,86</b>	8,11	-16,26	<b>24,37</b>	12,12	-10,01	<b>22,13</b>	9,96	-13,86	<b>23,82</b>	15,46	-7,58	<b>23,04</b>	16,93	-8,05	<b>24,98</b>	14,43	-10,53	<b>24,96</b>	12,29	-11,09	<b>23,38</b>
Rotación de cadera izquierda	8,83	-8,23	<b>17,06</b>	18,1	-2,13	<b>20,23</b>	15,09	-1,57	<b>16,66</b>	7,47	-8,98	<b>16,45</b>	10,19	-8,3	<b>18,49</b>	10,16	-7,11	<b>17,27</b>	17,37	-3,14	<b>20,51</b>	12,93	-5,13	<b>18,06</b>	22,61	-2,03	<b>24,64</b>	9,66	-5,06	<b>14,72</b>	13,24	-5,17	<b>18,41</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	108,46	-42,23	<b>150,69</b>	131,25	-14,47	<b>145,72</b>	143,88	-6,42	<b>150,30</b>	104,88	-43,09	<b>147,97</b>	128,51	-22,28	<b>150,79</b>	14,76	-137,78	<b>152,54</b>	138,68	-8,54	<b>147,22</b>	142,07	-5,32	<b>147,39</b>	129,28	-22,89	<b>152,17</b>	144,14	-8,13	<b>152,27</b>	118,59	-31,12	<b>149,71</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	134,93	-17,13	<b>152,06</b>	107,29	-47,69	<b>154,98</b>	118,48	-35,21	<b>153,69</b>	104,74	-47,28	<b>152,02</b>	131,66	-19,42	<b>151,08</b>	15,28	-137,94	<b>153,22</b>	110,51	-38,62	<b>149,13</b>	114,14	-35,51	<b>149,65</b>	121,22	-30,41	<b>151,63</b>	117,48	-40,61	<b>158,09</b>	107,57	-44,98	<b>152,56</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	5,3	-6,5	<b>11,80</b>	4,96	-6,86	<b>11,82</b>	11,67	-1,87	<b>13,54</b>	3,32	-8,47	<b>11,79</b>	4,25	-5,31	<b>9,56</b>	50,46	-2,5	<b>52,96</b>	11,5	-1,85	<b>13,35</b>	8,49	-5,97	<b>14,46</b>	21,07	-0,99	<b>22,06</b>	6,28	-1,78	<b>8,06</b>	12,73	-4,21	<b>16,94</b>



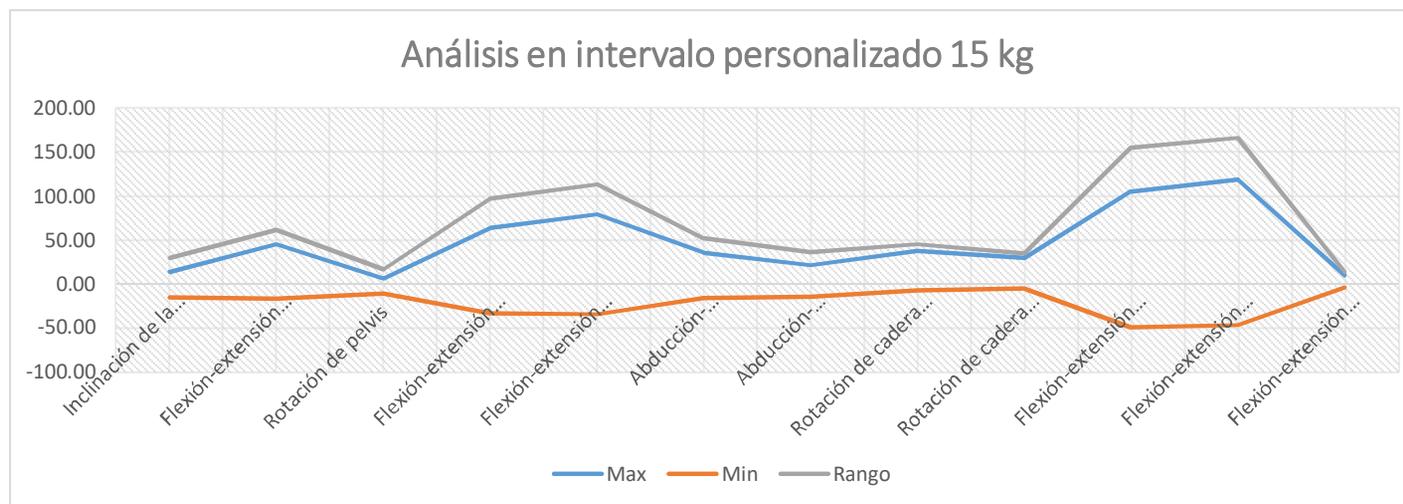
## ANEXO S: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 10 KG

Análisis en intervalo personalizado 10 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P10		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango												
Inclinación de la pelvis	10,21	-26,29	<b>36,50</b>	9,52	-14,49	<b>24,01</b>	8,89	-15,63	<b>24,52</b>	12,32	-15,3	<b>27,62</b>	10,94	-13,45	<b>24,39</b>	12,43	-7,32	<b>19,75</b>	15,14	-12,2	<b>27,34</b>	13,57	-10,23	<b>23,80</b>	9,1	-15,91	<b>25,01</b>	12,73	-11,94	<b>24,67</b>	11,49	-14,28	<b>25,76</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	56,44	-0,04	<b>56,48</b>	55,99	-12,11	<b>68,10</b>	44,94	-17,08	<b>62,02</b>	62,11	-3,01	<b>65,12</b>	48,93	-8,8	<b>57,73</b>	-0,14	-50,11	<b>50,25</b>	44,85	-13,04	<b>57,89</b>	38,57	-16,11	<b>54,68</b>	44,55	-17,45	<b>62,00</b>	46,06	-11,22	<b>57,28</b>	44,23	-14,90	<b>59,16</b>
Rotación de pelvis	13,19	-4,62	<b>17,81</b>	10,76	-16,45	<b>27,21</b>	12,83	-5,63	<b>18,46</b>	5,77	-9,19	<b>14,96</b>	17,82	0,03	<b>17,79</b>	5,78	-7,41	<b>13,19</b>	14,64	-12,96	<b>27,60</b>	3,48	-14,86	<b>18,34</b>	14,27	-13,29	<b>27,56</b>	6,61	-18,07	<b>24,68</b>	10,52	-10,25	<b>20,76</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	77,18	-16,7	<b>93,88</b>	74,67	-17,61	<b>92,28</b>	72,08	-18,62	<b>90,70</b>	64,28	-16,48	<b>80,76</b>	76,45	-14,74	<b>91,19</b>	-0,11	-82,76	<b>82,87</b>	77,61	-14,07	<b>91,68</b>	47,96	-27,13	<b>75,09</b>	63,52	-25,84	<b>89,36</b>	63,38	-15,12	<b>78,50</b>	61,70	-24,91	<b>86,63</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	95,95	-11,41	<b>107,36</b>	99,1	-11,76	<b>110,86</b>	78,48	-26,84	<b>105,32</b>	93,16	-16,4	<b>109,56</b>	89,26	-22,53	<b>111,79</b>	10,61	-102,33	<b>112,94</b>	97,46	-12,42	<b>109,88</b>	86,99	-24,16	<b>111,15</b>	85,61	-20,78	<b>106,39</b>	94,22	-15,86	<b>110,08</b>	83,08	-26,45	<b>109,53</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	33,07	-10,27	<b>43,34</b>	50,06	-7,96	<b>58,02</b>	45,19	-11,4	<b>56,59</b>	59,27	-10,25	<b>69,52</b>	50,69	-8,6	<b>59,29</b>	20,31	-27,9	<b>48,21</b>	60,45	-8,03	<b>68,48</b>	60,08	-11,52	<b>71,60</b>	53,94	-13,95	<b>67,89</b>	68,64	-8,81	<b>77,45</b>	50,17	-11,87	<b>62,04</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	33,38	-2,09	<b>35,47</b>	11,18	-13,23	<b>24,41</b>	35,7	-12,2	<b>47,90</b>	14,35	-13,62	<b>27,97</b>	40,24	-9,93	<b>50,17</b>	21,56	-6,73	<b>28,29</b>	49,21	-11,78	<b>60,99</b>	20,93	-9,35	<b>30,28</b>	46,75	-9,24	<b>55,99</b>	24,1	-13,21	<b>37,31</b>	29,74	-10,14	<b>39,88</b>
Rotación de cadera derecha	36,18	-3,17	<b>39,35</b>	51,54	-6,44	<b>57,98</b>	45,68	-13,55	<b>59,23</b>	44,87	-8,94	<b>53,81</b>	48,69	-11,36	<b>60,05</b>	3,97	-66,7	<b>70,67</b>	58,24	-6,53	<b>64,77</b>	36,24	-22,47	<b>58,71</b>	51,08	-9,84	<b>60,92</b>	56,46	-9,76	<b>66,22</b>	43,30	-15,88	<b>59,17</b>
Rotación de cadera izquierda	43,33	-0,06	<b>43,39</b>	22,97	-3,65	<b>26,62</b>	32,17	-13,85	<b>46,02</b>	21,32	-9,65	<b>30,97</b>	43,69	-3,89	<b>47,48</b>	4,88	-24,75	<b>29,63</b>	46,84	-4,24	<b>51,08</b>	19,56	-14	<b>33,56</b>	45,34	-7,71	<b>53,05</b>	27,49	-8,35	<b>35,84</b>	30,75	-9,02	<b>39,76</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	125,99	-10,45	<b>136,44</b>	123,88	-28,79	<b>152,67</b>	108,22	-32,03	<b>140,25</b>	125,35	-17,73	<b>143,08</b>	127,13	-23,55	<b>150,68</b>	-0,25	-133,37	<b>133,62</b>	118,47	-27,22	<b>145,69</b>	71,26	-43,7	<b>114,96</b>	95,01	-42,37	<b>137,38</b>	113,69	-25,78	<b>139,47</b>	100,88	-38,50	<b>139,42</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	142,78	-4,76	<b>147,54</b>	152,23	-16,16	<b>168,39</b>	119	-40,01	<b>159,01</b>	154,13	-16,68	<b>170,81</b>	135,08	-30,57	<b>165,65</b>	7,45	-148,31	<b>155,76</b>	140,54	-23,81	<b>164,35</b>	114,49	-37,31	<b>151,80</b>	130,77	-32,69	<b>163,46</b>	137,12	-21,83	<b>158,95</b>	123,36	-37,21	<b>160,57</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	16,84	-0,93	<b>17,77</b>	8,41	-6,63	<b>15,04</b>	4,29	-5,29	<b>9,58</b>	13,74	-3,48	<b>17,22</b>	4,89	-5,86	<b>10,75</b>	2,5	-24,42	<b>26,92</b>	13,52	-1,79	<b>15,31</b>	10,38	-2,97	<b>13,35</b>	7,17	-6,11	<b>13,28</b>	13,13	-4,34	<b>17,47</b>	9,49	-6,18	<b>15,67</b>



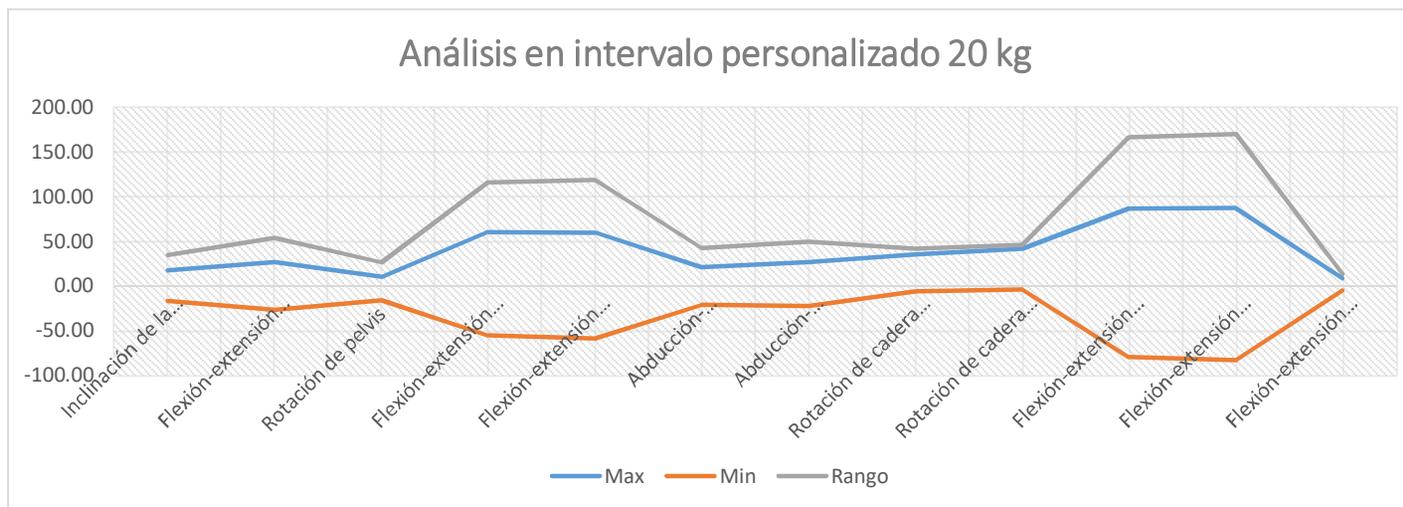
## ANEXO T: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 15 KG

Análisis en intervalo personalizado 15 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P10		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango																		
Inclinación de la pelvis	16,05	-11,06	27,11	8,19	-15,87	24,06	9,6	-16,15	25,75	13,45	-14,76	28,21	12,02	-19,45	31,47	12,19	-18,46	30,65	4,06	-22,52	26,58	24,27	-8,87	33,14	9,16	-20,64	29,80	28,2	-6,63	34,83	13,72	-15,44	29,16
Flexión-extensión de pelvis a espalda	59,97	-10,39	70,36	54,62	-4,49	59,11	51,3	-7,11	58,41	61,48	-12,67	74,15	60,93	-7,6	68,53	63,18	-4,52	67,70	52,38	-6,41	58,79	0,23	-57,12	57,35	42,83	-12,74	55,57	1,6	-45,74	47,34	44,85	-16,88	61,73
Rotación de pelvis	9,61	-13,86	23,47	6,51	-8,93	15,44	10,43	-5,91	16,34	3,33	-19,67	23,00	2,48	-14,41	16,89	4,63	-9,71	14,34	10,81	-2,93	13,74	2,03	-13,03	15,06	4,49	-9,45	13,94	6,65	-8,83	15,48	6,10	-10,67	16,77
Flexión-extensión de cadera derecha	64,08	-27,68	91,76	73,05	-12,21	85,26	70,96	-19,95	90,91	73,01	-10,21	83,22	86,82	-5,77	92,59	83,12	-10,17	93,29	84,19	-18,24	102,43	11,1	-99,86	110,95	84,13	-25,68	109,81	6,91	-103,92	110,83	63,74	-33,37	97,11
Flexión-extensión de cadera izquierda	94,29	-21,71	116,00	99,73	-11,99	111,72	90,07	-16,31	106,38	75,28	-29,08	104,36	99,4	-8,73	108,13	101,35	-11,36	112,71	106,44	-9,72	116,16	8,05	-114,93	122,98	109,62	-10,45	120,07	6,76	-112,32	119,08	79,10	-34,66	113,76
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	52,58	-10,68	63,26	55,75	-8,45	64,20	40,17	-16,78	56,95	41,07	-8,61	49,68	35,86	-6,54	42,40	47,94	-12,28	60,22	43,32	-8,61	51,93	7,73	-33,19	40,92	25,28	-16,9	42,18	4,65	-42,06	46,71	35,44	-16,41	51,85
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	48,02	-9,56	57,58	9,56	-12,39	21,95	30,09	-9,41	39,50	6,45	-13,47	19,92	26	-13,79	39,79	5,05	-14,16	19,21	31,95	-9,7	41,65	8,74	-24,58	33,32	34,61	-8,8	43,41	9,82	-34,47	44,29	21,03	-15,03	36,06
Rotación de cadera derecha	41,36	-14,73	56,09	51,26	-9,34	60,60	40,09	-9,79	49,88	36,73	-2,52	39,25	36,39	-6,8	43,19	41,23	-5,02	46,25	37,84	-11,78	49,62	34,06	-1,83	35,89	19,43	-13,24	32,67	40,87	0,03	40,84	37,93	-7,50	45,43
Rotación de cadera izquierda	45,95	-4,46	50,41	21,83	-2,89	24,72	31,48	-5,02	36,50	11,8	-15,74	27,54	34,74	0,07	34,67	13,23	-8,84	22,07	34,49	-1,66	36,15	29,44	-4,13	33,57	38,89	-6,39	45,28	35,8	-5,27	41,07	29,77	-5,43	35,20
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	120,54	-34,92	155,46	126,34	-16,99	143,33	119,19	-27,58	146,77	126,66	-23,02	148,68	145	-13,52	158,52	144,89	-15	159,89	127,22	-24	151,22	11,18	-154,32	165,50	125,13	-38,64	163,77	8,36	-150,16	158,52	105,35	-49,82	155,17
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	150,58	-28,9	179,48	151,58	-9,58	161,16	140	-17,58	157,58	123,65	-33,75	157,40	155,95	-12,52	168,47	154,05	-13,77	167,82	149,21	-14,16	163,37	7,48	-163,63	171,11	151,14	-22,15	173,29	7,95	-157,2	165,15	119,16	-47,32	166,48
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	9,86	-1,93	11,79	12,22	-3,36	15,58	8,62	-3,1	11,72	8,16	-6,39	14,55	5,77	-5,69	11,46	12,86	-5,1	17,96	15,46	-0,25	15,71	4,82	-7,98	12,80	7,8	-5,12	12,92	10,03	-3,85	13,88	9,56	-4,28	13,84



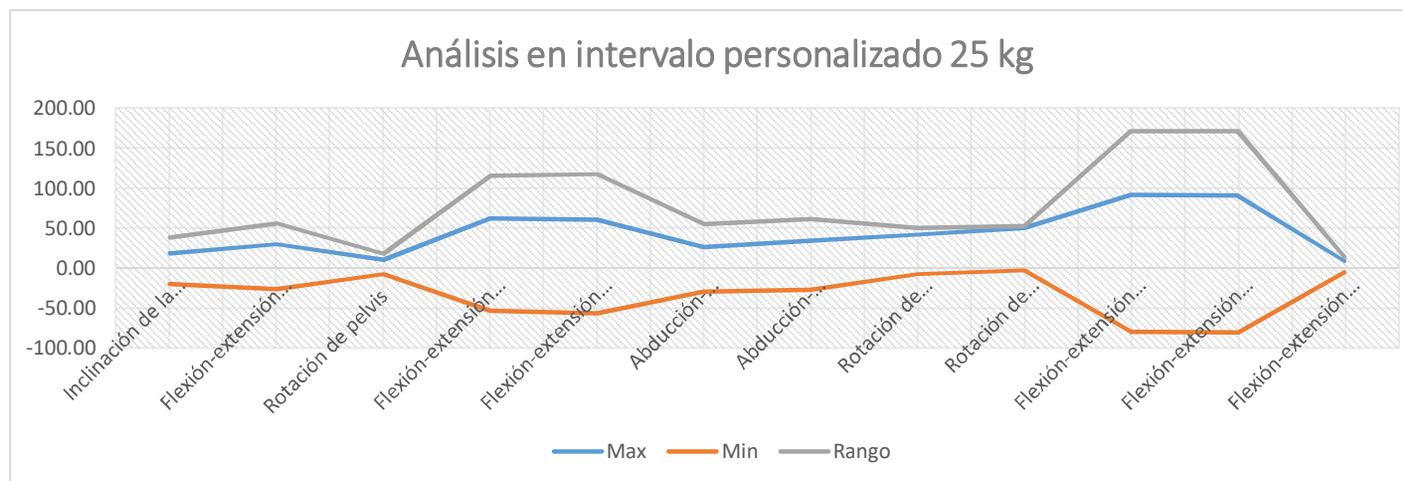
## ANEXO U: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 20 KG

Análisis en intervalo personalizado 20 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P10		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	9,91	-25,72	<b>35,63</b>	32,55	-1,03	<b>33,58</b>	5,24	-24,2	<b>29,44</b>	28,47	-4,45	<b>32,92</b>	8,24	-23,99	<b>32,23</b>	21,19	-11,27	<b>32,46</b>	8,66	-31,28	<b>39,94</b>	25,55	-6,38	<b>31,93</b>	7,27	-27,66	<b>34,93</b>	27,72	-9,98	<b>37,70</b>	17,48	-16,60	<b>34,08</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	52,36	-0,43	<b>52,79</b>	6,59	-39,67	<b>46,26</b>	47,09	-0,74	<b>47,83</b>	5,94	-54,35	<b>60,29</b>	55,09	-0,28	<b>55,37</b>	0,49	-58,22	<b>58,71</b>	47,17	-7,77	<b>54,94</b>	-0,03	-53,91	<b>53,94</b>	48,2	-5,9	<b>54,10</b>	9,4	-43,68	<b>53,08</b>	27,23	-26,50	<b>53,73</b>
Rotación de pelvis	7,48	-8,32	<b>15,80</b>	0,03	-14,15	<b>14,18</b>	11,73	-3,75	<b>15,48</b>	11,74	-92,56	<b>104,30</b>	11,58	-6,52	<b>18,10</b>	2,56	-16,17	<b>18,73</b>	12,21	-1,79	<b>14,00</b>	11,09	-5,34	<b>16,43</b>	21,33	-4,42	<b>25,75</b>	9,47	-8,62	<b>18,09</b>	9,92	-16,16	<b>26,09</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	105,48	-9,19	<b>114,67</b>	23,57	-86,43	<b>110,00</b>	107,81	-5,65	<b>113,46</b>	8,56	-108,59	<b>117,15</b>	104,21	-10,52	<b>114,73</b>	14,59	-102,55	<b>117,14</b>	107,33	-12,01	<b>119,34</b>	9	-109,29	<b>118,29</b>	114,9	-9,63	<b>124,53</b>	13,63	-100,95	<b>114,58</b>	60,91	-55,48	<b>116,39</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	111,45	-9,22	<b>120,67</b>	1,86	-118,23	<b>120,09</b>	111,04	-3,84	<b>114,88</b>	6,03	-113,75	<b>119,78</b>	106,72	-11,1	<b>117,82</b>	9,46	-109,57	<b>119,03</b>	111,92	-11,01	<b>122,93</b>	6,41	-111,6	<b>118,01</b>	108,02	-14,62	<b>123,64</b>	28,45	-85,95	<b>114,40</b>	60,24	-58,89	<b>119,13</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	32,57	-6,39	<b>38,96</b>	19,09	-31,39	<b>50,48</b>	28,13	-7,31	<b>35,44</b>	2,7	-25,92	<b>28,62</b>	46,35	-5,19	<b>51,54</b>	5,57	-50,24	<b>55,81</b>	30,19	-7,23	<b>37,42</b>	3,83	-48,72	<b>52,55</b>	34,26	-2,76	<b>37,02</b>	6,63	-29,29	<b>35,92</b>	20,93	-21,44	<b>42,38</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	41,08	-5,73	<b>46,81</b>	5,23	-27,25	<b>32,48</b>	41,33	-10,83	<b>52,16</b>	7,35	-34,13	<b>41,48</b>	54,39	-11,52	<b>65,91</b>	9,48	-41,02	<b>50,50</b>	45,01	-7,08	<b>52,09</b>	10,72	-46,33	<b>57,05</b>	42,97	-13,1	<b>56,07</b>	14,12	-26,8	<b>40,92</b>	27,17	-22,38	<b>49,55</b>
Rotación de cadera derecha	29,09	-4,39	<b>33,48</b>	29,75	-3,03	<b>32,78</b>	30,35	-3,78	<b>34,13</b>	34,46	-1,02	<b>35,48</b>	43,81	-6,48	<b>50,29</b>	46,64	-1,99	<b>48,63</b>	30,26	-12,61	<b>42,87</b>	46,91	-3,86	<b>50,77</b>	36,8	-13,27	<b>49,07</b>	26,35	-11,15	<b>37,50</b>	35,34	-6,16	<b>41,50</b>
Rotación de cadera izquierda	41,38	-2,49	<b>43,87</b>	35,17	-5,33	<b>40,50</b>	44,78	0,01	<b>44,77</b>	35,44	-0,93	<b>36,37</b>	52,92	-4,53	<b>57,45</b>	42,19	-5,88	<b>48,07</b>	56,92	0,66	<b>56,26</b>	44,87	-6,55	<b>51,42</b>	45,65	-5,14	<b>50,79</b>	18,87	-9,25	<b>28,12</b>	41,82	-3,94	<b>45,76</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	159,76	-3,85	<b>163,61</b>	29,17	-123,63	<b>152,80</b>	155,97	-3,29	<b>159,26</b>	5,99	-161,93	<b>167,92</b>	159,93	-8,11	<b>168,04</b>	12,49	-163,08	<b>175,57</b>	155,51	-11,17	<b>166,68</b>	3,37	-165,78	<b>169,15</b>	166,15	-12,33	<b>178,48</b>	21,26	-144,67	<b>165,93</b>	86,96	-79,78	<b>166,74</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	165,36	-4,43	<b>169,79</b>	6,75	-157,32	<b>164,07</b>	163,29	-0,62	<b>163,91</b>	7,43	-169,44	<b>176,87</b>	163,34	-8,76	<b>172,10</b>	6,96	-165,33	<b>172,29</b>	159,74	-11,12	<b>170,86</b>	2,54	-167,29	<b>169,83</b>	160,03	-19,26	<b>179,29</b>	37,87	-129,41	<b>167,28</b>	87,33	-83,30	<b>170,63</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	8,12	-4,08	<b>12,20</b>	1,17	-10,98	<b>12,15</b>	7,15	-5,37	<b>12,52</b>	15,99	-6,26	<b>22,25</b>	5,89	-3,83	<b>9,72</b>	7,56	-4,54	<b>12,10</b>	7,08	-4,15	<b>11,23</b>	13,7	-5,27	<b>18,97</b>	6,34	-5,76	<b>12,10</b>	10,09	-2,75	<b>12,84</b>	8,31	-5,30	<b>13,61</b>



## ANEXO V: PRUEBAS REALIZADAS CON EL PACIENTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO CON 25 KG

Análisis en intervalo personalizado 25 kg	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Promedio P10		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	11,01	-30,61	41,62	29,41	-9,02	38,43	6,8	-26,78	33,58	27,2	-7,96	35,16	10,4	-24,78	35,18	21,79	-19,04	40,83	5,98	-26,88	32,86	33,27	-10,15	43,42	9,54	-25,95	35,49	32,07	-11,54	43,61	18,75	-19,27	38,02
Flexión-extensión de pelvis a espalda	49,85	-1,17	51,02	-0,06	-58,28	58,34	57,19	0,01	57,18	0,98	-47,88	48,86	55,53	-1,41	56,94	17,77	-37,36	55,13	48,78	-0,64	49,42	4,2	-60,68	64,88	56,79	-1,05	57,84	5,71	-57,01	62,72	29,67	-26,55	56,23
Rotación de pelvis	10,19	-2,96	13,15	11,68	-5,11	16,79	9,22	-4,09	13,31	4,61	-12,42	17,03	8,82	-5,14	13,96	3,8	-9,67	13,47	6,57	-8,17	14,74	12,87	-4,13	17,00	19,81	-23,42	43,23	13,84	-3,69	17,53	10,14	-7,88	18,02
Flexión-extensión de cadera derecha	108,66	-11,66	120,32	7,83	-109,88	117,71	106,73	-6,78	113,51	26,94	-81,23	108,17	107,9	-11,6	119,50	40,25	-71,8	112,05	92,84	-18,32	111,16	12,54	-103,12	115,66	109,73	-7,65	117,38	9,99	-109,21	119,20	62,34	-53,13	115,47
Flexión-extensión de cadera izquierda	108,36	-13,12	121,48	2,15	-113,42	115,57	107,58	-7,42	115,00	5,42	-111,64	117,06	112,03	-8,91	120,94	33,58	-85,95	119,53	109,88	-3,25	113,13	8,9	-106,74	115,64	111,87	-5,54	117,41	9,25	-110,12	119,37	60,90	-56,61	117,51
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	40,25	-5,61	45,86	0,46	-53,69	54,15	47,95	-6,39	54,34	15,75	-53,79	69,54	50,23	-4,23	54,46	3,89	-61,84	65,73	51,71	-10,67	62,38	2,61	-47,78	50,39	46,42	-0,52	46,94	4,08	-48,23	52,31	26,34	-29,28	55,61
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	49,97	-8,52	58,49	5,77	-46,92	52,69	63,42	-13,42	76,84	9,15	-42,16	51,31	58,58	-9,17	67,75	22,68	-37,1	59,78	56,53	-10,89	67,42	8,73	-45,09	53,82	61,36	-10,34	71,70	8,16	-50,24	58,40	34,44	-27,39	61,82
Rotación de cadera derecha	38,14	-7,1	45,24	53,27	-2,01	55,28	42,86	-8,18	51,04	36,03	-11,11	47,14	46,42	-10,03	56,45	31,68	-14,75	46,43	39,85	-7,96	47,81	46,01	-6,08	52,09	44,02	-5,51	49,53	44,76	-6,56	51,32	42,30	-7,93	50,23
Rotación de cadera izquierda	48,34	-4,32	52,66	47,47	0,09	47,38	62,3	-0,01	62,31	40,53	-6,63	47,16	57,73	0	57,73	34,45	-4,32	38,77	54,62	-4,24	58,86	43,97	-2,08	46,05	61,06	-4,9	65,96	49,21	-1,29	50,50	49,97	-2,77	52,74
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	161,35	-12,43	173,78	-0,12	-168,38	168,50	164,39	-3,27	167,66	26,75	-130,99	157,74	171,02	-12,67	183,69	55,39	-115,52	170,91	149,54	-18,4	167,94	11,53	-165,88	177,41	168,26	-1,28	169,54	9,58	-168,04	177,62	91,77	-79,69	171,48
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	161,87	-12,51	174,38	-0,08	-169,31	169,39	164,77	-1,58	166,35	3,95	-156,6	160,55	171	-10,19	181,19	52,52	-120,22	172,74	159,9	-2,51	162,41	11,93	-166,83	178,76	171,73	-1,08	172,81	12,28	-165,77	178,05	90,99	-80,66	171,66
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	6,42	-3,33	9,75	9,29	-4,28	13,57	8,25	-3,24	11,49	3,71	-9,16	12,87	6,95	-5,49	12,44	1,76	-8,89	10,65	11,02	-1,11	12,13	16,36	-4,85	21,21	9,06	-6,64	15,70	15,83	-2,77	18,60	8,87	-4,98	13,84



**ANEXO W: PROMEDIOS FINALES OBTENIDOS CON VALORES DE CADA PESO PARA EL PARTICIPANTE DE PATOLOGÍA DE PIE NORMAL**

Análisis en intervalo personalizado	Promedio 0 kg			Promedio 5 kg			Promedio 10 kg			Promedio 15 kg			Promedio 20 kg			Promedio 25 kg			Promedio Final		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	4,52	-4,83	<b>9,35</b>	5,61	-37,16	<b>42,77</b>	8,36	-13,87	<b>22,23</b>	8,41	-14,19	<b>22,60</b>	10,53	-18,73	<b>29,27</b>	13,39	-19,61	<b>32,99</b>	8,47	-18,06	<b>26,53</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	8,59	-3,27	<b>11,86</b>	62,87	-12,25	<b>75,11</b>	53,11	-17,10	<b>70,21</b>	47,96	-15,87	<b>63,83</b>	56,59	-13,74	<b>70,33</b>	43,59	-19,17	<b>62,76</b>	45,45	-13,56	<b>59,02</b>
Rotación de pelvis	7,22	-7,92	<b>15,15</b>	6,82	-9,20	<b>16,03</b>	5,20	-10,32	<b>15,52</b>	4,74	-8,39	<b>13,13</b>	6,09	-9,11	<b>15,20</b>	5,34	-6,60	<b>11,94</b>	5,90	-8,59	<b>14,49</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	19,12	-12,40	<b>31,52</b>	53,45	-11,81	<b>65,26</b>	55,99	-19,40	<b>75,39</b>	57,78	-14,60	<b>72,38</b>	69,91	-7,28	<b>77,18</b>	51,62	-22,64	<b>74,26</b>	51,31	-14,69	<b>66,00</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	23,09	-13,95	<b>37,03</b>	55,13	-15,76	<b>70,89</b>	63,93	-20,58	<b>84,51</b>	72,09	-16,17	<b>88,26</b>	78,52	-14,41	<b>92,94</b>	61,50	-26,43	<b>87,94</b>	59,05	-17,88	<b>76,93</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	14,19	-11,82	<b>26,01</b>	11,79	-14,41	<b>26,20</b>	29,20	-13,63	<b>42,83</b>	32,72	-13,02	<b>45,74</b>	37,45	-12,15	<b>49,60</b>	28,25	-17,43	<b>45,69</b>	25,60	-13,74	<b>39,34</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	12,98	-13,59	<b>26,58</b>	11,69	-13,93	<b>25,62</b>	23,61	-16,91	<b>40,52</b>	31,56	-16,22	<b>47,78</b>	36,54	-17,41	<b>53,95</b>	31,80	-16,29	<b>48,09</b>	24,70	-15,73	<b>40,42</b>
Rotación de cadera derecha	5,70	-16,85	<b>22,55</b>	11,06	-19,25	<b>30,31</b>	21,18	-22,06	<b>43,24</b>	23,95	-21,27	<b>45,21</b>	30,03	-15,85	<b>45,88</b>	22,81	-22,23	<b>45,04</b>	19,12	-19,59	<b>38,70</b>
Rotación de cadera izquierda	5,43	-11,25	<b>16,68</b>	8,06	-10,43	<b>18,49</b>	18,41	-12,63	<b>31,04</b>	26,60	-11,16	<b>37,76</b>	26,73	-9,62	<b>36,35</b>	25,83	-12,93	<b>38,75</b>	18,51	-11,34	<b>29,85</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	27,25	-13,94	<b>41,18</b>	105,23	-25,36	<b>130,59</b>	106,83	-36,89	<b>143,72</b>	104,28	-31,24	<b>135,53</b>	124,90	-21,58	<b>146,49</b>	92,30	-42,28	<b>134,58</b>	93,47	-28,55	<b>122,01</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	27,36	-22,24	<b>49,60</b>	117,43	-21,92	<b>139,35</b>	115,72	-31,99	<b>147,71</b>	121,63	-27,77	<b>149,40</b>	140,10	-24,32	<b>164,42</b>	104,30	-41,85	<b>146,15</b>	104,42	-28,35	<b>132,77</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	6,77	-7,89	<b>14,66</b>	8,57	-8,19	<b>16,76</b>	7,83	-8,54	<b>16,38</b>	7,96	-6,43	<b>14,39</b>	10,22	-5,97	<b>16,19</b>	10,41	-8,31	<b>18,72</b>	8,63	-7,55	<b>16,18</b>

Esta tabla muestra los resultados del análisis en intervalo personalizado del promedio final, con los promedios de cada peso donde tenemos, para el movimiento de inclinación de la pelvis se obtuvo como valores un rango de diferencia de **26,53°** entre un valor máximo de 8,47° y mínimo de -18,06°; para el movimiento flexión – extensión de pelvis a espalda se obtuvo un rango de diferencia de **59,02°** entre un valor máximo 45,45° y un mínimo de -13,56°; en el movimiento rotación de pelvis se obtuvo un rango de diferencia de **14,49°** entre un valor máximo de 5,90° y mínimo de -8,59°; mientras que para el movimiento flexión – extensión cadera derecha se obtuvo un rango de diferencia de **66°** entre un valor máximo de 51,31° y un mínimo de -14,69°; en el movimiento flexión – extensión cadera izquierda se obtuvo un rango de diferencia de **76,93°** entre un valor máximo de 58,05° y un mínimo de -17,88°; en el movimiento abducción - aducción de cadera derecha un rango de diferencia de **39,34°** entre un valor máximo de 25,60° y un mínimo de -13,74°; mientras que en el movimiento abducción - aducción de cadera izquierda un rango de diferencia de **40,42°** entre un valor máximo de 24,70° y un mínimo de -15,73°; para el movimiento rotación de cadera derecha un rango de diferencia de **38,70°** entre un valor máximo de 19,12° y un mínimo de -19,59°; en el movimiento rotación de cadera izquierda un rango de diferencia de **29,85°** entre un valor máximo de 18,51° y un mínimo de -11,34°; en el movimiento flexión- extensión del fémur derecho a la espalda un rango de diferencia de **122,01°** entre un valor máximo de 93,47° y un mínimo de -28,55°; en el movimiento flexión- extensión del fémur izquierdo a la espalda un rango de diferencia de **132,77** entre un valor máximo de 104,42° y un mínimo de -28,35°, finalmente en el movimiento flexión- extensión lateral de pelvis a espalda un rango de diferencia de **16,18°** entre un valor máximo de 8,63° y un mínimo de -7,55°.

## ANEXO X: PROMEDIOS FINALES OBTENIDOS CON VALORES DE CADA PESO PARA EL PARTICIPANTE DE PATOLOGÍA DE PIE PLANO

Análisis en intervalo personalizado	Promedio 0 kg			Promedio 5 kg			Promedio 10 kg			Promedio 15 kg			Promedio 20 kg			Promedio 25 kg			Promedio Final		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	2,20	-6,65	<b>8,85</b>	7,58	-21,50	<b>29,08</b>	7,28	-28,22	<b>35,50</b>	13,84	-21,02	<b>34,87</b>	12,49	-26,57	<b>39,06</b>	5,45	-26,41	<b>31,85</b>	8,14	-21,73	<b>29,87</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	4,13	-5,36	<b>9,48</b>	44,14	-10,79	<b>54,93</b>	41,03	-9,07	<b>50,10</b>	40,78	-12,09	<b>52,87</b>	49,74	-3,90	<b>53,64</b>	36,42	-8,18	<b>44,60</b>	36,04	-8,23	<b>44,27</b>
Rotación de pelvis	7,33	-10,09	<b>17,42</b>	7,22	-7,02	<b>14,24</b>	8,56	-6,94	<b>15,50</b>	13,23	-17,63	<b>30,85</b>	13,48	-4,42	<b>17,90</b>	11,47	-6,44	<b>17,90</b>	10,21	-8,75	<b>18,97</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	26,19	-11,81	<b>38,00</b>	73,39	-20,49	<b>93,88</b>	81,20	-20,54	<b>101,74</b>	70,76	-23,32	<b>94,07</b>	80,58	-11,70	<b>92,28</b>	56,64	-12,56	<b>69,20</b>	64,79	-16,73	<b>81,53</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	14,86	-20,58	<b>35,44</b>	65,10	-25,66	<b>90,76</b>	80,35	-14,11	<b>94,46</b>	72,03	-26,64	<b>98,67</b>	82,13	-9,63	<b>91,76</b>	57,22	-12,17	<b>69,38</b>	61,95	-18,13	<b>80,08</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	9,08	-7,87	<b>16,95</b>	17,79	-9,32	<b>27,11</b>	23,63	-11,40	<b>35,04</b>	20,00	-12,14	<b>32,14</b>	22,52	-12,55	<b>35,07</b>	14,14	-14,01	<b>28,14</b>	17,86	-11,22	<b>29,07</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	9,12	-6,37	<b>15,50</b>	13,18	-10,05	<b>23,23</b>	12,90	-11,40	<b>24,29</b>	14,90	-13,19	<b>28,09</b>	14,87	-12,03	<b>26,90</b>	8,65	-14,45	<b>23,11</b>	12,27	-11,25	<b>23,52</b>
Rotación de cadera derecha	9,96	-5,95	<b>15,91</b>	19,05	-8,54	<b>27,59</b>	24,68	-8,77	<b>33,45</b>	24,96	-5,69	<b>30,65</b>	26,17	-5,25	<b>31,42</b>	21,43	-2,88	<b>24,31</b>	21,04	-6,18	<b>27,22</b>
Rotación de cadera izquierda	8,57	-6,81	<b>15,38</b>	14,09	-5,42	<b>19,51</b>	13,75	-6,09	<b>19,84</b>	15,32	-8,46	<b>23,78</b>	16,07	-4,12	<b>20,18</b>	15,73	-1,78	<b>17,51</b>	13,92	-5,44	<b>19,36</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	26,64	-10,00	<b>36,64</b>	113,10	-28,30	<b>141,40</b>	117,90	-25,96	<b>143,86</b>	109,58	-31,58	<b>141,16</b>	129,01	-9,66	<b>138,66</b>	92,22	-17,62	<b>109,84</b>	98,07	-20,52	<b>118,59</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	15,38	-19,49	<b>34,87</b>	106,23	-33,37	<b>139,60</b>	120,41	-19,42	<b>139,83</b>	112,47	-33,01	<b>145,48</b>	131,26	-7,70	<b>138,96</b>	94,31	-16,73	<b>111,04</b>	96,68	-21,62	<b>118,30</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	3,72	-3,17	<b>6,89</b>	5,62	-5,49	<b>11,11</b>	2,57	-7,48	<b>10,04</b>	6,52	-3,82	<b>10,34</b>	5,98	-5,25	<b>11,23</b>	4,25	-4,64	<b>8,89</b>	4,78	-4,97	<b>9,75</b>

Esta tabla muestra los resultados del análisis en intervalo personalizado del promedio final, con los promedios de cada peso donde tenemos, para el movimiento de inclinación de la pelvis se obtuvo como valores un rango de diferencia de **29,87°** entre un valor máximo de 8,14° y mínimo de -21,73°; para el movimiento flexión – extensión de pelvis a espalda se obtuvo un rango de diferencia de **44,27°** entre un valor máximo 36,04° y un mínimo de -8,23°; en el movimiento rotación de pelvis se obtuvo un rango de diferencia de **18,97°** entre un valor máximo de 10,21° y mínimo de -8,75°; mientras que para el movimiento flexión – extensión cadera derecha se obtuvo un rango de diferencia de **81,53°** entre un valor máximo de 64,79° y un mínimo de -16,73°; en el movimiento flexión – extensión cadera izquierda se obtuvo un rango de diferencia de **80,08°** entre un valor máximo de 61,95° y un mínimo de -18,13°; en el movimiento abducción – aducción de cadera derecha un rango de diferencia de **29,07°** entre un valor máximo de 17,86° y un mínimo de -11,22°; mientras que en el movimiento abducción – aducción de cadera izquierda un rango de diferencia de **23,52°** entre un valor máximo de 12,27° y un mínimo de -11,25°; para el movimiento rotación de cadera derecha un rango de diferencia de **27,22** entre un valor máximo de 21,04° y un mínimo de -6,18°; en el movimiento rotación de cadera izquierda un rango de diferencia de **19,36°** entre un valor máximo de 13,92° y un mínimo de -5,44°; en el movimiento flexión- extensión del fémur derecho a la espalda un rango de diferencia de **118,59°** entre un valor máximo de 98,07° y un mínimo de -20,52°; en el movimiento flexión- extensión del fémur izquierdo a la espalda un rango de diferencia de **118,30°** entre un valor máximo de 96,68° y un mínimo de -21,62°, finalmente en el movimiento flexión- extensión lateral de pelvis a espalda un rango de diferencia de **9,75°** entre un valor máximo de 4,78° y un mínimo de -4,97°.

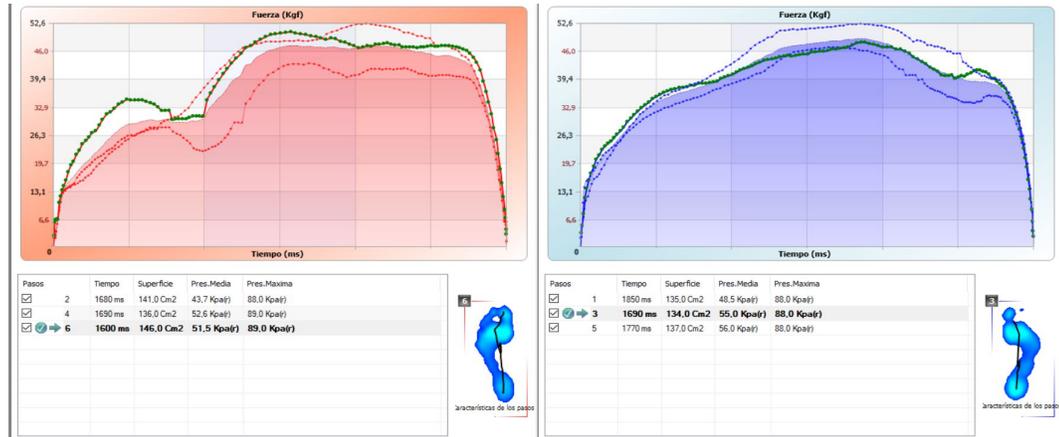
**ANEXO Y: PROMEDIOS FINALES OBTENIDOS CON VALORES DE CADA PESO PARA EL PARTICIPANTE DE PATOLOGÍA DE PIE CAVO**

Análisis en intervalo personalizado	Promedio 0 kg			Promedio 5 kg			Promedio 10 kg			Promedio 15 kg			Promedio 20 kg			Promedio 25 kg			Promedio Final		
	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango	Max	Min	Rango
Inclinación de la pelvis	2,20	-6,65	<b>8,93</b>	8,54	-32,04	<b>40,58</b>	11,49	-14,28	<b>25,76</b>	13,72	-15,44	<b>29,16</b>	17,48	-16,60	<b>34,08</b>	18,75	-19,27	<b>38,02</b>	12,03	-17,38	<b>29,41</b>
Flexión-extensión de pelvis a espalda	4,13	-5,36	<b>9,39</b>	65,59	-15,72	<b>81,31</b>	44,23	-14,90	<b>59,13</b>	44,85	-16,88	<b>61,73</b>	27,23	-26,50	<b>53,73</b>	29,67	-26,55	<b>56,22</b>	35,95	-17,65	<b>53,60</b>
Rotación de pelvis	7,33	-10,09	<b>17,29</b>	8,34	-11,48	<b>19,82</b>	10,52	-10,25	<b>20,76</b>	6,10	-10,67	<b>16,77</b>	9,92	-16,16	<b>26,09</b>	10,14	-7,88	<b>18,02</b>	8,72	-11,09	<b>19,81</b>
Flexión-extensión de cadera derecha	26,19	-11,81	<b>37,79</b>	53,89	-17,62	<b>71,51</b>	61,70	-24,91	<b>86,61</b>	63,74	-33,37	<b>97,11</b>	60,91	-55,48	<b>116,39</b>	62,34	-53,13	<b>115,47</b>	54,79	-32,72	<b>87,51</b>
Flexión-extensión de cadera izquierda	14,86	-20,58	<b>34,69</b>	42,88	-32,05	<b>74,93</b>	83,08	-26,45	<b>109,53</b>	79,10	-34,66	<b>113,76</b>	60,24	-58,89	<b>119,13</b>	60,90	-56,61	<b>117,51</b>	56,84	-38,21	<b>95,05</b>
Abducción-Aducción de Cadera Derecha	9,08	-7,87	<b>16,61</b>	7,95	-7,49	<b>15,44</b>	50,17	-11,87	<b>62,04</b>	35,44	-16,41	<b>51,85</b>	20,93	-21,44	<b>42,38</b>	26,34	-29,28	<b>55,61</b>	24,98	-15,73	<b>40,71</b>
Abducción-Aducción de Cadera Izquierda	9,12	-6,37	<b>14,66</b>	6,03	-9,30	<b>15,32</b>	29,74	-10,14	<b>39,88</b>	21,03	-15,03	<b>36,06</b>	27,17	-22,38	<b>49,55</b>	34,44	-27,39	<b>61,82</b>	21,25	-15,10	<b>36,35</b>
Rotación de cadera derecha	9,96	-5,95	<b>15,52</b>	12,29	-11,09	<b>23,38</b>	43,30	-15,88	<b>59,17</b>	37,93	-7,50	<b>45,43</b>	35,34	-6,16	<b>41,50</b>	42,30	-7,93	<b>50,23</b>	30,19	-9,08	<b>39,27</b>
Rotación de cadera izquierda	8,57	-6,81	<b>14,57</b>	13,24	-5,17	<b>18,41</b>	30,75	-9,02	<b>39,76</b>	29,77	-5,43	<b>35,20</b>	41,82	-3,94	<b>45,76</b>	49,97	-2,77	<b>52,74</b>	29,02	-5,52	<b>34,54</b>
Flexión-extensión del fémur derecho a la espalda	26,64	-10,00	<b>35,35</b>	118,59	-31,12	<b>149,71</b>	100,88	-38,50	<b>139,37</b>	105,35	-49,82	<b>155,17</b>	86,96	-79,78	<b>166,74</b>	91,77	-79,69	<b>171,46</b>	88,36	-48,15	<b>136,51</b>
Flexión-extensión de fémur izquierdo a espalda	15,38	-19,49	<b>34,15</b>	107,57	-44,98	<b>152,56</b>	123,36	-37,21	<b>160,57</b>	119,16	-47,32	<b>166,48</b>	87,33	-83,30	<b>170,63</b>	90,99	-80,66	<b>171,65</b>	90,63	-52,16	<b>142,79</b>
Flexión-extensión lateral de pelvis a espalda	3,72	-3,17	<b>6,40</b>	12,73	-4,21	<b>16,94</b>	9,49	-6,18	<b>15,67</b>	9,56	-4,28	<b>13,84</b>	8,31	-5,30	<b>13,61</b>	8,87	-4,98	<b>13,84</b>	8,78	-4,69	<b>13,46</b>

Esta tabla muestra los resultados del análisis en intervalo personalizado del promedio final, con los promedios de cada peso donde tenemos, para el movimiento de inclinación de la pelvis se obtuvo como valores un rango de diferencia de **29,41°** entre un valor máximo de 12,03° y mínimo de -17,38°; para el movimiento flexión – extensión de pelvis a espalda se obtuvo un rango de diferencia de **53,60°** entre un valor máximo 35,95° y un mínimo de -17,65°; en el movimiento rotación de pelvis se obtuvo un rango de diferencia de **19,81°** entre un valor máximo de 8,72° y mínimo de -11,09°; mientras que para el movimiento flexión – extensión cadera derecha se obtuvo un rango de diferencia de **87,51°** entre un valor máximo de 53,89° y un mínimo de -17,62°; en el movimiento flexión – extensión cadera izquierda se obtuvo un rango de diferencia de **95,05°** entre un valor máximo de 56,84° y un mínimo de -38,21°; en el movimiento abducción -aducción de cadera derecha un rango de diferencia de **40,71°** entre un valor máximo de 24,98° y un mínimo de -15,73°; mientras que en el movimiento abducción -aducción de cadera izquierda un rango de diferencia de **36,35°** entre un valor máximo de 21,25° y un mínimo de -15,10°; para el movimiento rotación de cadera derecha un rango de diferencia de **39,27°** entre un valor máximo de 30,19° y un mínimo de -9,08°; en el movimiento rotación de cadera izquierda un rango de diferencia de **34,54°** entre un valor máximo de 29,02° y un mínimo de -5,52°; en el movimiento flexión- extensión del fémur derecho a la espalda un rango de diferencia de **136,51°** entre un valor máximo de 88,36° y un mínimo de -48,15°; en el movimiento flexión- extensión del fémur izquierdo a la espalda un rango de diferencia de **142,79°** entre un valor máximo de 90,63° y un mínimo de -52,16°, finalmente en el movimiento flexión- extensión lateral de pelvis a espalda un rango de diferencia de **13,46°** entre un valor máximo de 8,78° y un mínimo de -4,69°.

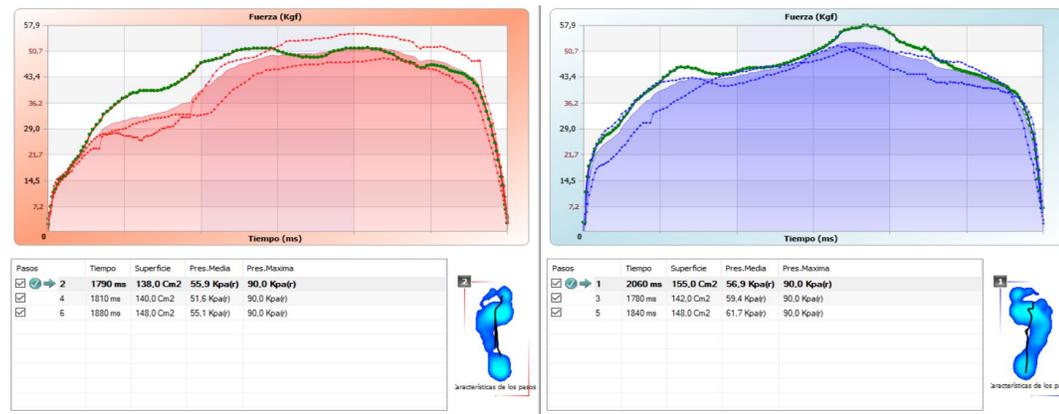
## ANEXO Z: ANÁLISIS DINÁMICO ESTADÍSTICAS DE PASOS PIE PLANO

**Prueba 1 – con 5 Kg de peso:** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, así como la presión máxima que se ejerce en los distintos pasos tanto para el pie derecho, como para el pie izquierdo.



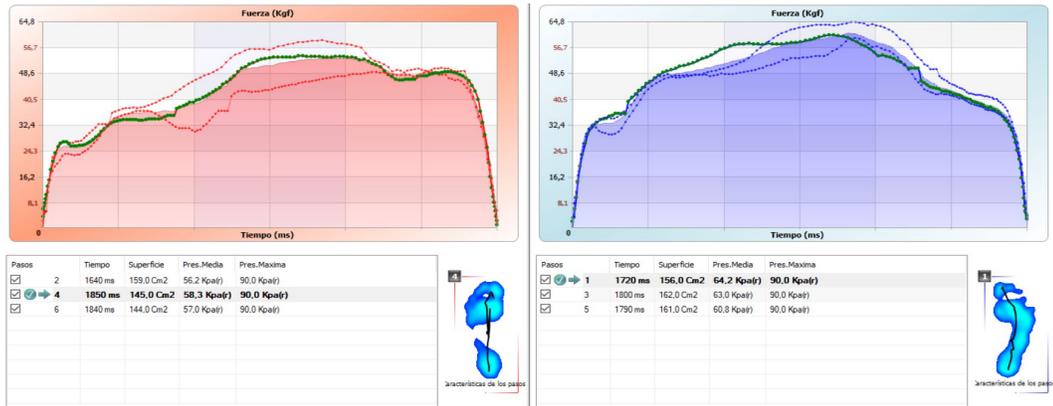
La figura muestra que la mayor presión ejercida con aplicación de peso de 5 Kg, en una superficie de  $146 \text{ cm}^2$  se evidencio en el paso sexto en el pie izquierdo con una presión máxima de 89,0 Kpa, mientras que la mayor superficie de  $134 \text{ cm}^2$  ejecutada del pie derecho fue en el paso tercero con 88,0 Kpa.

**Prueba 2 – con 15 Kg de peso:** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, y se pudo observar la menor presión media que es ejercida en el pie derecho en el primer paso y el menor tiempo que se realizó en el momento de dar un paso en el último paso correspondiendo al pie izquierdo, razón por la cual evaluar la manera como se levanta la carga se ejerce mayor presión en la pisada inicial y en la final al momento de dejar la carga, como se muestra en la figura a continuación, :



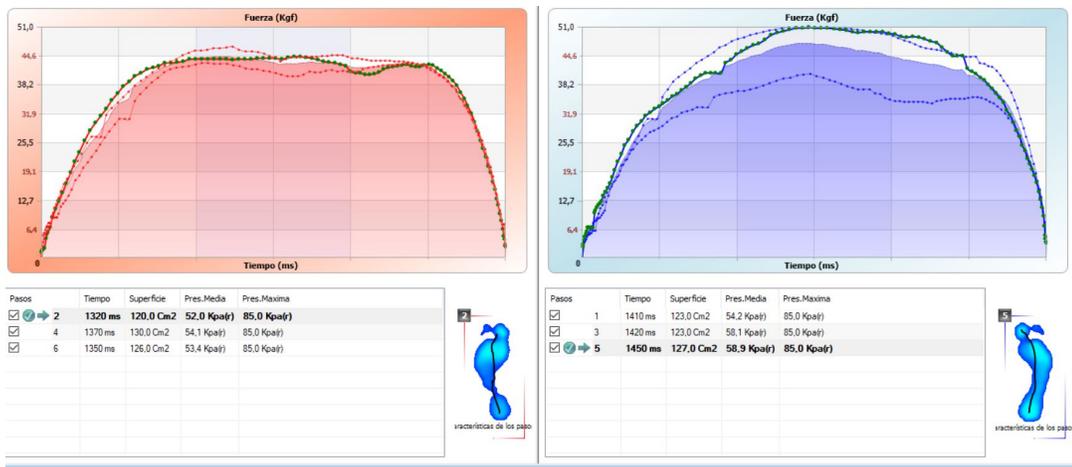
**Prueba 3 – con 25 Kg de peso (carga máxima):** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, se observó que la distribución del peso se concentra más en el pie izquierdo ya que en esta área se observa una mayor distribución, del

mismo en esta área porque existe un arco plantar definido en su mayoría contrariamente a la huella generada en la parte derecha, como se muestra en la figura a continuación:



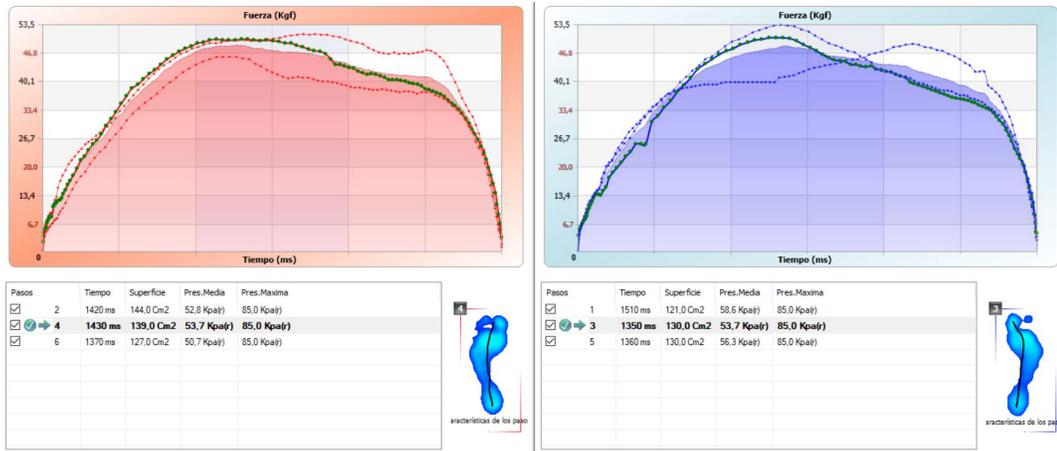
### ANEXO B: Análisis dinámico Estadísticas de pasos pie normal

**Prueba 1 – con 5 Kg de peso:** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, así como la presión máxima que se ejerce en los distintos pasos tanto para el pie derecho, como para el pie izquierdo.



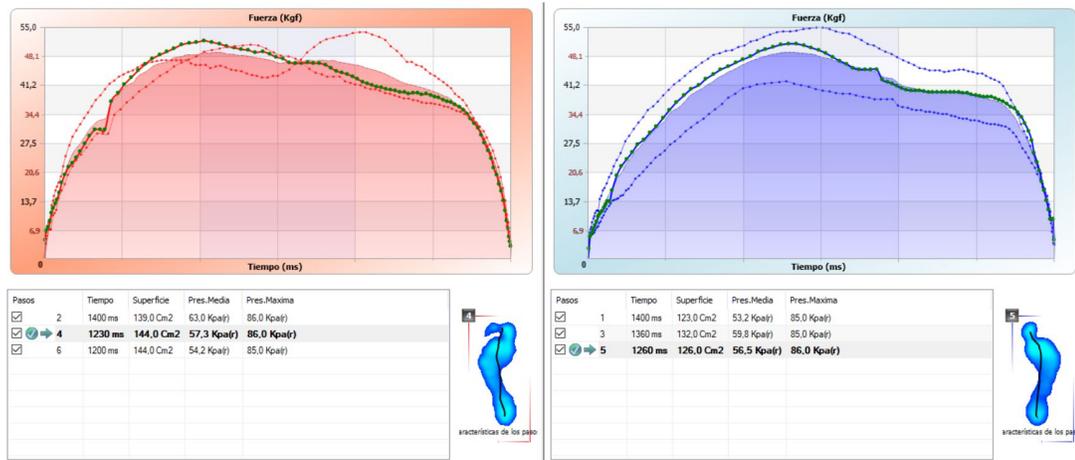
El Gráfico muestra que la mayor presión ejercida con aplicación de peso de 5 Kg, en una superficie de  $120\text{ cm}^2$  se evidencio en el segundo paso en el pie izquierdo con una presión máxima de 85,0 Kpa, mientras que la mayor superficie de  $127\text{ cm}^2$  ejecutada del pie derecho fue en el paso quinto con 85,0 Kpa.

**Prueba 2 – con 15 Kg de peso:** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, así como la presión máxima que se ejerce en los distintos pasos tanto para el pie derecho, como para el pie izquierdo.



El gráfico muestra que la mayor presión ejercida con aplicación de peso de 5 Kg, en una superficie de  $139 \text{ cm}^2$  se evidencio en el cuarto paso en el pie izquierdo con una presión máxima de 85,0 Kpa, mientras que la mayor superficie de  $130 \text{ cm}^2$  ejecutada del pie derecho fue en el paso tercero con 85,0 Kpa.

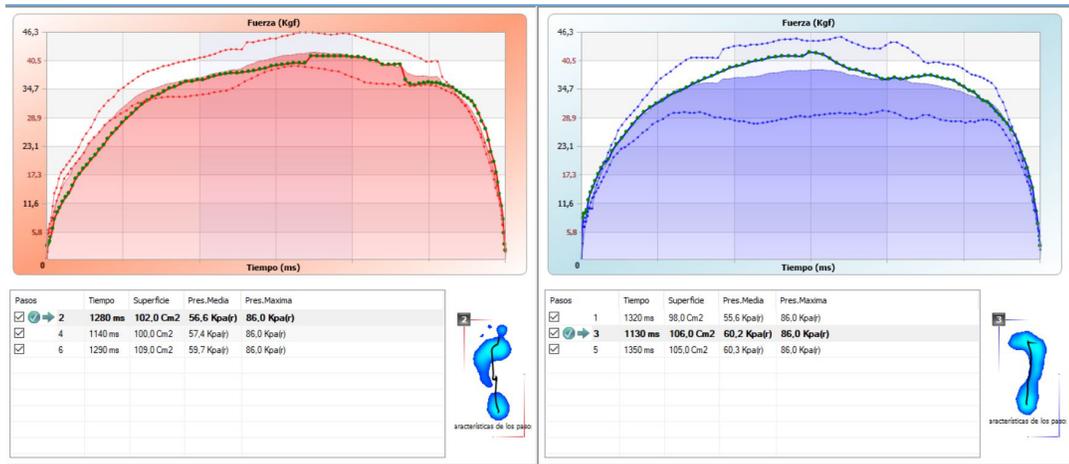
**Prueba 3 – con 25 Kg de peso:** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, así como la presión máxima que se ejerce en los distintos pasos tanto para el pie derecho, como para el pie izquierdo.



El gráfico muestra que la mayor presión ejercida con aplicación de peso de 5 Kg, en una superficie de  $142 \text{ cm}^2$  se evidencio en el cuarto paso en el pie izquierdo con una presión máxima de 85,0 Kpa, mientras que la mayor superficie de  $144 \text{ cm}^2$  ejecutada del pie derecho fue en el paso tercero con 86,0 Kpa.

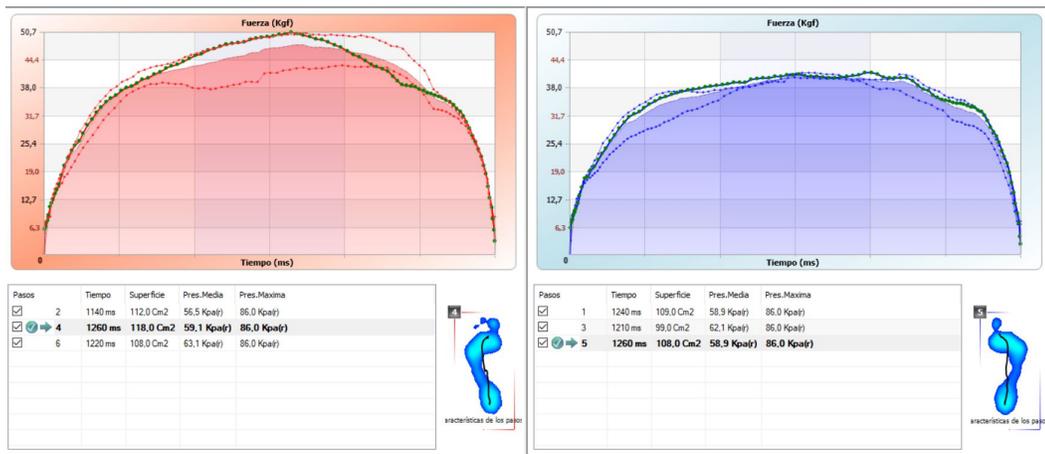
#### ANEXO C: Análisis dinámico estadísticas de pasos

**Prueba 1 – con 5 Kg de peso:** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, así como la presión máxima que se ejerce en los distintos pasos tanto para el pie derecho, como para el pie izquierdo.



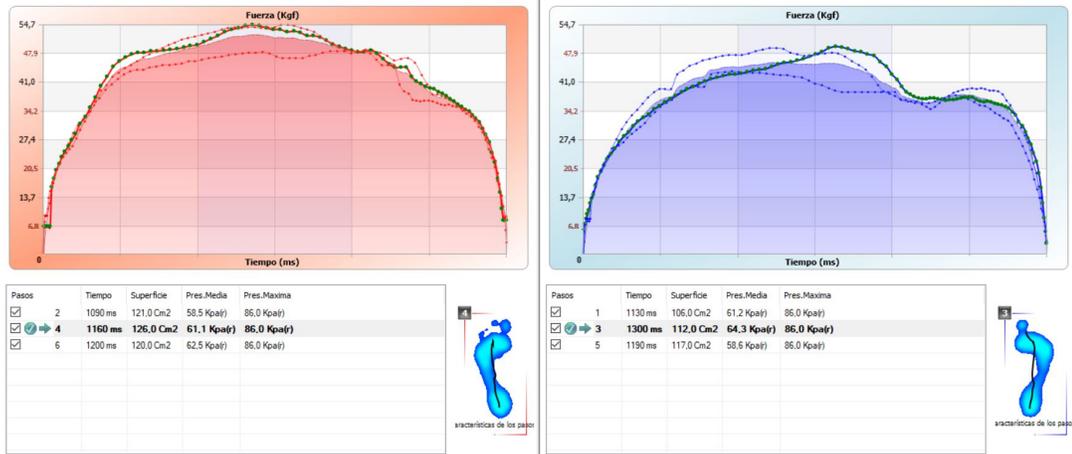
El gráfico muestra que la mayor presión ejercida con aplicación de peso de 5 Kg, en una superficie de  $102\text{ cm}^2$  se evidencio en el segundo paso en el pie izquierdo con una presión máxima de 86,0 Kpa, mientras que la mayor superficie de  $106\text{ cm}^2$  ejecutada del pie derecho fue en el paso quinto con 86,0 Kpa.

**Prueba 3 – con 15 Kg de peso:** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, así como la presión máxima que se ejerce en los distintos pasos tanto para el pie derecho, como para el pie izquierdo.



El gráfico muestra que la mayor presión ejercida con aplicación de peso de 5 Kg, en una superficie de  $118\text{ cm}^2$  se evidencio en el cuarto paso en el pie izquierdo con una presión máxima de 86,0 Kpa, mientras que la mayor superficie de  $108\text{ cm}^2$  ejecutada del pie derecho fue en el paso quinto con 86,0 Kpa.

**Prueba 5 – con 25 Kg de peso:** en esta prueba se constató el tiempo que se tardó en realizar 6 pasos, la superficie recorrida, así como la presión máxima que se ejerce en los distintos pasos tanto para el pie derecho, como para el pie izquierdo.



El gráfico muestra que la mayor presión ejercida con aplicación de peso de 5 Kg, en una superficie de  $126\text{ cm}^2$  se evidencio en el cuarto paso en el pie izquierdo con una presión máxima de  $86,0\text{ Kpa}$ , mientras que la mayor superficie de  $112\text{ cm}^2$  ejecutada del pie derecho fue en el paso quinto con  $86,0\text{ Kpa}$ .