DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA - UNICOMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
POPAYÁN, CAUCA
2025

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRÓNICO

DIRECTOR
M.Sc. SAÚL EDUARDO RUIZ SARZOSA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA - UNICOMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
POPAYÁN, CAUCA
2025
PÁGINA DE ACEPTACIÓN

PÁGINA DE DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios por permitirme realizar este desarrollo, guiarme en el proceso y darme la fortaleza para nunca desistir, dedico este esfuerzo a la humanidad en general ya que es un trabajo que aporta a la salud.

Dedico mis resultados, las experiencias y todo lo aprendido a mi familia que es mi motor, fuente de vida y siempre me apoyaron para lograrlo.

PÁGINA DE AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme realizar este desarrollo y darme todo lo necesario para lograrlo.

A mi familia que han sido mi motivación, mi apoyo incondicional y me han respaldado en todo este proceso.

A mi tutor Saul Eduardo Ruiz Sarzosa que siempre me brindo su disposición y apoyo incondicional en esos momentos difíciles en donde no sabía que camino tomar y gracias a sus conocimientos y paciencia encontraba el rumbo de este desarrollo.

Al ingeniero David Armando Revelo y Diego Campo Ceballos ya que gracias a su sabiduría logre encontrar los medios técnicos y conceptuales para tener un punto de partida y poder realizar este desarrollo.

Al ingeniero John Guerreo Narvaez quien fue la persona que me indujo en este desarrollo y gracias a su apoyo en el proceso de mi carrera he logrado estos resultados.

CONTENIDO

RESUMEN **1**

INTRODUCCIÓN 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4

JUSTIFICACIÓN 6

OBJETIVOS 8

OBJETIVO GENERAL *8*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS *8*

CAPITULO I 9

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA *9*

MARCHA HUMANA *9*

CICLO DE LA MARCHA 10

PARÁMETROS DE LA MARCHA 12

MARCHA NORMAL 14

FACTORES, CAUSAS Y ALTERACIONES QUE MODIFICAN LA MARCHA. 16

ANÁLISIS DE LA MARCHA *18*

BIOMECÁNICA DEL CUERPO HUMANO 19

ANATOMÍA 20

ARTICULACIONES 23

ACTIVIDAD MUSCULAR 24

METODOS, EQUIPOS Y TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA MARCHA. *24*

ANTECEDENTES DE LA MEDICIÓN DE LA MARCHA 24

MÉTODOS PARA ANALIZAR LA MARCHA 28

EQUIPOS 38

VISIÓN HUMANA 39

VISIÓN ARTIFICIAL 39

ADQUISICIÓN Y FORMACION DE IMÁGENES. *44*

ADQUISICIÓN 44

CÁMARA DIGITAL 44

HERRAMIENTAS PARA DIGITALIZAR IMÁGENES 47

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES 48

CAPITULO II 49

INSTRUMENTOS SOFTWARE Y HARDWARE PARA EL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y ACTIVIDAD MUSCULAR *49*

SOFTWARE *49*

HARDWARE *50*

METODOLOGIA *53*

ADECUACIÓN DEL ESPACIO PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS *54*

DESARROLLO SOFTWARE DEL SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL *58*

CAPITULO III 76

VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO *76*

POBLACIÓN Y MUESTRA *77*

CUESTIONARIOS *78*

CAPITULO IV 80

RESULTADOS Y DISCUSIÓN *80*

PROTOCOLO PARA REALIZAR LA EVALUACION A LOS PACIENTES *80*

CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA *81*

LIMITACIONES EN LA REALIZACIÓN DE EMG CON EL SENSOR MYOWARE *110*

PRECISIÓN EN LA MEDICION DE ANGULOS *111*

VALIDACIÓN POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA *113*

CAPITULO V 127

CONCLUSIONES *127*

TRABAJOS FUTUROS 130

REFERENCIAS 132

ANEXOS **136**

ANEXO 1. INSTRUCCIONES PARA USAR LA INTERFAZ DE MANERA ADECUADA EN LA ADQUISICIÓN Y REGISTRO DE LOS DATOS ***136***

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PARA MENOR DE EDAD ***141***

ANEXO 3. CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO ***142***

ANEXO 4. ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA ***143***

ANEXO 5. FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA ***144***

ANEXO 6. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA ***147***

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO MENOR DE EDAD148

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros básicos de la marcha. 12

Tabla 2. Factores extrínsecos e intrínsecos. 17

Tabla 3. Enfermedades causas por trastornos musculoesqueléticos. 18

Tabla 4. Fórmulas de física elemental aplicadas en el laboratorio de marcha. 20

Tabla 5. Historia del estudio de la marcha. 25

Tabla 6. Tecnologías usadas para el análisis de la marcha. 29

Tabla 7. Componentes software fundamentales para el desarrollo del proyecto. 49

Tabla 8. Librerías esenciales para el desarrollo del proyecto. 50

Tabla 9. Componentes hardware fundamentales para el desarrollo del proyecto. 51

Tabla 10. Especificaciones técnicas cámara Web Logitech C525. 51

Tabla 11. Especificaciones técnicas sensor Myoware. 52

Tabla 12. *Descripción de las funciones de control en la interfaz gráfica.* 73

Tabla 13. Escala de valoración muscular manual (Ficha técnica). 77

Tabla 14. Escala de interpretación visual de la señal EMG. 77

Tabla 15. Edad de los pacientes. 81

Tabla 16. Valores descriptivos de la edad de los pacientes. 81

Tabla 17. Género de los pacientes. 82

Tabla 18. Etnia de los pacientes. 82

Tabla 19. Estrato socioeconómico de los pacientes. 83

Tabla 20. Nivel educativo de los pacientes. 83

Tabla 21. Régimen de salud de los pacientes. 83

Tabla 22. Identificación e información inicial de los pacientes. 84

Tabla 23. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 1. 85

Tabla 24. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 2. 88

Tabla 25. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 3. 91

Tabla 26. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 4. 92

Tabla 27. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 5. 95

Tabla 28. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 6. 96

Tabla 29. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 7. 99

Tabla 30. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 8. 102

Tabla 31. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 9. 105

Tabla 32. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 10. 106

Tabla 33. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 11. 107

Tabla 34. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 12. 108

Tabla 35. Datos de ángulos de movilidad articular paciente 13. 110

Tabla 36. Pacientes que cumplen con un ≥ 90% de precisión en la medición. 112

Tabla 37. Promedio de precisión de todos los pacientes. 113

Tabla 38. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 1. 114

Tabla 39. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 2. 115

Tabla 40. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 3. 116

Tabla 41. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 4. 116

Tabla 42. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 5. 117

Tabla 43. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 6. 118

Tabla 44. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 7. 119

Tabla 45. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 8. 120

Tabla 46. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 9. 121

Tabla 47. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 10. 122

Tabla 48. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 11. 123

Tabla 49. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 12. 124

Tabla 50. Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 13. 125

Tabla 51. Valores promedio de la actividad muscular registrada por el fisioterapeuta y el sensor (EMG). 127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de marcha normal. 10

Figura 2. The anatomical position, with three reference planes and six fundamental directions. 21

Figura 3. Movimientos sobre la articulación de la cadera (arriba) y la articulación de la rodilla(abajo). 22

Figura 4. Movimientos del tobillo, dedos del pie, retropié y antepié. 22

Figura 5. Estudio de las relaciones estructurales. 34

Figura 6. Modelo músculo-tendinoso propuesto por Hill en 1938. 35

Figura 7. Simulación del modelo computacional propuesto por Delp en OpenSim 2.1 Delp y col. 36

Figura 8. Esquema general del modelo neuro-muscular, considerando la existencia del GCP. 37

Figura 9. Imagen radioscópica de una pieza. 41

Figura 10. Secuencia de imágenes de marcha humana. 41

Figura 11. Aplicación de seguridad. 42

Figura 12. Técnicas para captura de movimiento. 42

Figura 13. Etapas de un sistema de visión artificial. 43

Figura 14. Proceso de adquisición de datos. 44

Figura 15. Sensor CCD. 45

Figura 16. Sensor CMOS. 46

Figura 17. Representación de una imagen. 47

Figura 18. Asignación de valor a píxeles. 48

Figura 19. Diagrama metodología VDI – 2206. 53

Figura 20. Adecuación del espacio. 55

Figura 21. Ubicación de las cámaras. 56

Figura 22. Perspectiva de las cámaras. 56

Figura 23. Distancia del usuario a las cámaras en el plano horizontal. 57

Figura 24. Distancia del usuario a las cámaras en el plano axial. 58

Figura 25. Diagrama de flujo del sistema. 59

Figura 26. *Diagrama de bloques del programa para análisis de parámetros angulares.* 60

Figura 27. *Diagrama de bloques del programa para análisis de parámetros temporales.* 61

Figura 28. Esquema de conexión de los componentes hardware del sistema. 62

Figura 29. Código adquisición de imágenes. 63

Figura 30. Diagrama de bloques para la adquisición de imágenes. 63

Figura 31. Código para la detección de los puntos de interés. 64

Figura 32. Diagrama de flujo captura de los puntos de interés. 64

Figura 33. Código para el cálculo de ángulos. 65

Figura 34. Diagrama de bloques para el cálculo de los ángulos. 66

Figura 35. Código para el cálculo de velocidad. 67

Figura 36. Diagrama de bloques para el cálculo de la velocidad. 68

Figura 37. Código en Arduino para captar la actividad muscular (EMG). 69

Figura 38. Conexión MyoWare-Arudino Uno. 69

Figura 39. Posicionamiento del sensor Myoware en el musculo. 70

Figura 40. Cuadro de video y visualización de graficas. 72

Figura 41. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 1. 85

Figura 42. EMG paciente 1. 86

Figura 43. Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 1. 86

Figura 44. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 2. 88

Figura 45. Emg paciente 2. 89

Figura 46. Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 2. 89

Figura 47. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 3. 91

Figura 48. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 4. 92

Figura 49. Emg paciente 4. 93

Figura 50. Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 4. 93

Figura 51. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 5. 95

Figura 52. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 6. 96

Figura 53. Emg paciente 6. 97

Figura 54. Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 6. 97

Figura 55. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 7. 99

Figura 56. Emg paciente 7. 99

Figura 57. Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 7. 100

Figura 58. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 8. 102

Figura 59. Emg paciente 8. 102

Figura 60. Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 8. 103

Figura 61. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 9. 104

Figura 62. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 10. 105

Figura 63. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 11. 106

Figura 64. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 12. 107

Figura 65. Emg paciente 12. 108

Figura 66. Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 12. 108

Figura 67. Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 13. 110

Figura 68. Grafica promedio de precisión. 112

Figura 69. Grafica de desviación estándar del promedio de precisión 113

Figura 70. Gráfico de valores promedio de los parámetros de, tiempo, velocidad y distancia. 125

Figura 71. Gráfico del de los valores de fuerza medido por el fisioterapeuta vs EMG. 126

Figura 72. Ingresar nombre del paciente y tipo de evaluación. 136

Figura 73. Botón iniciar cámara. 136

Figura 74. Botón iniciar grabación. 136

Figura 75. Botones pausar y reanudar. 137

Figura 76. Botón parar y grabar. 137

Figura 77. Botón reiniciar graficas. 137

Figura 78. Botón finalizar. 137

Figura 79. Botón guardar Excel. 138

Figura 80. Entorno de desarrollo Arduino IDE. 138

Figura 81. Código para leer la actividad muscular (EMG) mediante Arduino IDE. 138

Figura 82. Botón verificar código en Arduino IDE. 139

Figura 83. Botón cargar código en Arduino IDE. 139

Figura 84. Botón serial plotter para ver grafica del comportamiento EMG. 140

RESUMEN

Este proyecto de investigación desarrolla un prototipo de bajo costo que funciona como una herramienta para el diagnóstico confiable y preciso de posibles patologías osteomusculares en la marcha humana, utiliza visión e inteligencia artificial para permitir a fisioterapeutas y profesionales de la salud realizar un análisis biomecánico y cualitativo de la marcha, el sistema interpreta parámetros cinéticos y cinemáticos como espaciales, temporales y angulares, presentes en los ciclos de la marcha, lo que facilita la identificación de alteraciones que indican una marcha patológica. Frente a los métodos tradicionales, que suelen requerir equipos costosos o procedimientos invasivos, esta propuesta busca ofrecer una alternativa accesible, precisa y cómoda para el paciente, esta investigación incluye una revisión teórica de métodos de análisis de la marcha, técnicas de visión artificial, captación de señales musculares (EMG) y recolección de datos, enfocándose en las extremidades inferiores y parte del tronco se elige cuidadosamente el hardware y software, empleando Python en el entorno CONDA y utilizando Arduino más el sensor Myoware para el análisis EMG. El desarrollo sigue la metodología VDI-2206, cumpliendo con las fases de requerimientos, diseño conceptual, modelado, integración, pruebas y validación. Las pruebas se realizan en un centro de fisioterapia, donde se observa que los datos obtenidos por el sistema coinciden con los del análisis clínico realizado por el fisioterapeuta, esto valida su confiabilidad y lo posiciona como una herramienta útil en entornos reales de trabajo, además, el sistema no requiere elementos adheridos al cuerpo, lo que mejora la experiencia del paciente y permite evaluaciones en un entorno más natural. En consecuencia, el prototipo ofrece una solución eficiente y amigable que fortalece el diagnóstico fisioterapéutico y aporta al bienestar del usuario.

INTRODUCCIÓN

El análisis de la marcha humana ha sido un tema de interés creciente dentro del ámbito clínico y tecnológico, debido al impacto directo que tiene en la calidad de vida de las personas, se ha observado que millones de individuos, sin distinción de edad, han padecido algún tipo de trastorno musculoesquelético que altera su forma de caminar, afectando no solo su funcionalidad, sino también su salud mental y bienestar general, en consecuencia, se ha vuelto indispensable el desarrollo de herramientas que permitan evaluar con precisión los patrones de marcha para detectar alteraciones y definir tratamientos adecuados (Organización Mundial de la Salud[OMS],2021).

Frente a esta necesidad, se ha propuesto un sistema basado en visión artificial y electromiografía (EMG) a bajo costo, que ofrece una alternativa tecnológica al diagnóstico tradicional, con esta propuesta se ha buscado asistir al área médica en la recolección, visualización y análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares durante la marcha, permitiendo una evaluación más objetiva, rápida y cómoda para el paciente, este enfoque ha incorporado tecnologías de bajo costo y fácil acceso, como sensores EMG y plataformas de programación como Python y Arduino, logrando así una solución funcional sin comprometer la calidad del diagnóstico.

Para cumplir con los objetivos del proyecto, se han elegido de manera técnica los componentes hardware y software, seguido de la implementación y validación del prototipo en un entorno clínico real, el sistema ha sido sometido a pruebas con personas sanas y con alteraciones en la marcha, logrando recolectar datos que han demostrado un alto grado de similitud con las evaluaciones realizadas por profesionales fisioterapeutas, esta validación ha permitido constatar que el prototipo no solo cumple con su función asistencial, sino que también representa un avance hacia una medicina más automatizada, eficiente y centrada en el paciente.

Los resultados alcanzados han reflejado que el sistema desarrollado es estable, preciso y no invasivo, facilitando el análisis de la marcha de manera natural, sin alterar el comportamiento del paciente, además, se ha logrado un entorno de evaluación más cómodo, en el que los participantes no requieren elementos adheridos al cuerpo, lo que contribuye a una experiencia más natural o normal en cuanto a marchar, la recolección automatizada de datos ha permitido optimizar el tiempo del fisioterapeuta y ofrecer una documentación visual y cuantitativa útil para el seguimiento clínico.

Este proyecto ha demostrado que es posible integrar técnicas de visión artificial y análisis muscular en un sistema asequible y práctico para el diagnóstico de patologías en la marcha, reforzando el papel de la tecnología como aliada en el proceso de rehabilitación y evaluación funcional del movimiento humano.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ha sido frecuente ver a una persona con alguna patología o anormalidad en su forma de caminar, familiares, amigos y la sociedad en general, han padecido algun tipo de trastorno en su forma de caminar, un estudio reciente ha afirmado que en el mundo alrededor de 1710 millones han sido las personas que se han visto afectadas por algún trastorno musculoesquelético, personas de todas las edades como niños, jóvenes y adultos las han padecido. Los trastornos musculoesqueléticos también han estado altamente asociados con un deterioro significativo de la salud mental y de las capacidades funcionales (Organización Mundial de la Salud[OMS],2021).

La marcha humana ha sido reconocida como un movimiento voluntario complejo que generalmente adopta la forma de caminar e involucra múltiples estructuras del cuerpo, como el cerebro, la médula espinal, los nervios periféricos, los músculos, los huesos y las articulaciones (Whittle, 2007, Capítulo 1, p. 1). Además, está directamente relacionado con la calidad de vida, ya que caminar ha constituido una necesidad funcional básica. Cuando se han presentado alteraciones, patologías o molestias, el patrón de la marcha se ha visto afectado, dificultando el desplazamiento normal, por ello, la marcha ha sido estudiada durante años con el objetivo de identificar anomalías que permitan establecer tratamientos adecuados.

Tradicionalmente los fisioterapeutas han evaluado la marcha mediante métodos subjetivos, la evaluación subjetiva se ha basado en la observación visual del paciente, permitiendo únicamente una valoración general en su forma de caminar. Sin embargo, este tipo de evaluación ha resultado limitada por su naturaleza interpretativa y su dependencia de la

experiencia del observador. A diferencia de la evaluación objetiva que ha ofrecido un análisis más preciso y cuantificable ya que ha implicado la medición de variables como distancias, tiempos o velocidades mediante el uso de instrumentos especializados, este tipo de métodos ha permitido obtener datos fiables y reproducibles, fundamentales para la detección temprana de anormalidades y para la toma de decisiones clínicas más acertadas (Atkinson et al., 2005).

El análisis de la marcha ha sido el estudio sistematizado de la marcha humana en donde se ha utilizado el ojo y su central de procesamiento que es el cerebro como sensores y observadores experimentados. Percibir todos los elementos que cooperan en la marcha a través de un análisis de observación ha resultado una tarea extensa y documentalmente rigurosa, lo que ha querido decir que se ha podido presentar inconsistencias en la evaluación de la marcha, es por eso que este tipo de análisis ha tenido que ser desarrollado con instrumentación para medir el cuerpo, los movimientos, la mecánica corporal y la actividad de los músculos, en las personas en donde se han presentado anormalidades y trastornos que han afectado su capacidad para caminar, el análisis de la marcha se ha podido usar para hacer diagnósticos y planificar un tratamiento óptimo (Whittle, 2007, p. 5) asi pues la evaluación de la marcha, es un proceso elemental en el examen clínico que se ha realizado en rehabilitación, no obstante, la evaluación clínica ha sido de gran ayuda para establecer metas de tratamiento y para cuantificar los resultados de los procedimientos terapéuticos, sin embargo, la aplicación de técnicas avanzadas como la estabilometría, los sensores inerciales y el análisis computarizado de la marcha, ha añadido exactitud al diagnóstico funcional (Ortiz et al., 2016, Capitulo 14, p. 183) .

Considerando los planteamientos anteriores, en esta investigación se ha propuesto la siguiente pregunta de investigación **¿Cómo se puede contribuir al diagnóstico de patologías en pacientes con alteraciones en la marcha, a través de la electromiografía y la visión artificial?**

JUSTIFICACIÓN

Las alteraciones en la marcha implican una degradación en la calidad de vida de las personas, lo cual es un factor en constante aumento, por este motivo se evidencia la necesidad de desarrollar sistemas tecnológicos que contribuyen en el proceso de rehabilitación ayudando a diagnosticar las posibles patologías que alteren la marcha de las personas y contribuyen logrando automatizar los procesos de terapia, obteniendo dentro de los resultados que las personas pueden reintegrarse a sus actividades físicas y a la sociedad como tal. Para llevar a cabo la evaluación de la marcha y dar un diagnóstico adecuado, se hace necesario estimar los parámetros necesarios y de interés que están presentes en la marcha por medio de un análisis cuantitativo respecto al tiempo (Alban et al., 2020), la evaluación de la marcha comúnmente se realiza en los laboratorios de marcha, en ellos se hacen análisis biomecánicos que requieren que el usuario emplee marcadores reflectivos o dispositivos adheridos en su cuerpo; esto causa incomodidad en el usuario, alterando así su patrón normal de marcha (Caicedo et al., 2017).

En Colombia existen diversas iniciativas orientadas al análisis de la marcha humana mediante laboratorios especializados, cada uno con recursos tecnológicos y enfoques particulares, entre ellos se encuentra el laboratorio del Centro Integral de Rehabilitación de Colombia (CIREC), que emplea el sistema BTS Smart D de fabricación italiana, compuesto por seis cámaras optoelectrónicas de alta resolución, tres cámaras de video digital, dos plataformas de fuerza y un sistema de análisis de presiones plantares (Cirec, 2025). De igual manera, la Universidad de los Andes en alianza con el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, cuenta con un laboratorio en el que se registra el movimiento articular en tres dimensiones, utilizando 16 marcadores reflectivos ubicados en puntos específicos de los miembros inferiores, las imágenes se transfieren mediante una red digital de alta velocidad a un computador central, utilizando el sistema comercial APAS (Instituto Roosevelt, 2015). Por otra parte el grupo de investigación Bioingenium de la Universidad Nacional construyó el primer laboratorio de marcha del país, permitiendo analizar alteraciones en el movimiento causadas por diferentes enfermedades (Martínez et al., 2010). En Medellín, la Fundación Universitaria María Cano implementó un laboratorio enfocado en el diagnóstico preciso y objetivo de trastornos del movimiento en personas con patologías musculoesqueléticas, así como en la evaluación del rendimiento deportivo (Fundación Universitaria María Cano, 2025). La Universidad CES, en convenio con la Escuela de Ingeniería de Antioquía y con apoyo de Colciencias, desarrolló un sistema de análisis de movimiento basado en videogametría, compuesto por un sistema de calibración y reconstrucción tridimensional, digitalización de marcadores, modelo cinemático, y filtrado y suavizado de datos (Universidad CES, 2025). Finalmente, la Universidad Autónoma de Manizales adquirió el sistema BTS SMART DX, un equipo optoelectrónico de alta precisión y cuarta generación que ofrece gran versatilidad y potencia de cálculo para realizar análisis incluso en condiciones críticas (Universidad Autónoma de Manizales, 2017). Aunque estos laboratorios representan un importante avance en el estudio biomecánico de la marcha, su funcionamiento en ambientes controlados puede limitar la evaluación de actividades cotidianas y el uso de marcadores adheridos al cuerpo del paciente tiende a modificar su patrón natural de marcha (Caicedo et al., 2017), lo que evidencia la necesidad de proponer soluciones alternativas más accesibles, cómodas y naturales como la visión artificial y el prototipado mecatrónico.

Estos laboratorios expuestos anteriormente se encuentran sujetos a ambientes controlados lo que dificulta analizar actividades cotidianas, así como evitar que el individuo cambie su patrón de marcha al sentirse observado, por estos motivos se hace necesario proponer soluciones alternativas basados en el prototipado mecatrónico, integrando técnicas de visión artificial las cuales permitirán observar, grabar y analizar de manera objetiva los parámetros necesarios para la valoración de la marcha de una manera cómoda, además, se maneja un bajo costo gracias a la tecnología empleada bajo criterios específicos que no se salen de los rangos de calidad.

Para realizar un diagnóstico adecuado y preciso sobre posibles patologías en la marcha de un paciente, los hospitales, EPS, centros médicos, centros médicos de rehabilitación, cuentan con pocas herramientas y algunos son poco asequibles, desde el programa de ingeniería mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca – Unicomfacauca de la ciudad de Popayán, se propone un camino alterno a esta problemática y a bajo costo, a través de un sistema que proporcionará información del miembro inferior y parte del tronco. Se hará uso del procesamiento digital de imágenes al capturar la actividad muscular por medio de sensores que son de fácil acceso en el mercado, siendo de vital importancia en el momento de evaluar el mecanismo de la marcha, ya que se debe de tener en cuenta el comportamiento de estas para un mejor análisis, relacionándolos con la cinemática, la cual se encarga de describir los movimientos que transcurren en las fases de la marcha incorporando los movimientos angulares de los segmentos del miembro inferior y parte del tronco.

Actualmente se puede ofrecer desde la fisioterapia tratamientos para las alteraciones de la marcha que han avanzado significativamente a lo largo de los últimos años, contando con diferentes estrategias que permitan alcanzar el análisis ante la presencia de alteraciones en la marcha como son favorecer el aprendizaje motor para que el usuario pueda adquirir la capacidad de caminar o dar pasos y evitar el riesgo del deterioro como es la aparición de contracturas musculares, debilidad muscular, deformidades óseas y/o articulares. En este proyecto se articulará este conocimiento disponible en asocio con la fundación Universitaria María Cano, para integrarlo a las funcionalidades de un prototipo para el análisis de parámetros cinéticos y cinemáticos para el diagnóstico de patologías en la marcha.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar los componentes hardware y software para la captura, extracción y procesamiento de datos espaciales, temporales y angulares de la marcha humana en los usuarios.
2. Implementar un sistema de visión artificial y electromiografía para asistencia al diagnóstico mediante la visualización gráfica del comportamiento cinético y cinemático de la marcha humana.
3. Validar el funcionamiento del sistema en personas sanas, y con alteración en la marcha.

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se exponen los conceptos pertinentes al proyecto sobre marcha humana y análisis de la marcha, se dan a conocer de igual manera las variables y patologías de enfoque para el proyecto, además, se analizan los diferentes métodos e instrumentos, tanto en software como en hardware para analizar y cuantificar los parámetros. Además, teniendo en cuenta la literatura, se han encontrado desarrollos de sistemas que tienen similitud considerable respecto al presente proyecto, y que en la actualidad son comerciales o se encuentran instalados en centros de análisis de marcha. A partir de este análisis se hace una documentación para identificar posibles mejoras en el prototipo a desarrollar.

MARCHA HUMANA

La marcha humana permite que las personas trasladen su cuerpo de un lugar a otro, tomado una forma de andar o caminar mientras permanece erguido, esto resulta de una tarea compleja que se logra a través de un patrón coordinado de señales nerviosas enviadas a los músculos, que a su vez generan movimiento en las articulaciones, las extremidades y el resto del cuerpo; según Whittle (2007) la marcha humana se puede considerar como un método de locomoción en donde se ve involucrado el uso de ambas piernas y de forma alternada, logrando de esta manera proveer tanto apoyo como propulsión, por otra parte, la marcha es el sistema que el ser humano utiliza por naturaleza para desplazarse y para lograrlo se debe tener una coordinación e integración de los sistemas nervioso, esquelético y muscular (Vicente et al., 2018). Cabe destacar también que Magee (1994) y Ducroquet (1991) definen la *marcha normal* como una serie de movimientos alternantes y rítmicos de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento del centro de gravedad hacia adelante y en (2013) Agudelo, nos dice que: el movimiento corporal humano constituido por patrones y factores motrices, es considerado como un elemento esencial de la salud y el bienestar, resultado de la interacción

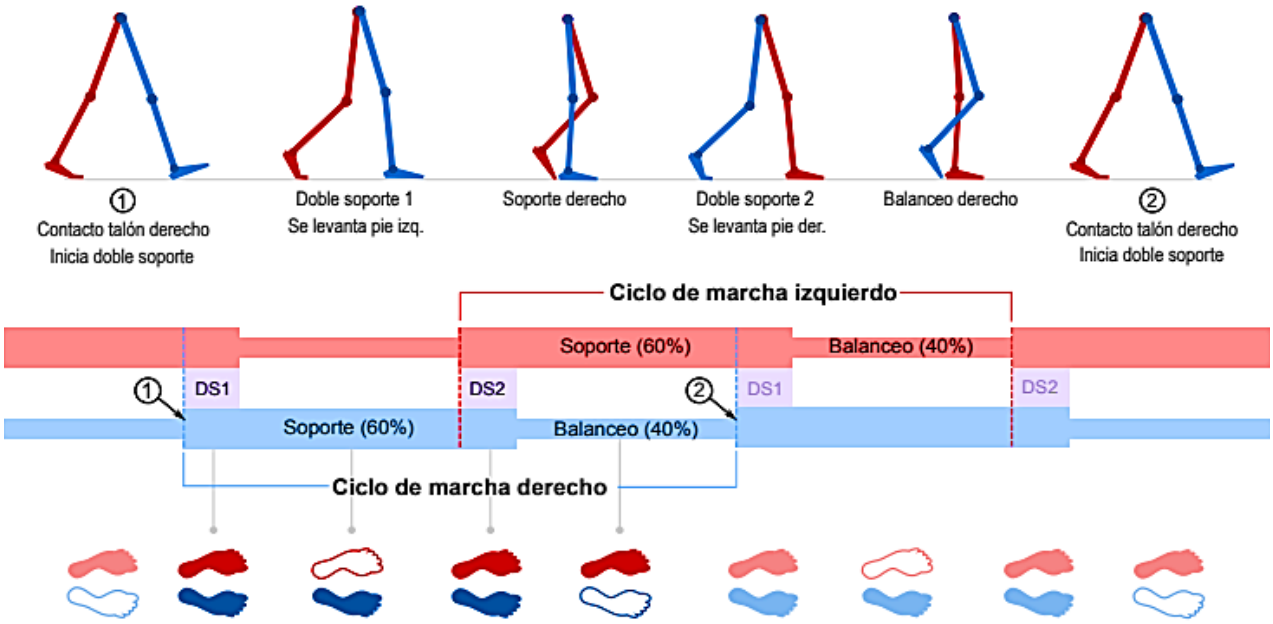
de los diferentes dominios y sistemas corporales, que le permitirá al hombre un alto grado de funcionalidad e independencia para la realización de sus actividades de la vida diaria y las actividades básicas cotidianas. Como un componente esencial del movimiento, la marcha, constituye un patrón fundamental de gran complejidad, que estará relacionado con la capacidad de desplazamiento en el espacio, y por ende con la capacidad de interacción del hombre en el ambiente, siendo su alteración capaz de generar una discapacidad temporal o permanente. (p. 2)

Teniendo en cuenta la literatura anteriormente citada se entiende entonces por el concepto de marcha que es la forma en que los seres humanos utilizan sus dos piernas para trasladarse de un lugar a otro, interviniendo en esta acción diversos factores motores y cognitivos.

CICLO DE LA MARCHA

Para estudiar la marcha es necesario saber que se divide en ciclos de marcha, según Whittle (2007) el ciclo de la marcha es un intervalo en el tiempo entre dos ocurrencias de algún evento repetitivo al momento de caminar, sin embargo, cualquier evento puede ser escogido para definir el ciclo de la marcha, aunque, se recomienda utilizar el instante en el que un pie toca el suelo (contacto inicial). Si se decide comenzar con el contacto inicial del pie derecho, como podemos ver en la Figura 1, el ciclo continuará hasta que el pie derecho toque el suelo nuevamente, el pie izquierdo, por supuesto, pasa exactamente por la misma serie de eventos que el pie derecho, pero desplazado en el tiempo medio ciclo.

Figura 1. *Ciclo de marcha normal.*



Nota. El color azul hace referencia al miembro inferior derecho y el rojo al izquierdo. La parte superior muestra varias fases del ciclo de marcha derecho, cuyo inicio y final se señalan con los marcadores uno y dos respectivamente. Las huellas de la parte inferior muestran qué pie se encuentra en contacto con el suelo en cada fase. Adaptado de (Luna, J. M., 2017).

Como se evidencia en la Figura 1, el ciclo de la marcha se analiza teniendo en cuenta el pie de contacto, (en la Figura 1, el pie derecho que está en azul) y consta de dos periodos o fases que son la de apoyo o soporte y la fase de balanceo; una pierna está en fase de apoyo cuando se encuentra en contacto con el suelo y está en fase de balanceo cuando no contacta con el suelo, además, existe un momento en que ambos pies están en contacto con el suelo denominado fase de doble apoyo (Cerda, L., 2010); En el periodo de soporte, el miembro inferior que esté en contacto con el suelo soportará la mayor parte del peso corporal mientras que el miembro inferior izquierdo avanza hacia adelante, este periodo inicia cuando el pie hace contacto con el suelo y representa alrededor del 60% de la duración del ciclo de la marcha; El periodo de balanceo empieza cuando se levanta el pie en contacto con suelo, al contrario del otro periodo, que la mayor parte del peso corporal es soportada por el miembro inferior opuesto, permitiendo así avanzar a otro punto, este periodo representa alrededor del 40% de la duración del ciclo de la marcha (Luna, J. M., 2017), aunque esta duración es relativa debido a que hay factores variables, como la velocidad de marcha, el aumento de su velocidad genera un aumento relativo en el tiempo ocupado en la fase de balanceo y una disminución en la fase de doble apoyo, a medida que disminuye la velocidad de la marcha, la duración de la fase de doble apoyo aumenta (Magee, 1994; Ducroquet, 1991)

FASE DE SOPORTE O DE APOYO.

- Contacto inicial (0-2% del ciclo, Apoyo bipodal): Es el momento en el que el pie entra en contacto con el suelo. Normalmente el contacto tiene lugar en la región del talón, razón por la que esta fase se considera para registrar el inicio y la culminación del ciclo de la marcha.
- Respuesta a la carga (se prolonga hasta un 10% del ciclo de marcha, apoyo bipodal): El pie realiza contacto total con el piso y el peso del cuerpo se transfiere a la extremidad adelantada.
- Soporte medio (Transcurre entre el 10% y el 30% del ciclo de la marcha): La extremidad contralateral pierde contacto con el piso y el peso corporal se transfiere a lo largo del pie hasta que se alinea con la cabeza de los metatarsianos. La transferencia del peso se da gracias a la rotación de la tibia sobre el pie estático.
- Soporte terminal o final (transcurre entre el 30% y el 50% del ciclo de la marcha): El talón se levanta para desplazar el peso hacia los dedos y transferir la carga al pie contralateral, el cual, entra en contacto con el piso.
- Pre-balanceo o fase previa a la oscilación (transcurre entre el 50% y el 60% del ciclo de la marcha): Fase de transición entre la fase de soporte y la de balanceo. Se inicia cuando el pie contralateral entra en contacto con el piso y termina cuando el pie ipsilateral despega el piso. El peso corporal es transferido totalmente de una extremidad a la otra.

FASE DE BALANCEO.

- Balanceo Inicial: (Aproximadamente del 50% al 73% del ciclo) Inicia cuando los dedos del pie se despegan del piso y termina cuando la rodilla alcanza la flexión máxima

durante la marcha (60°), el muslo se encuentra directamente debajo del cuerpo y paralelo a la extremidad inferior contralateral que, en este instante, soporta el peso del corporal

- Balaceo Medio:(entre el 73% y el 87%) El muslo continúa avanzando y la rodilla, que ha alcanzado la flexión máxima, ahora se extiende, de manera que el pie permanece despegado del suelo y termina cuando la tibia se dispone en posición perpendicular al piso
- Balanceo Terminal: Se inicia con la posición vertical de la tibia, continua a medida que la rodilla se extiende completamente y la extremidad se prepara para aceptar la carga durante el contacto inicial.

PARÁMETROS DE LA MARCHA

Parte del proceso del análisis de la marcha es hacer mediciones que cuantifiquen la marcha, en la literatura estas mediciones tienen por nombre parámetros de la marcha y en ellos se encuentran los parámetros básicos de la marcha que son los que permiten hacer un análisis simple y cuantitativo de la marcha siendo estas las medidas más usadas para el diagnóstico clínico (factores temporales y de distancia o espaciales, estos son el tiempo de ciclo o cadencia, la longitud de la zancada y velocidad) Ver Tabla 1. los parámetros básicos de la marcha le sirven al evaluador de guía sobre la capacidad de caminar de un individuo, teniendo en cuenta que deben ser interpretados en términos de los valores esperados para la edad y el sexo del sujeto (Whittle, M., 2007).

Tabla 1. *Parámetros básicos de la marcha.*

Parámetro	Descripción	Unidad
Cadencia	Número de pasos en una unidad de tiempo determinada	Pasos/min
Tiempo de ciclo	Tiempo para que se cumpla un ciclo de marcha	s
Velocidad de marcha	Velocidad a la que avanza la persona al caminar	m/s
Longitud de zancada	Distancia que una parte de un pie recorre entre el mismo evento de dos ciclos de marcha consecutivos	m

A continuación, se presentan las diferentes categorías de parámetros que se utilizan para el análisis de la marcha.

PARÁMETROS ESPACIALES. Son útiles para medir las distancias avanzadas

- Longitud de zancada: distancia lineal entre dos contactos de talón consecutivos de la misma extremidad.
- Longitud de paso: distancia lineal entre el contacto inicial del talón de una extremidad y el de la extremidad contralateral (40cm aprox. aunque depende de la estatura del individuo).
- Ancho de paso o Amplitud de base: la distancia entre ambos pies, generalmente entre los talones, que representa la medida de la base de sustentación y equivale

a 5 a 10 centímetros, relacionada directamente con la estabilidad y el equilibrio. Como la pelvis debe desplazarse hacia el lado del apoyo del cuerpo para mantener la estabilidad en el apoyo medio, una base de sustentación estrecha reduce el desplazamiento lateral del centro de gravedad.

- Altura del paso: el movimiento de las extremidades inferiores otorga una altura de 5 centímetros al paso, evitando el arrastre de los pies.
- Ángulo del paso o ángulo de la marcha: Se refiere a la orientación del pie durante el apoyo. El eje longitudinal de cada pie forma un ángulo con la línea de progresión (línea de dirección de la marcha); normalmente, está entre 5º y 8º.

PARÁMETROS TEMPORALES. Son útiles para hacer mediciones del tiempo que hay entre los periodos que conforman el ciclo de la marcha

- Apoyo: Porcentaje del ciclo total de la marcha durante el cual el cuerpo se encuentra apoyado sobre una sola pierna.
- Balanceo: Porcentaje del ciclo de la marcha durante el cual la extremidad inferior permanece en el aire y avanza hacia adelante.
- Doble apoyo: Porcentaje del ciclo de la marcha en el cual ambos pies contactan el suelo
- Periodo de zancada: Lapso de tiempo en el que el transcurren dos eventos idénticos sucesivos del mismo pie, generalmente entre 2 contactos iniciales de la misma extremidad inferior.
- Periodo de soporte o apoyo: El tiempo que transcurre desde que el pie hace contacto con el piso, hasta el momento de despegue de los dedos del mismo pie.
- Periodo de balaceo: Es el tiempo transcurrido entre el instante de despegue de los dedos hasta el punto de contacto inicial de un mismo pie.
- Cadencia: Es el número de pasos por unidad de tiempo, generalmente se mide en un minuto. La frecuencia determina el ritmo y rapidez de la marcha.

PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES.

- Velocidad: Es la relación de la distancia recorrida en dirección de la marcha por unidad de tiempo (Velocidad= Distancia / Tiempo).
- Velocidad de Balanceo: Tiempo en que se demora un miembro inferior desde la aceleración inicial hasta el siguiente paso.
- Velocidad media: Producto de la cadencia por la longitud de la zancada expresada en m/seg.
- Cadencia o ritmo del paso: Se relaciona con la longitud del paso y representa habitualmente el ritmo más eficiente para ahorrar energía en ese individuo en particular y según su estructura corporal. Los individuos más altos dan pasos a

una cadencia más lenta, en cambio los más pequeños dan pasos más rápidos. Puede ir entre 90 a 120 pasos/min (Duque, et al., 2012).

PARÁMETROS CINÉTICOS. Son útiles para describir las fuerzas presentes en las zonas del cuerpo que generan movimiento, se abarcan las fuerzas externas e internas del cuerpo, provenientes de la actividad muscular

PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS. Describen longitudes de segmentos corporales, ubicación de centros de masa, medición de secciones y demás variables que permitan construir un modelo biomecánico.

PARÁMETROS DE ACTIVACIÓN MUSCULAR. Permite conocer el valor del potencial eléctrico que generan las células musculares al ser activadas de manera neurológica o eléctrica.

- Electromiografía

PARÁMETROS ENERGÉTICOS. Son útiles para tener conocimiento acerca de los costos energéticos que están relacionados con el movimiento y la eficiencia energética de los movimientos (Luna, J. M., 2017).

MARCHA NORMAL

Antes de conocer la marcha patológica es necesario entender que es la marcha normal, así se obtendrá un punto de comparación en donde se puede obtener un estándar contra el que se puede juzgar la marcha de un paciente, además se deben tener en cuenta algunas consideraciones, se entenderá que el término "normal" abarca ambos sexos, edades y una amplia gama de geometría corporal, esto implica que se debe escoger un estándar apropiado para cada individuo que se está evaluando, un ejemplo puede ser, comparar los resultados de una paciente anciana con los datos normales de un paciente hombre joven, es claro que existe una gran diferencia, en cambio si se comparan los resultados con datos de mujeres ancianas se podrá conocer si la marcha esta dentro de los rangos apropiados para ella. (Whittle, 2007, Capítulo 2, p. 47).

Ortiz (2016) propone que para que un individuo realize una marcha normal es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- Generar propulsión y controlar la progresion del cuerpo hacia adelante
- Absorver energia para disminuir el impacto durante el contacto inicial del talón
- Mantener la estabilidad durante la fase de apoyo
- Controlar la trayectoria del pie para permitir la adaptacion articular a las diferentes superficies duratne la fase de apoyo
- Asegurar el paso libre del pie en el balanceo (Capitulo 14, p. 186)

PARÁMETROS DE NORMALIDAD REPORTADOS EN LA LITERATURA. Es necesario tener una base de referencia normalizada de los parametros en los cuales podamos apoyar los estudios realizados de cada individuo, en la literatura se hayan reportes desde 1971 hasta la actualidad de autores como, Lamoreux (1971), Winter (1974), Herman (1976), Murray (1979), Larson (1980), Riley (1996), Growney (1997),Cols (1997,1998), Stolze (1998), estos autores han reportado diversos parámetros, aunque existe una prevalencia en la velocidad, longitud del paso y la longitud de zancada.

En promedio la marcha lenta tiene una velocidad de 1.138 m/s, marcha confortable 1.48 m/s y marcha rápida 2.018 m/s. Para la valoración de la longitud del paso y la zancada los autores tuvieron en cuenta el ciclo de vida y género de la población estudiada, realizando además comparaciones entre hombres y mujeres; en promedió se encuentra que la longitud de zancada es mínimo 1,29 metros, media 1.42 metros y máximo 1.62 metros y la longitud de paso, mínimo 0.65 m, media 0.71 m y máximo 0.81 m. Entre los parámetros cinemáticos se encuentran los reportados por Perry, 1992 para la movilidad articular de cadera, rodilla y tobillo, de acuerdo al porcentaje de intervalo del ciclo total de la marcha en una zancada, por ejemplo, la flexión plantar dentro del 0-7% del ciclo de la marcha alcanza hasta los 7º y entre el 48-62% hasta 20º; la dorsiflexión es de hasta 10º entre 7-48% del ciclo de la marcha y hasta 0º entre el 62-100%; a nivel de la articulación de la rodilla el autor describe una flexión de hasta 18º entre 0-15% y de hasta 65º entre el 40-70% del ciclo de la marcha, y una extensión de rodilla hasta 5º entre el 15-40%, y hasta 2º entre el 70-97% del ciclo de la marcha; así mismo describe a nivel de la articulación de la cadera una flexión de 30º durante 0% y de hasta 35º durante el 85% del ciclo de la marcha, y una extensión de cadera de 10º durante el 50% del ciclo de la marcha. Los parámetros espaciotemporales reportados se encuentran como valores promedios para adultos jóvenes: cadencia 117 p/min, velocidad 1.53 m/s, longitud de la zancada 1.57 m, y en los ancianos 114 p/ min, 1.39 m/s y 1.46 m. Parámetros espaciotemporales como cadencia, longitud de la zancada y velocidad han sido reportados por diversos autores, diferenciados por sexo; Murray (1964) por ejemplo reporta una cadencia de 117 p/min tanto en varones como en mujeres, una velocidad de 1,53 m/s en varones y 1,30 m/s en mujeres, y un longitud de zancada 1,57m en varones y 1.33m en mujeres; por otra parte Chao (1893) (6) reporta una cadencia de 102 p/ min en varones y 108 en mujeres, una velocidad de 1,2 m/s en varones y 1,1 m/s en mujeres y una longitud de zancada de 1,42 m para varones y 1,22 para mujeres; Kabada (1990) por su parte reporta una candencia de 112 p/min en varones y 115 p/min en mujeres, velocidad de 1,34 m/s en varones y 1,27 m/s en mujeres, con una longitud de zancada de 1,41 m para varones y 1,30 m para mujeres; y Perry en 1992, reporta una candencia de 111 p/min en varones y 117 p/min para mujeres, una velocidad de 1,43 m/s en varones y 1,28 m/s en mujeres, con una longitud de zancada de 1,46 m para varones y 1,28 m para mujeres (Prat, J., et al., 2005).

FACTORES, CAUSAS Y ALTERACIONES QUE MODIFICAN LA MARCHA.

El origen de los trastornos en la marcha pueden ser diversos, además se presentan como consecuencia de múltiples factores y alteraciones que pueden ser transitorias o permanentes, locales o generales, de origen traumático, infeccioso, tumoral, neurológico, genético, psiquiátrico, o por cambios fisiológicos que ocurren por ejemplo durante el embarazo, además factores como, pérdida de masa, fuerza, resistencia y elasticidad muscular, disminución de la velocidad de respuestas reflejas, inestabilidad o falta de equilibrio, perdida gradual de la sensibilidad, visual en campo y profundidad, alteraciones de la alineación corporal o cambios postulares, entre otras, además, la marcha también puede ser afectada por traumatismos y patologías que modifican gravemente la caminata normal, estas alteraciones en la marcha contribuyen a un deterioro funcional que disminuye la calidad de vida y se genera un desgaste progresivo en los componentes del aparato locomotor (Duque, et al., 2012).

Ya que son múltiples los factores y casusas que se pueden ver involucrados en la alteración de la marcha, a continuación, se muestran en una clasificación en factores extrínsecos e intrínsecos y otros que dependen de su origen ver Tabla 2.

Tabla 2. *Factores extrínsecos e intrínsecos.*

Factores		Tipo
Factores Extrínsecos	Naturaleza del suelo	Calzado: Tacón, capacidad de amortiguación, peso del calzado, material, control de movimiento, tamaño
	Vestido	Profesión
	Transporte de carga	Consumo de sustancias toxicas
Factores Intrínsecos	Genero	Raza
	Fatiga	Edad: Marcha del niño, marcha del adolescente, marcha del adulto joven, marcha del anciano
	Peso	Talla
	Personalidad	Estado de animo

TRASTORNOS NEUROLÓGICOS. Por accidente cerebrovascular, traumatismo encéfalo-craneano, esclerosis múltiple, parálisis cerebral infantil, demencia, Parkinson, hematoma subdural crónico, hidrocefalia normotensiva, atrofia cerebelosa, radiculopatías y miopatías (Cerda, L., 2010).

TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS. Debido a una patología articular degenerativa o inflamatoria, sarcopenia, secuelas de traumatismos de extremidades, alteraciones de los pies y dolor por lesiones de partes blandas de extremidades inferiores (tendinitis, bursitis, esguinces, síndrome miofascial, etc.) Ya que para el presente proyecto estos trastornos son los de interés, a continuación, se presentan las posibles enfermedades que con mayor frecuencia padecen las personas a raíz de un trastorno de este tipo.

Tabla 3. *Enfermedades causas por trastornos musculoesqueléticos.*

Zona	Enfermedad	
General	Marcha antiálgica	Marcha en puntillas
Cadera	Artrosis de cadera	Displacía de cadera
	Bursitis Trocantérica	Acortamiento de miembro inferior
	Retracciones musculares	Esguinces
Rodilla	Daño meniscal	Bursitis
	Tendinitis patelar	Genu valgo
	Genu varo	Genu recurvatum
	Esguinces	
Tobillo	Pie plano	Esguinces
	Inversión	Eversión

TRASTORNOS CARDIORRESPIRATORIOS. Por insuficiencia cardiaca, arterial o venosa de extremidades inferiores y Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC).

TRASTORNOS METABÓLICOS. Debido a Diabetes Mellitus, hipotiroidismo, insuficiencia renal crónica, daño hepático crónico.

TRASTORNOS PSICOLÓGICOS. Entre ellas depresión, trastornos de personalidad, etc.

TRASTORNOS FARMACOLÓGICOS. Por ingesta de benzodiazepinas, neurolépticos, anticonvulsivantes, antidepresivos. (Center, s.f.)

ANÁLISIS DE LA MARCHA

El análisis de la marcha es el estudio sistemático de la marcha humana, comúnmente los expertos en salud son los observadores experimentados que realizan los estudios, como el fisioterapeuta, con los avances tecnológicos que a medida del tiempo han ido surgiendo, a su vez se apoya el examen por medio de la instrumentación, aumentando así las capacidades de análisis lo cual permite medir el cuerpo, los movimientos, la mecánica corporal y la actividad de los músculos, en personas que presentan condiciones que afectan la capacidad de realizar su marcha, el análisis de la marcha se puede usar para hacer diagnósticos y planificar el tratamiento más adecuado (Whittle, 2007, p. 5). Cabe considerar, por otra parte que el estudio de la marcha permite a los expertos en salud tener información precisa del estado físico y funcional de los pacientes haciendo posible tomar decisiones con bases sólidas y confiables en cuanto al diagnóstico y el tratamiento, logrando así resultados óptimos, incluso es de gran ayuda para la corrección de los patrones de movimiento que desarrollan los deportistas y atletas de alto desempeño brindando así un mejor desempeño en sus actividades físicas (Mendoza, et al., 2013).

Existen dentro del análisis de la marcha diversos campos de estudio, que son importantes tenerlos en cuenta para el desarrollo de este proyecto, a continuación, se presentan cada uno de ellos divididos en diferentes secciones.

BIOMECÁNICA DEL CUERPO HUMANO

La biomecánica es una ciencia que estudia los sistemas biológicos, como el cuerpo humano, mediante métodos de ingeniería mecánica, ya que la marcha es un proceso mecánico realizado por un sistema bilógico es correcto que sea estudiada de esta manera, se estudian aspectos importantes como lo son el tiempo, la masa, la fuerza, el centro de gravedad, los momentos de fuerza y el movimiento, tanto lineales como angulares, en esta ciencia se ven involucradas diversas áreas de estudio además de que entre estos se encuentran los estudios cinéticos y cinemáticos los cuales son de gran interés para el desarrollo del proyecto, ya que brindan la información necesaria del paciente para realizar el debido diagnóstico.

- Cinemática: es el estudio de los movimientos de un objeto sin tener en cuenta las fuerzas que se ejercen sobre este. En la cinemática se miden las siguientes variables: Ángulos articulares, posición, velocidad y aceleración, en el protocolo DAVIS, la movilidad articular del tronco, la pelvis y las extremidades inferiores durante todo el ciclo de la marcha son analizadas en los tres planos(Sagital, coronal y trasverso), Por ejemplo, un instrumento cinemático es la cámara, se puede usar para observar el movimiento de las extremidades al momento de caminar, pero no se obtiene información sobre las fuerzas involucradas
- Cinética: Es el estudio del movimiento en donde se tiene en cuenta las fuerzas que actúan sobre el objeto de estudio, pero sin ningún conocimiento detallado de la posición u orientación de los objetos involucrados, para entender algunos de los resultados del análisis cinético que se presentan en el informe de laboratorio de marcha se deben tener en cuenta algunas formulas físicas elementales, como se muestra en la Tabla 4. Por ejemplo, para medir la fuerza de bajo del pie al caminar se usa el instrumento de plataforma de fuerza, en esta medición no se obtiene información sobre la posición de la extremidad o el ángulo de las articulaciones
- Dinámica: estudia el movimiento o la falta de este relacionado con las causas que lo provocan.
- Estática: estudia las fuerzas que determinan que los cuerpos se mantengan en equilibrio.

Para una descripción cuantitativa de la marcha es necesario obtener datos cinéticos y cinemáticos (Whittle, 2007, Capítulo 1; Mendoza, et al., 2013, Capítulo 14, p. 190)

Tabla 4. *Fórmulas de física elemental aplicadas en el laboratorio de marcha.*

Fuerza	=	Masa / aceleración
Trabajo	=	Fuerza * distancia
Potencia	=	Trabajo / intervalo de tiempo
Momento	=	Brazo de palanca * fuerza

ANATOMÍA

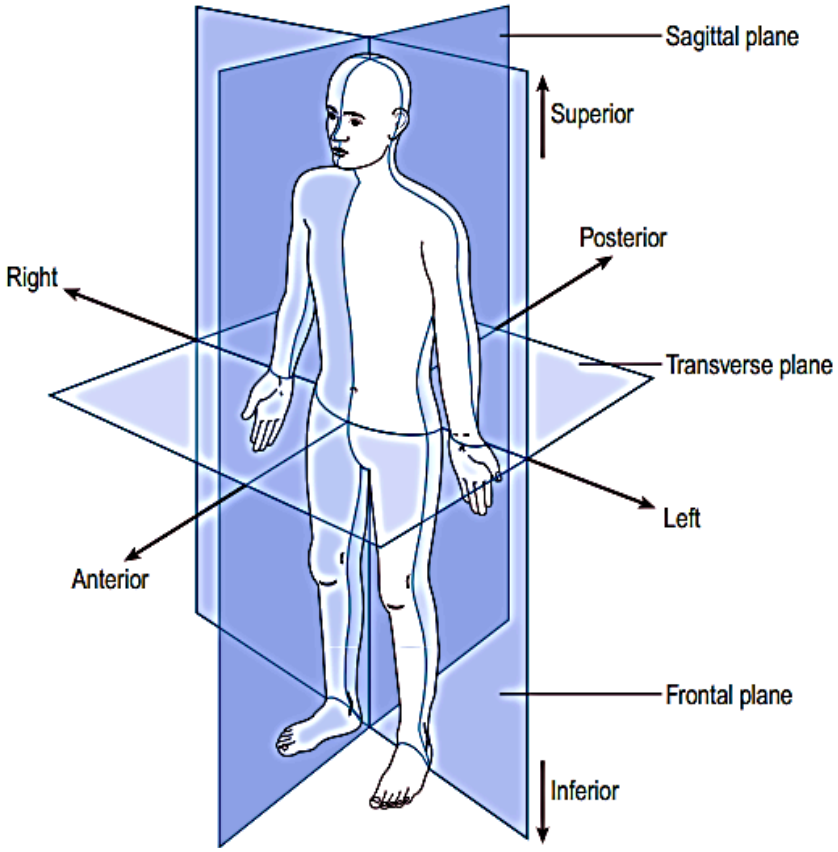
Existen términos anatómicos que describen las relaciones entre las diferentes partes del cuerpo y se basan en una posición anatómica, que es cuando una persona está de pie, con los pies juntos, los brazos a los lados del cuerpo y con las palmas de las manos hacia delante, esta posición, junto con los planos de referencia y los términos anatómicos ver Figura 2, permiten analizar el cuerpo humano, además, sirven para tener idea sobre que sistemas instrumentados y escenarios son los adecuados para realizar tal análisis. Los movimientos de las extremidades comúnmente se describen usando los planos de referencia:

- Sagital, divide el cuerpo en dos partes, derecha e izquierda
- Frontal, divide el cuerpo en dos partes, delantera y trasera
- Transversal, divide el cuerpo en dos partes, superior e inferior

Estos planos se definen con respecto a partes del cuerpo, como, por ejemplo:

- El ombligo es anterior
- Los glúteos son posteriores
- La cabeza es superior
- Los pies son inferiores
-

Figura 2. *The anatomical position, with three reference planes and six fundamental directions.*



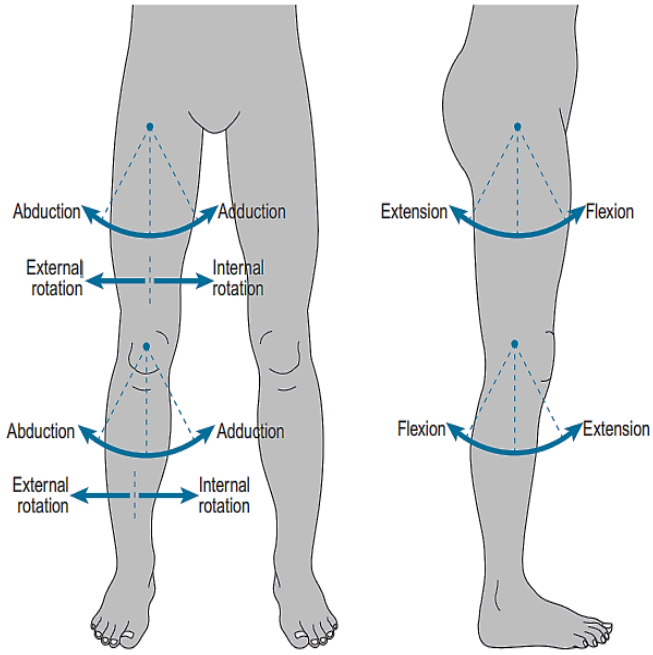
Nota. Adaptado de *Gait Analysis an Introduction* (p. 2), por Whittle, 2007

La mayoría de las articulaciones solo pueden moverse en uno, dos o tres planos, los nombres para estos movimientos se muestran a continuación en la Figura 3 la cadera y rodilla, en la Figura 4 se muestran para el tobillo y el pie. Los posibles movimientos son:

- La flexión y extensión: se realizan en el plano sagital, en el tobillo estos movimientos se denominan dorsiflexión y flexión plantar, respectivamente.
- La abducción y la aducción: se realizan en el plano frontal
- La rotación interna y externa: se realizan en el plano transversal, también se denominan rotación medial y lateral respectivamente, estos términos se refieren al movimiento de la superficie anterior
- Varus y valgos: describen una angulación de una articulación hacia o desde la línea media, respectivamente, las rodillas golpeadas están en valgo y las piernas arqueadas están en varus
- Pronación y supinación: son rotaciones sobre el eje largo del antebrazo o el pie.

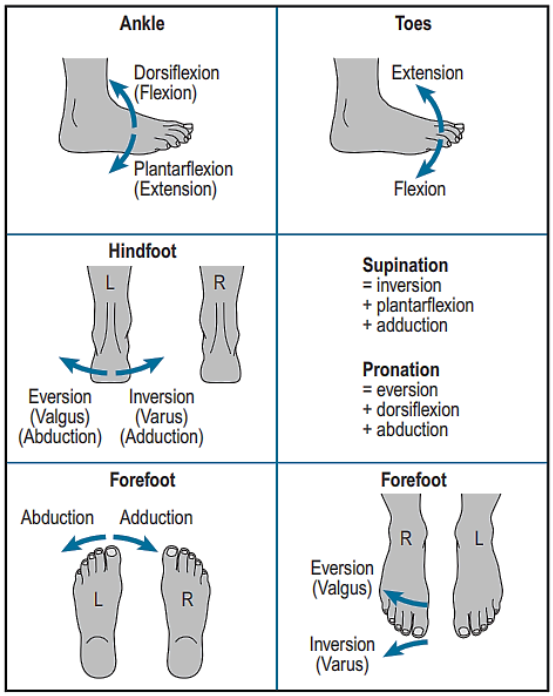
- La inversión de los pies une las plantas, la eversión hace que las plantas de los pies se alejen de la línea media

Figura 3. *Movimientos sobre la articulación de la cadera (arriba) y la articulación de la rodilla(abajo).*



Nota. Adaptado de *Gait Analysis an Introduction* (p. 4), por Whittle, 2007

Figura 4. *Movimientos del tobillo, dedos del pie, retropié y antepié.*



Nota. Adaptado de *Gait Analysis an Introduction* (p. 4), por Whittle, 2007

ARTICULACIONES

Una articulación se produce cuando un hueso está en contacto con otro, desde un punto de vista práctico, se pueden dividir en articulaciones sinoviales, en las que pueden producirse movimientos significativos, y los otros tipos de articulaciones en las que sólo pueden producirse pequeños movimientos, en el análisis de la marcha normalmente solo se ocupan los movimientos bastante grandes, así que solo se tendrá en cuenta las articulaciones sinoviales. En una articulación sinovial, los extremos óseos están cubiertos de cartílago y la articulación está rodeada por una cápsula sinovial, que secreta el líquido sinovial lubricante, la mayoría de las articulaciones están estabilizadas por ligamentos, que son bandas de tejido fibroso relativamente inelásticas que conectan un hueso con otro, la fascia es un tipo especial de ligamento, siendo una lámina continua de tejido fibroso.

La articulación de la cadera es la única articulación esférica y alveolar verdadera del cuerpo, siendo la bola la cabeza del fémur y la cavidad el acetábulo de la pelvis, los extremos de movimiento se evitan mediante una serie de ligamentos que se extienden entre la pelvis y el fémur por una cápsula que rodea la articulación y por un pequeño ligamento, el ligamento redondo, que une el centro de la cabeza del fémur con el centro del acetábulo, la articulación es capaz de flexión, extensión, abducción, aducción, rotación interna y externa ver Figura 3.

La articulación de la rodilla consta de los cóndilos medial y lateral del fémur, arriba, y los cóndilos correspondientes de la tibia, abajo, las superficies articulares en los lados medial y lateral están separadas, formando la articulación de la rodilla, en efecto, dos juntas, una al lado de la otra, los cóndilos femorales están curvados tanto de adelante hacia atrás como de lado a lado, mientras que los cóndilos tibiales son casi planos, el 'hueco' que esto dejaría alrededor del punto de contacto se llena, a cada lado, con un 'menisco', comúnmente llamado 'cartílago', que actúa para distribuir la carga y reducir la presión en el punto de contacto.

El movimiento de la articulación está controlado por cinco ligamentos que, entre ellos, ejercen un control muy estrecho sobre los movimientos de la rodilla:

1. El ligamento colateral medial (MCL), que evita que se abra el lado medial de la articulación (es decir, se opone a la abducción o al valgo)
2. El ligamento colateral lateral (LCL) se opone de manera similar a la aducción o al varo
3. La cápsula articular posterior, que evita la hiperextensión (extensión excesiva) de la articulación
4. El ligamento cruzado anterior (LCA), en el centro de la articulación, entre los cóndilos; se une a la tibia por delante y al fémur por detrás, evita que la tibia se mueva hacia adelante en relación con el fémur y ayuda a evitar la rotación excesiva.
5. El ligamento cruzado posterior (LCP), también en el centro de la articulación, se une a la tibia en la parte posterior y al fémur en la parte anterior y evita que la tibia se mueva hacia atrás en relación con el fémur y también ayuda a limitar la rotación (Whittle, 2007, Capitulo 1, p.8).

ACTIVIDAD MUSCULAR

El registro de actividad muscular es parte fundamental para un análisis completo de la marcha, debido a que es necesario saber que músculos están activos durante las diferentes partes del ciclo de la marcha, estas mediciones inicialmente se hacían palpando los músculos mientas el paciente caminaba en una cinta rodante, luego se hizo mediante el uso de electromiografía (EMG), que en si es una medida de la actividad eléctrica de un musculo que se contrae (Potencial de acción del musculo) (Whittle, 2007, Capítulo 2, p. 50).

METODOS, EQUIPOS Y TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA MARCHA.

Existen diversas técnicas y métodos para la medición de la marcha, que además se encuentran en constante progreso, cade vez hay más avances tecnológicos que permiten la aparición de nuevos dispositivos y métodos, permitiendo así realizar mediciones que antes eran imposibles o más difíciles, la valoración de la marcha constituye una herramienta diagnostica importante en la evaluación de patologías principalmente relacionadas con el sistema musculoesquelético (Oberg T, 1993).

ANTECEDENTES DE LA MEDICIÓN DE LA MARCHA

La historia del análisis de la marcha muestra avances constantes desde los primeros estudios descriptivos, cada vez los métodos de medición, el análisis y el modelado matemáticos son más sofisticados. Desde hace siglos el hombre ha mostrado intereses sobre el estudio del movimiento, cuando se comenzó a practicar la medicina, observar los movimientos de los enfermos era útil para dar un diagnóstico sobre las posibles enfermedades. Los primeros estudios de la marcha se retoman en Grecia y Roma, luego se pasa por la edad media, la edad moderna y la era contemporánea, a continuación, en la Tabla 5 se muestra este recorrido sobre la medición de la marcha con más detalle.

Tabla 5. *Historia del estudio de la marcha.*

Grecia & roma	
Aristóteles (384-322 a. C.)	*"el animal que se mueve hace su cambio de posición presionando lo que está por debajo de él",* concedió gran importancia al centro de gravedad y a las leyes del movimiento y de las palancas, es precursor de las leyes del movimiento newtonianas (López & Fernández, 2006)
Hipócrates (460-377 a. C.)	Muestra un amplio conocimiento de la relación entre el movimiento y el músculo, recomienda el movimiento en el tratamiento de enfermedades, en concreto largas caminatas para evitar la atrofia y combatir la obesidad (López, 2000)
Galeno (129-201)	estableció la diferencia entre nervios motores y sensitivos y músculos agonistas y antagonistas (López & Fernández, 2006), también describió el tono muscular, expuso la anatomía conjuntamente con la fisiología pues deseaba describir el cuerpo humano en pleno funcionamiento (López, 2000).
Edad media	Al caer el imperio romano, se olvidan las enseñanzas de griegos y romanos, únicamente los árabes son trasmisores de esta sabiduría clásica

Edad moderna	Luego de los últimos estudios realizados antes de la caída del imperio romano, no se tienen avances hasta que Leonardo da Vinci se interesó por el movimiento humano, el centro de gravedad, la marcha, etc (Casado, 1979)
Leonardo Da Vinci (1452-1519)	*"La ciencia de la Mecánica es la más útil y generosa de todas las ciencias pues todos los cuerpos vivos que tienen movimiento actúan bajo sus leyes",* representa mediante grabados las fases de la marcha humana, estudia la anatomía humana, la capacidad del hombre para generar movimiento, estudia la relación del centro de gravedad con el mantenimiento del equilibrio, describe la mecánica del cuerpo en bipedestación, durante la marcha y el salto y estudió el mecanismo de contracción muscular y de la mecánica articular
Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679)	estudió el movimiento en todas sus formas con una metodología científica y plasma los resultados de este estudio en su obra: "De Motu animalium", actualmente es considerado el padre de la Biomecánica.
Era contemporánea	Esta época comprende los siglos XIX y XX caracterizados por la Revolución Industrial, las nuevas técnicas y la instrumentación cada vez más sofisticada permitieron grandes avances en el estudio de la marcha
Hermanos Weber (1836)	Primer análisis mecánico del paso humano, describen las fases de la marcha humana, movimientos del centro de gravedad y alteraciones de la marcha
Eadweard Muybridge (1830-1905)	Ideo la forma de hacer rápidamente numerosas fotografías con varias cámaras, sujeto todas las cuerdas y tiraba de ellas en secuencia a intervalos de tiempo, obteniendo como resultado una sucesión de fotografías, este sistema se llamó fotografía secuencial y permitió observar detalles del movimiento que antes no habían podido ser apreciados
Etienne Jules Marey (1830-1904)	aplicó técnicas de fotografía cronocíclica, ciclofotografía o cronofotografía para analizar la marcha humana y la marcha animal, Utilizó un carrito de locomoción para seguir la trayectoria de un sujeto en movimiento y en el que, a continuación, se podía llevar a cabo el procesado fotográfico necesario. El "travelling" o "ferrocarril fotográfico" era una cámara oscura sobre raíles que se deslizaba paralelamente al sujeto, que destaca sobre una pantalla negra, con esta técnica obtuvo diagramas que reflejaban las trayectorias de la cabeza, el hombro, la cadera, la rodilla y el tobillo en el plano sagital (1885), En 1873 empleó un sistema para el estudio de la marcha, registrando las reacciones de apoyo y la duración del contacto del pie en el suelo mediante métodos neumáticos.
Beely (1887)	midió las presiones bajo el pie haciendo caminar al sujeto sobre una fina capa de escayola y observando la profundidad de la huella plantar. En 1892 diseñó una plataforma dinamométrica.
Braune y Fischer (1895)	calcularon las velocidades y aceleraciones de algunos segmentos corporales durante la marcha. Realizaron un estudio tomando como

	muestra soldados de la infantería alemana, para analizar la forma más adecuada de transportar cargas de distintas magnitudes.
Charles Ducroquet (1900)	se interesa por el estudio del movimiento en la marcha normal y en las marchas patológicas. En el Hospital de San Juan de Dios de París mandó construir un pasillo de espejos que le permitía un estudio tridimensional y la observación de todos los segmentos corporales en movimiento.
Forstall (1925)	desarrolló un sistema para medir las presiones estáticas a través del tintado de la planta del pie.
Elftman (1934)	n realizó un análisis dinámico del paso mediante técnicas ópticas y electromecánicas. Empleó una superficie de goma con la cara superior lisa y la inferior con proyecciones piramidales en contacto con una plataforma de cristal para calcular la carga soportada por el pie en las distintas fases del ciclo de la marcha.
En la Universidad de California (1944)	A finales de la II Guerra Mundial surgieron los primeros laboratorios de Biomecánica y análisis del movimiento humano, principalmente en Estados Unidos lo que supuso un impulso en el conocimiento de la locomoción humana.1 Se llevan a cabo numerosos estudios en veteranos de guerra, principalmente en amputados. Destacan Eberhast e Inman por sus investigaciones en electromiografía. En 1945 crearon un laboratorio de análisis de marcha humana. Describieron los parámetros cinemáticos de la marcha.8 Aportaron datos sobre rotación e inclinación de la pelvis y el tronco mediante la utilización de un equipo de cinematografía con el que grababan a los sujetos caminando de frente y de perfil.
Holden y Muncey (1953)	Introdujeron transductores capacitivos de presión en zapatos fabricados especialmente para ese fin y mediante un osciloscopio registraron la carga y el tiempo.
Chodera (1960)	Desarrolla el pedobarógrafo para la investigación de las presiones plantares.
M. Dhanendran (1978)	Describió un equipo constituido por 128 captores de fuerza de naturaleza extensiométrica. En este mismo año Nicol y Henning describieron una técnica directa para medir la presión en puntos separados de la planta del pie utilizando una matriz de diodos que emiten luz y cuyo brillo depende de la presión aplicada.
Cavanagh y Henning (1982)	Desarrollaron una nueva técnica que consistía en una plantilla con 499 sensores de 5mm2 , basados en principios piezoeléctricos.
Italia (1990)	Se desarrollo el PODYNAMIC® System que es una plataforma con presocaptores protegidos por una capa de caucho.
1993	se desarrolló una plataforma compuesta por sensores piezorresistivos que permitió medir las presiones plantares con una alta resolución y se desarrolla el PODOTRACK®, sistema sencillo para detectar anomalías de los apoyos plantares.

Es importante mencionar que en un contexto colombiano los avances sobre análisis de la marcha son muy escasos, lo cual infiere en que se tomen alternativas como adaptarse a diferentes sistemas de captura existentes para lograr darle solución a nuestras necesidades.

MÉTODOS PARA ANALIZAR LA MARCHA

El análisis de la marcha requiere la medición de parámetros como se ha visto anteriormente, además de la interpretación donde se extraen conclusiones sobre el paciente.

Whittle (2007) sugiere que es útil considerar que los métodos para el análisis de la marcha pueden ir desde herramientas caseras, hasta el uso de métodos complicados y costosos, inclusive dice que, como regla general, cuanto más elaborado sea el sistema mayor será el costo, pero mejor será la calidad de los datos objetivos que se pueden obtener, sin embargo, esto no implica que no valga la pena usar algunas de las técnicas más simples, en relación a esto es habitual observar en los laboratorios clínicos que el uso de análisis de la marcha de alta tecnología es inapropiado, debido a su alto costo en términos de dinero, espacio y tiempo ya que la solución a los problemas clínicos pueden ser tratados adecuadamente con técnicas más sencillas (p. 137).

A continuación, se presentan en la Tabla 6 las diferentes tecnologías que pueden ser utilizadas en el análisis de marcha.

Tabla 6. *Tecnologías usadas para el análisis de la marcha.*

Área	Tecnología	Descripción
Espaciotemporal	Interruptor de pie	Simple switch eléctrico para indicar los tiempos de contacto con el suelo.
	Tinta y Papel	En una pasarela de papel el paciente pasa caminando, llevando en sus pies una capa de tinta para luego hacer mediciones sobre las huellas que este deja marcadas
	Pasarela instrumentada	Franja de metal o goma conductiva que al ser pisada con zapatos especiales cierra un circuito, indicando los tiempos de contacto con el suelo. Se puede construir también como una matriz de puntos de contacto, permitiendo medir distancias.
	Observación del individuo mientras camina	El método más simple es la observación a simple vista por medio del ojo humano, sin ayuda, de esta manera se pueden deducir algunas alteraciones básicas de la marcha, pero pasando por alto las alteraciones menos evidentes, además se tienen algunas limitaciones tales como: no quedan registros de lo observado (implicando no llevar un control en el tiempo con los datos, imposible enseñarle la trayectoria o lo observado a otra persona), el ojo humano no puede observar eventos de alta velocidad, la confianza en los datos dependen completamente de la habilidad del evaluador. Whittle (2007), nos dice que este tipo de examen debe ser seguido por una evaluación de la marcha, es decir se debe complementar con la información del paciente, obtenida de la historia y un examen físico, combinando esto con la inteligencia y experiencia del observador (p. 140).
	Caja de cristal o de muros trasparentes	En donde se sigue la progresión del sujeto con cámaras de cine o video que avanzan paralelamente al sujeto, mediante un sistema llamado “travelling”, en este sentido el plano frontal se ve desde la espalda permitiendo mostrar las oscilaciones y traslaciones laterales, el plano sagital se ve desde el lateral, el plano horizontal se ve desde arriba

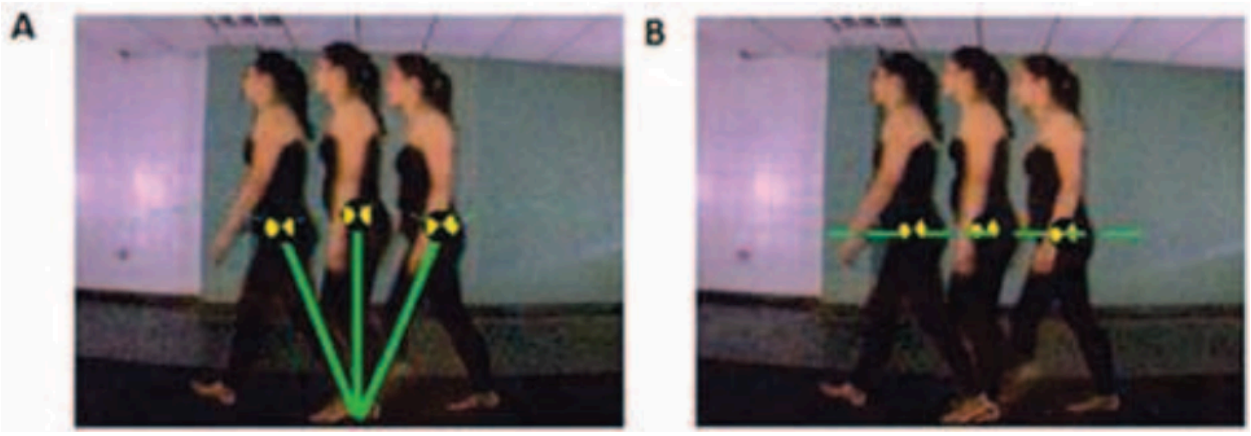
		permitiendo mostrar el giro de la cintura ,y desde abajo observando las huellas de cada pisada se puede medir la longitud, ancho y ángulo del paso.
Cinemática	Fotografía	Existen numerosas técnicas fotográficas, pero todas en general tienen como objetivo seguir la trayectoria en un espacio bidimensional o tridimensional, de puntos en el cuerpo debidamente escogidos, normalmente cercanos a las articulaciones, se usan técnicas de múltiple exposición con una velocidad de 26 disparos/segundo o exposición prolongada que permite recoger la trayectoria del movimiento en una sola imagen.
	Cinematografía	Se graba con cámaras de cine el movimiento en distintos soportes de imagen empleando marcadores corporales, antes que aparecieran las técnicas automáticas de análisis cinemático, los estudios se realizaban utilizando cintas de película, este sistema era seguido de un largo y complejo proceso de digitalización imagen por imagen, este método consiste en analizar los fotogramas ya que en ellos se pueden apreciar los detalles del movimiento en cada 1/50 parte de segundo; cámaras especiales pueden alcanzar velocidades de hasta 400 fotogramas por segundo.
	Video	Tiene el mismo concepto que la técnica anterior solo que se tiene la ventaja de ser un sistema más económico, aunque no se alcanzan las mismas velocidades ni la misma calidad que con una cámara cinematográfica, principalmente es un método de análisis cualitativo pero conectado a un ordenador también puede ofrecer datos cuantitativos: cadencia, longitud de zancada y velocidad, se pueden obtener ángulos articulares, midiendo directamente en la pantalla o empleando algún digitalizador sobre la misma.
	Técnica de exposición simple	Es un sistema sencillo y más económico que los anteriores, este sistema se conforma por una cámara en un cuarto oscuro y una luz continua estroboscópica que ilumina al sujeto por periodos regulares de 20 veces/segundo, se colocan marcadores en el cuerpo para que cada imagen recoja la posición del cuerpo en ese momento.
	Visión Artificial	Técnicas diversas basadas en capturar en video distintos rangos de radiación electromagnética (luz visible, luz infrarroja, láseres, etc.) por medio de una o más cámaras. Esta información es luego procesada para calcular variables cinemáticas en 2 o 3 dimensiones.
	Acelerómetros	Miden la aceleración de las distintas partes del cuerpo, sirven para valorar la dinámica del centro de gravedad del organismo o de un segmento determinado, tiene ventajas como: medida de bajas frecuencias, son de peso muy liviano, tiene gran precisión, son instrumentos a bajo costo, captan los datos en tiempo real, presentan desventajas como, deben tener una sujeción sólida, el paciente debe ir cableado o con sistema de telemetría, son dispositivos frágiles.
	Electrogoniómetros	Elementos mecánicos en los cuales la resistencia eléctrica varía con respecto a su posición angular o su flexión. Al alinearse con un eje articular permiten medir ángulos articulares.

	Equipo de ultrasonido	Consiste en un digitalizador en tres dimensiones con cuatro micrófonos, para su uso se colocan pequeños emisores de ultrasonido sobre el paciente, el sistema funciona cuando emite secuencialmente a los emisores y midiendo el tiempo que tarde el sonido en llegar a los micrófonos para calcular la posición de cada uno de los emisores en coordenadas referidas al marco en el que se sitúan los micrófonos.
	Sensores Inerciales	Nombre dado a acelerómetros y giroscopios, sensores usados para medir aceleraciones lineales y velocidades angulares respectivamente. Sus señales pueden combinarse conformando una unidad de medición inercial (IMU), la cual puede reportar orientaciones en un sistema de coordenadas globales mediante la adición de un magnetómetro.
Cinética	Plataformas De Fuerza	Estos sistemas permiten medir las fuerzas externas que el pie ejerce sobre el suelo durante la marcha, carrera y salto, estos sistemas por lo general están compuestos por un arreglo de transductores, galgas extensiométricas o cristales piezoeléctricos, que miden la fuerza de reacción del piso y los momentos de fuerza al caminar en tres dimensiones, además de amplificar y registrar los datos.
	Platillas instrumentadas	Son usadas para registrar la presión ejercida sobre la superficie de un sensor, dan facilidad de usarse en el calzado lo cual permite que el sujeto camine libremente y se logre hacer un seguimiento de su marcha, determinan la presión (fuerza por área) en los pies.
	Sensores fijos en el pie	se distribuyen en puntos estratégicos del pie, directamente o a través de un calzado especial para este sistema, miden el momento y tiempo de contacto, así como la intensidad de presión que soportan.
	Baropodometría	Tapete dispuesto encima de una superficie de vidrio, el cual se oscurece al ser presionado. Mediante un sistema de visión se procesa la relación entre presión y contraste.
Antropométrica	Antropometría estática	Se miden las dimensiones de los miembros cuando el cuerpo adopta determinada postura.
	Antropometría dinámica o funcional	Se muestran los rangos de movilidad y las características dinámicas de las diferentes estructuras corporales, existen numerosas tablas que permiten determinar cualquiera de las características antropométricas de interés, de acuerdo a datos concretos del individuo, como edad, sexo, talla, peso, raza, etc.
	Técnicas Indirectas	Se emplean tablas antropométricas para establecer una distinción por sexos, puesto que el sexo es uno de los caracteres más discriminatorios, además se deben especificar el rango de edad de las muestras tomadas pues hay una gran diferencia en función de la etapa de la vida de las personas. En las tablas también aparece la raza y nacionalidad del grupo de población, también es preciso conocer el año en que se elaboró la tabla pues si se emplea una muy antigua puede no ser ya representativa de la población.
	Técnicas directas	Las técnicas directas requieren una instrumentación apropiada y posturas y gestos estandarizados que permitan posteriormente comparar las medidas obtenidas, para conseguir posturas normalizadas

		se recurre al diseño de un equipo especial como una mesa de antropometría.
	Antropómetro electrónico	permite la medición conjunta de distancias, ángulos y dismetrías con sólo señalar los puntos anatómicos deseados y leer la salida sobre la pantalla incorporada. Es posible el almacenamiento de los datos, la conversión de medidas a diferentes unidades métricas.
Activación Muscular	Electromiografía	Medición de las señales eléctricas presentes en las actividades musculares por medio de electrodos superficiales o invasivos. Útil para relacionar actividad muscular con secciones del ciclo de marcha. Existe también relación entre fuerza muscular y su actividad, pero su análisis no es trivial.
Técnicas de análisis fisiológico	Espirometría	El trabajo humano realizado durante la marcha es el producto del peso por la distancia, el coste energético de la marcha se estudia a través del consumo de oxígeno, se utiliza un dispositivo como el espirómetro.
	Ergoespirómetría	Medición del aire que entra y sale de los pulmones por medio de máscaras o boquillas. Calcular el cociente respiratorio (oxígeno consumido vs dióxido de carbono producido) es útil para establecer la eficiencia de la marcha.
	Pulsometría	Medición de la frecuencia cardíaca, la cual se relaciona estrechamente con el consumo de oxígeno y es más fácil de medir que este último. Emplea electrodos o técnicas de análisis espectral de luz infrarroja.

MODELOS ESTRUCTURALES. Un primer acercamiento al movimiento del sistema locomotor humano se basa en el estudio único de las relaciones estructurales: masa corporal, longitudes y ángulos; dos distintas corrientes hacen uso de estas relaciones, la primera asume que el CoG (la trayectoria del CoG describe la dinámica global de un sistema) describe una trayectoria lineal, mientras que la segunda, que está construida sobre la base de modelos con péndulo invertido, defiende la idea de un CoG con una trayectoria clínica ver Figura 5.

Figura 5. *Estudio de las relaciones estructurales.*



Nota. En la figura se muestra una comparación entre las dos teorías que describen las marcha con relaciones estructurales simples. A. Modelo péndulo invertido. B. Modelo de

los seis determinantes de la marcha. Adaptado de *Análisis teórico y computacional de la marcha normal y patológiva: Una revisión* (p. 185), por Cifuentes, et al., 2010.

Esta primera aproximación para describir patrones de marcha normal y patológicos fue propuesta por Saunders, J. B., et al. (1953), mediante las relaciones establecidas por "los seis determinantes de la marcha", con las cuales se infería que cualquier variación considerable en la trayectoria del CoG indicaba un mayor gasto en la energía que se relacionaba de forma directa con la presencia de una patología.

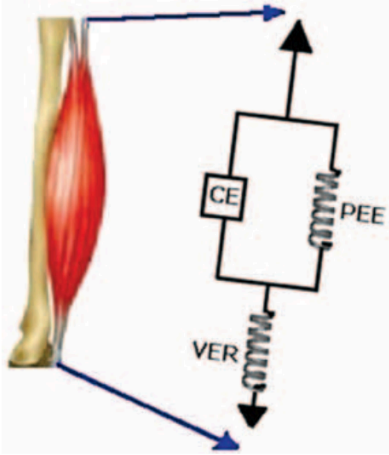
MODELOS MÚSCULOESQUELÉTICOS. En el análisis de la marcha humana es fundamental realizar una descripción correcta de la intervención muscular en la generación del movimiento, con el fin de identificar trastornos musculoesqueléticos (Delp, S. L., et al, 1995) sin embargo, para esto existen los modelos basados únicamente en simples relaciones estructurales pero que son insuficientes, en la literatura, se han enseñado diversos modelos que introducen factores que representan los elementos generadores de fuerza, necesarios para acelerar y desacelerar el cuerpo (músculos y tendones), de esta manera ha sido posible simular marchas patológicas como la protésica o la hemiplejia usando herramientas computacionales, además, estas simulaciones han permitido por su parte optimizar los mecanismos de rehabilitación usados en estos casos.(Ackerman, M., 2007)

MODELOS BASADOS EN REGISTROS ELECTROMIOGRÁFICOS.

Como se ha visto anteriormente una de las técnicas más utilizadas para registrar y evaluar la intervención muscular durante la marcha es la electromiografía dinámica, la cual permite captar la actividad bioeléctrica muscular en diferentes fases de la marcha o movimiento, esta técnica ha permitido obtener un conjunto de patrones que facilitan identificar la secuencia de la activación y desactivación muscular, estimar la fuerza y los momentos articulares durante el ciclo de la marcha (Cifuentes, C., et al., 2010).

MODELOS BASADOS EN SISTEMAS MECÁNICOS. El patrón de contracción global de los grupos musculares en el ciclo de la marcha puede ser modelado por subsistemas, empleando modelos mecánicos muy simples diseñados con resortes, amortiguadores y resistencias, bajo la restricción de que cada uno de estos subsistemas emula una parte muy pequeña del musculo y que la contracción global es alguna combinación lineal de estos subsistemas. Uno de los modelos propuesto por Archivald (1983), describe un grupo muscular usando tres elementos básicos: 1. elemento contráctil (CE), representa las fibras musculares, 2. Elemento elástico paralelo (PEE), representa los tejidos conectivos, y 3. Un elemento elástico en serie, que representa todos los elementos elásticos como los tendones ver Figura 6 (Cifuentes, C., et al., 2010).

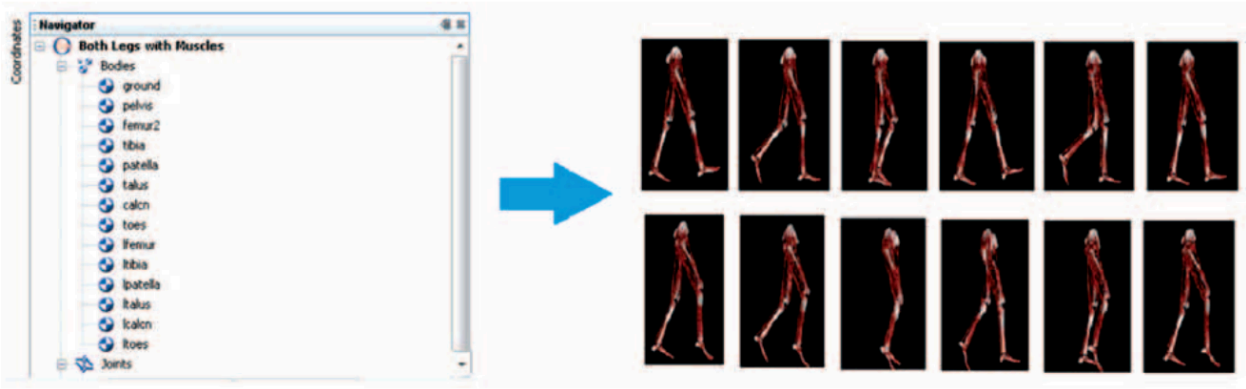
Figura 6. *Modelo músculo-tendinoso propuesto por Hill en 1938.*



Nota. Este modelo emula las características viscoelásticas propias de los elementos músculo-tendinosos del cuerpo humano. Adaptado de *Análisis teórico y computacional de la marcha normal y patológiva: Una revisión* (p. 189), por Cifuentes, et al., 2010.

MODELOS MÚSCULOESQUELÉTICOS COMPUTACIONALES. En la literatura se encuentran diferentes modelos computacionales que buscan explicar la interacción de cada uno de los componentes del sistema locomotor usando la información proveniente de registros electromiográficos o basando en relaciones biomecánicas específicas, estos modelos permiten simular la dinámica de la marcha considerando algunos comportamientos no lineales del sistema locomotor y describiendo diferentes relaciones entre cada uno de sus componentes, uno de los desarrollos para ilustrar la interacción musculoesquelética con la dinámica ajustada por parámetros de fuerza y movimientos, utilizando actuadores simples, fue descrito por Shin & Koike (2009), en este modelo se tienen en cuenta aspectos físicos como la tensión muscular y ciertos parámetros que presenta el musculo (longitudes, fuerza), obtenidos experimentalmente utilizando la electromiografía dinámica y el torque medido. Por otra parte, Delp (1995) introdujo un modelo musculoesquelético, que ha tenido un enorme impacto en el campo de la biomecánica computacional, este modelo describe diferentes relaciones dinámicas utilizando modelos músculo-tendinosos de Hill (1938) y la teoría del péndulo invertido. Estos modelos se parametrizan con especificaciones morfológicas obtenidas de forma experimental, permitiendo simular comportamientos normales y patológicos de la marcha mediante la variación de ciertos parámetros estructurales ver Figura 7 (Cifuentes, C., et al., 2010).

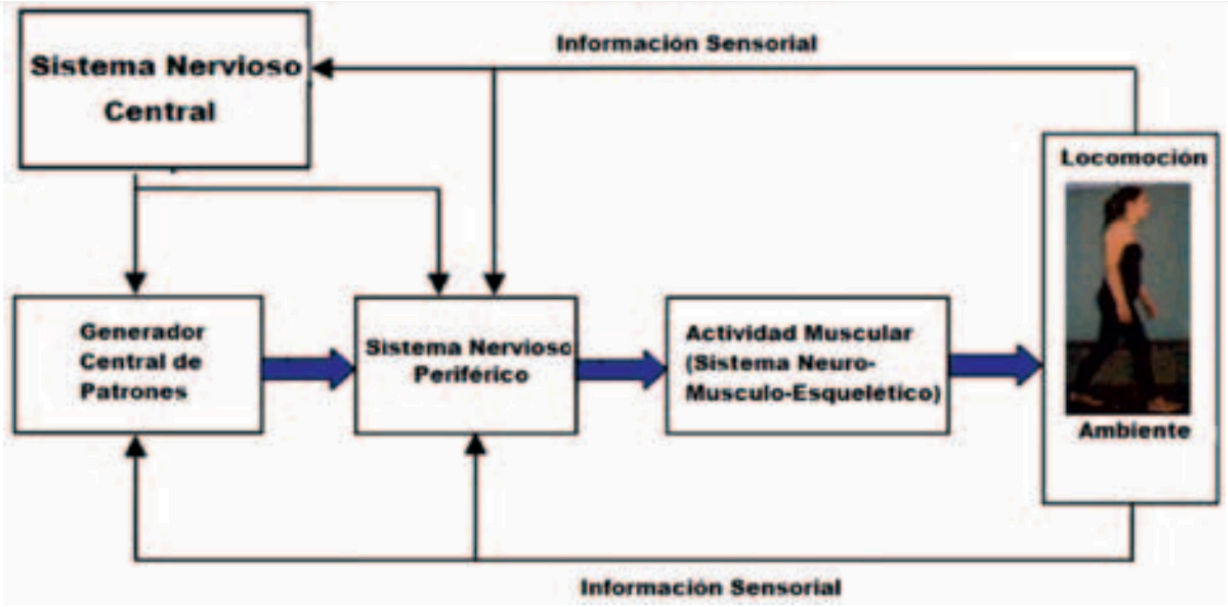
Figura 7. *Simulación del modelo computacional propuesto por Delp en OpenSim 2.1 Delp y col.*



Nota. La figura muestra una marcha normal (arriba) y patológica (abajo). Este modelo se basa en la teoría del péndulo invertido y en el modelo músculo-tendinoso de Hill. Con el primero se representan relaciones estructurales y de eficiencia en términos de energía, mientras que el segundo sirve para representar cada grupo muscular. Adaptado de *Análisis teórico y computacional de la marcha normal y patológiva: Una revisión* (p. 189), por Cifuentes, et al., 2010.

MODELOS NEUROMUSCULARES. Existen estudios de la locomoción humana que han demostrado que la estabilidad y la flexibilidad de la marcha se produce por la interacción entre la actividad rítmica del sistema nervioso (Comandos neuromotores) y el movimiento del sistema musculoesquelético, debido a esto es importante el desarrollo de modelos en donde se consideren las características estructurales (esqueleto, músculos) y la entidad encargada de controlar el sistema neuromuscular, con el fin de aplicar este conocimiento en el análisis de marcha para identificar trastornos en la marcha de origen neuromuscular, una de las hipótesis más relevantes en el desarrollo de modelos neuromusculares sugiere la existencia de un Generador Central de Patrones (GCP), encargado de la generación y control del movimiento músculo-articular, descubierto en 1985, el descubrimiento del GCP motivó el desarrollo de sistemas de control adaptados a los sistemas y modelos músculo-esqueléticos existentes, buscando una descripción más detallada del sistema locomotor humano durante la marcha. Buchli (74) realizó importantes aportes en el área de la robótica, inspirado en el GCP, desarrollando un esquema de control por medio de un grupo de osciladores neurológicos que inducen de forma sincronizada la activación en ciertos grupos musculares que controlan una articulación, ver Figura 8. Las señales de salida de la GCP inducen los movimientos del cuerpo mediante la activación de los músculos, de modo que cada oscilador neurológico en el GCP controla los músculos en torno a una sola articulación (Cifuentes, C., et al., 2010).

Figura 8. *Esquema general del modelo neuro-muscular, considerando la existencia del GCP.*



Nota. El sistema es realimentado por información sensorial, la cual es procesada para que el GCP genere el movimiento. Adaptado de *Análisis teórico y computacional de la marcha normal y patológiva: Una revisión* (p. 192), por Cifuentes, et al., 2010.

EQUIPOS

Para realizar el estudio de la marcha y obtener los parámetros cuantitativos de interés se cuenta con una amplia variedad de instrumentos que permiten evaluar la marcha de forma objetiva, los laboratorios más sencillos pueden obtener los parámetros espacio-temporales mediante la utilización de cintas métricas, cronómetros y un análisis visual sistemático, aunque para los análisis cinemáticos y cinéticos, se cuenta con tecnología y técnicas avanzadas como: la dinamometría, acelerometría, ultrasonido, goniometría digital, sistemas de análisis en dos y tres dimensiones, estas técnicas permiten obtener información cuantitativa y más confiable que la obtenida con una simple observación, actualmente, sistemas que combinan técnicas de videogrametría, dinamometría y electromiografía son los más utilizados, tanto en el ámbito clínico como en la biomecánica deportiva, ergonomía, diseño y evaluación de calzado, ayudas técnicas, y evaluación de riesgo en actividades físicas (Villa Adriana, 2008).

Ahora bien los laboratorios más comunes poseen diferentes tipos de cámaras con video y/o infrarrojo, cuentan con una pasarela o cinta de correr instaladas en un sitio determinado y estos van conectados a un ordenador, adicional a esto el paciente debe posicionar marcadores que van adheridos a su cuerpo en varios puntos de referencia (Ejemplo: espinas iliacas de la pelvis, tobillo maléolo y los cóndilos de la rodilla), luego el paciente debe caminar por la pasarela o la cinta de correr donde a su vez el ordenador calcula la trayectoria de cada marcador en tres o dos dimensiones, por último se aplica un modelo para calcular el movimiento de los huesos subyacentes, esto da una ruptura de movimiento completo de cada junta (Guerreo, P., 2018)

SISTEMAS BASADOS EN SENSORES. Los sistemas electrónicos como los sensores, se encuentran sujetos a ciertas limitaciones debido a la gran variación que presentan los

parámetros estimados respecto a los valores reales y esto como consecuencia del desconocimiento de las variables que definen la dinámica del sistema a controlar y del efecto del ruido, esto hace que se requieran usar filtros que ayuden a minimizar los errores en los resultados, es muy común ver en este tipo de sistemas el uso del Filtro de Kalman, , el cual es un algoritmo que ha sido utilizado para realizar estimaciones de manera precisa y eficiente de los parámetros de velocidad y orientación del cuerpo humano, mediante el análisis de la regresión de procesos gaussianos incluso de señales con ruido aleatorio (Alban, et al., 2020, p 254.), autores como Raisch, et al. (2014) exponen una metodología que en tiempo real estima los parámetros de los sistemas dinámicos lineales desconocidos mediante el filtro de Kalman, en este método utilizan una unidad de medición inercial (IMU), también, Jiang y Zin (2017) sugieren adicionar la utilización de cámaras visuales pasivas junto con los sensores para garantizar un mejor seguimiento.

TÉCNICAS DE FOTOGRAMETRÍA. Este tipo de técnicas son las más utilizadas para el análisis de la cinemática de las articulaciones de miembro inferior durante la marcha, cabe recordar que en el análisis cinemático no se tienen en cuenta las fuerzas internas o externas que causan el movimiento, el objetivo principal del uso de equipos de fotogrametría es la obtención de los parámetros de velocidad, aceleración y posición, permitiendo que la marcha sea evaluada de forma cuantitativa y más confiable frente a otros métodos. Cooper, et al. (2009) realiza un experimento por el método de videogrametria con el fin de analizar el movimiento bidimensional en un entorno que cuenta con una cámara de video digital, que se encuentra estática y paralela a la persona objeto de análisis, capturando su marcha sagital, además en diferentes posiciones anatómicas del miembro inferior de dicha persona se ubican los marcadores reflectivos facilitando la identificación de estos puntos, luego se captura y procesa el video en se detectan los marcadores en la imagen, se aplica el modelo cinemático y se visualiza el valor de los ángulos articulares de los miembros inferiores, finalmente encontrar las curvas articulares a lo largo del ciclo de la marcha, al concluir el experimento se evidencia que las curvas articulares prácticas se asemejan a las teóricas (Alban, et al., 2020, p 255.)

VISIÓN HUMANA

El mecanismo que usan los seres humanos para captar las imágenes se denomina retina, siendo este mecanismo similar al de una cámara fotográfica, sensible a la luz, esto hace posible obtener la información visual del entorno, dentro del ojo se encuentran minúsculos grupos estructurados de receptores denominados bastones y conos, dentro de estas estructuras existen secciones sensibles a cada uno de los tres colores básicos RGB, luego de que los receptores hacen su tarea, la información captada es enviada por medio del nervio óptico a la central de procesamientos denominada cerebro, esta información es analizada por millones de neuronas (Sanabria, S. & Archila D., 2011).

VISIÓN ARTIFICIAL

Es una disciplina científica en donde se incluyen métodos de adquisición, procesamiento, análisis y comprensión de imágenes del mundo real con la finalidad de generar información digital o simbólica que pueda ser procesada por una computadora, así como los seres humanos que usamos nuestros ojos y cerebro para comprender el entorno que nos rodea, la visión artificial imita el mismo efecto permitiendo que la computadora pueda percibir y comprender imágenes o secuencias de imágenes para así actuar de manera apropiada en una situación dada, este tipo de comprensión se obtiene a través de diferentes campos como la

geometría, la estadística, la física y otras materias, la recopilación de datos se logra de varias formas, como secuencias de imágenes, vistas desde varias cámaras o datos multidimensionales de escáneres médicos, existen muchas tecnologías que utilizan la visión por computadora, incluido el reconocimiento de objetos, la detección de eventos, la reconstrucción de escenas y la restauración de imágenes (Arévalo & Santiago, 2012, pág. 147)

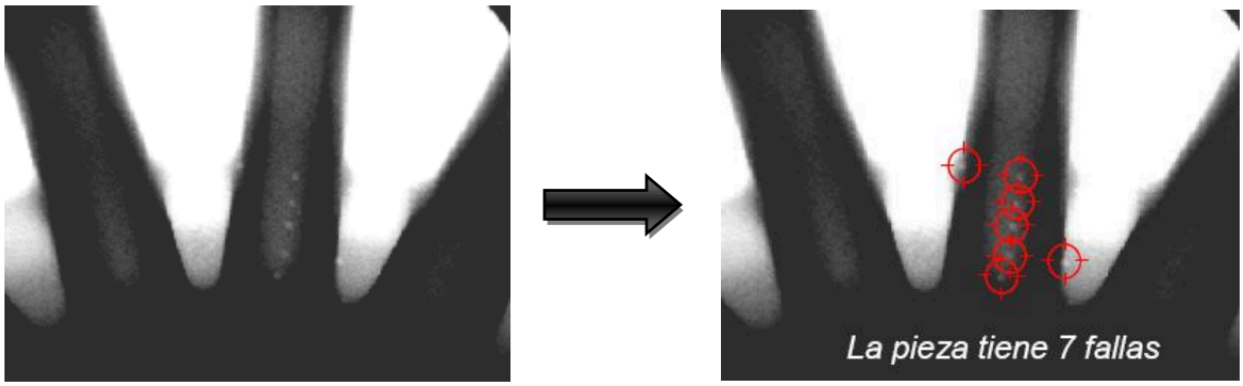
Por otra parte Gómez, et al. (2009) menciona que los ojos brindan la mayor parte de información que el cerebro procesa sobre el entorno donde se encuentre, debido a esto, la observación fue el primer método científico para el desarrollo del conocimiento, no obstante con los avances tecnológicos que han ido surgiendo a través del tiempo, se han descubierto las formas de darle la capacidad que posee el ojo humano a una máquina, en un principio este campo de investigación fue conocido como visión computarizada y en la actualidad esto se conoce como visión artificial, se puede decir también que se desarrollan dentro de este campo algoritmos que procesan información que se extrae del mundo físico en imágenes, esta información puede brindar características de posición y orientación del objeto observado o cualquier propiedad física, adicionalmente a esto Sanabria & Archila (2011) proponen que la visión artificial se realiza de manera semejante al proceso asociado con la visión humana, siendo su información básica de entrada una imagen obtenida mediante una cámara, la imagen es un arreglo o matriz de puntos, correspondientes al valor de una función bidimensional f(x, y) donde **X** & **Y** son coordenadas espaciales y el valor de **f** representa la intensidad o brillo de la imagen, en el caso de imágenes blanco y negro y para imágenes a color, corresponde a la combinación de tres arreglos en el modelo de color aditivo denominado RGB, la parte correspondiente al análisis de la imagen, tiene como algunas de sus tareas: la estimación de diferencias entre pixeles adyacentes a fin de determinar la presencia de características, la clasificación y la determinación de comportamientos específicos, siendo común el desestimar la información de color presente en los mecanismos de adquisición, a fin de reducir la carga computacional que emplea durante las etapas subsiguientes, sin embargo, antes de extraer cualquier información proveniente de una imagen se deben considerar los defectos provenientes de las diversas fuentes entre los cuales es posible encontrar

- Defectos en el sistema de adquisición lo cual originará imágenes defectuosas, como el ruido y perturbaciones provenientes del ambiente donde se trabaja.
- La pérdida de datos durante la captura de esta.
- La corrupción de información en los medios de distribución.
- Las distorsiones de escala en las imágenes, las fallas o variaciones en la iluminación empleada (p 181).

A medida en que los avances tecnológicos han surgido en el tiempo, se logra así mismo procesar la información en tiempo real, a continuación, se muestran los métodos con los que se ha logrado la extracción de la información.

A)

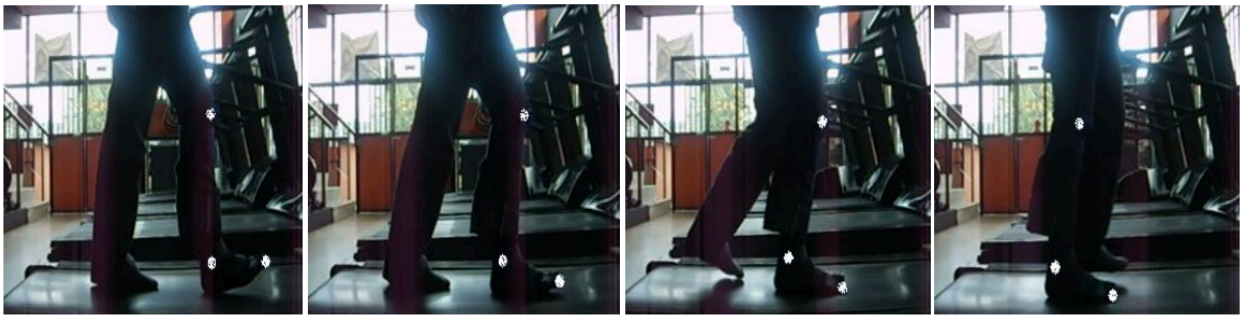
Figura 9. *Imagen radioscópica de una pieza.*



Nota. A través del análisis de la imagen radioscópica de la pieza mostrada se determina que la pieza no pasa el control de calidad por encontrarse defectuosa. Adaptado de www.dccplone.ing.puc.cl

B)

Figura 10. *Secuencia de imágenes de marcha humana.*



Nota. A través del análisis de la secuencia de los puntos en las imágenes, se pueden determinar curvas de comportamiento de la extremidad inferior.

C)

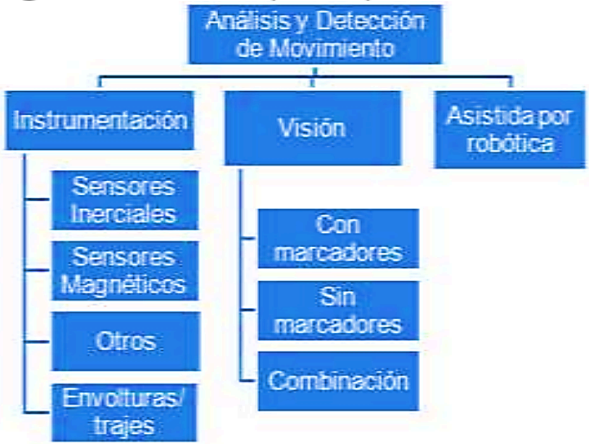
Figura 11. *Aplicación de seguridad.*



Nota. A través del análisis del video se puede realizar la detección de movimiento y localizarlo dentro del entorno, esto resulta útil para aplicaciones de seguridad. Adaptado de www.edgevision.net

La visión artificial ha tenido un gran impacto e importancia lo cual lo ha llevado a ser un área de investigación de gran dinamismo, debido a sus potentes aplicaciones en diferentes campos, que se basan en diferentes técnicas y sus combinaciones como se ha ido mencionando, a continuación, estas distintas formas se muestran organizadas en la Figura 12.

Figura 12. *Técnicas para captura de movimiento.*



Nota. Adaptado de Sanabria S., J. J., & Archila D., J. F. (2011)

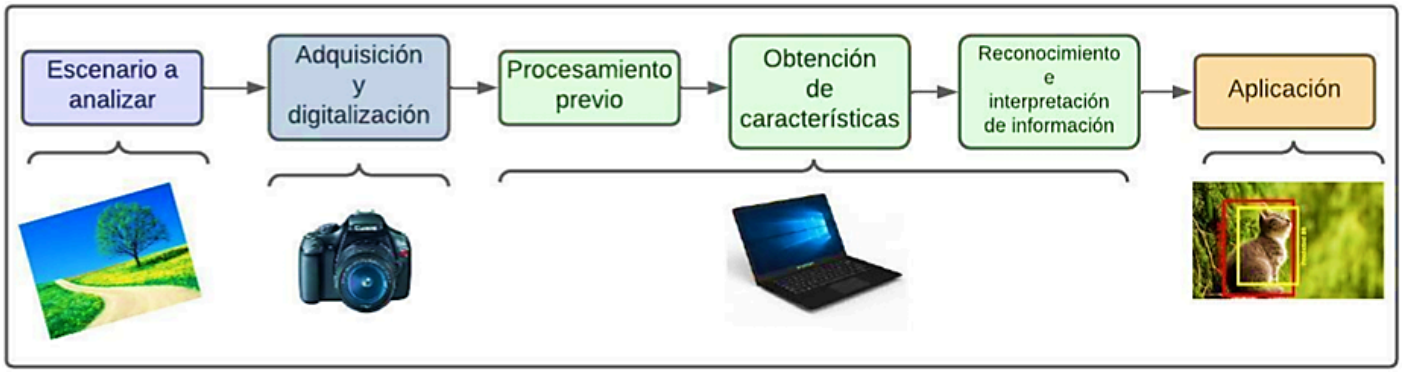
ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL. Cada sistema presenta diferentes variaciones, según la aplicación para la que este diseñada, sin embargo, existe una generalidad de la secuencia o pasos que se deben llevar a cabo, estos se suelen considerar en el proceso de visión artificial, a continuación, se explican con más detalle para un mejor entendimiento ya que con estos métodos se llevara a cabo el desarrollo del proyecto.

- Escenario: es el área donde se encuentra la información que se requiere analizar

- Adquisición y digitalización: es el proceso de captación del escenario a analizar y posteriormente dar un formato digital, para que pueda ser procesado por las etapas siguientes
- Procesamiento previo: incluye las acciones y técnicas asociadas a reducir el ruido de la imagen
- Obtención de características: esta etapa es muy importante, ya que aquí se realiza el proceso de extracción de características que son de interés, las acciones que se realizan aquí son: detección de bordes, esquinas, colores y realce de objetos de importancia
- Reconocimiento e interpretación de información: proceso de interpretación de las imágenes, dando un significado al conjunto de objetos reconocidos para que puedan ser tratados por la etapa de aplicación.
- Aplicación: en esta etapa se da solución a un problema específico mediante la información que se procesó (Orbe, E. 2022).

A continuación, en la Figura 13 se enseña un diagrama que facilita la compresión de dicha secuencia.

Figura 13. *Etapas de un sistema de visión artificial.*



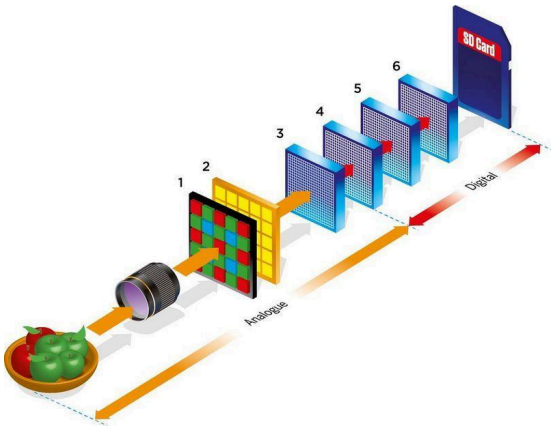
Nota. Adaptado de (Orbe, E. 2022)

ADQUISICIÓN Y FORMACION DE IMÁGENES.

ADQUISICIÓN

En el proceso de formación de imágenes, los rayos de luz que emanan de una escena tridimensional atraviesan un sistema óptico (lentes), concentrándose sobre un sensor. Este sensor convierte la intensidad luminosa en una señal eléctrica (generalmente analógica), la cual posteriormente se digitaliza para formar una imagen digital que puede ser procesada por un sistema computacional (Martínez & Aracil, s.f.), ver Figura 14.

Figura 14. *Proceso de adquisición de datos.*



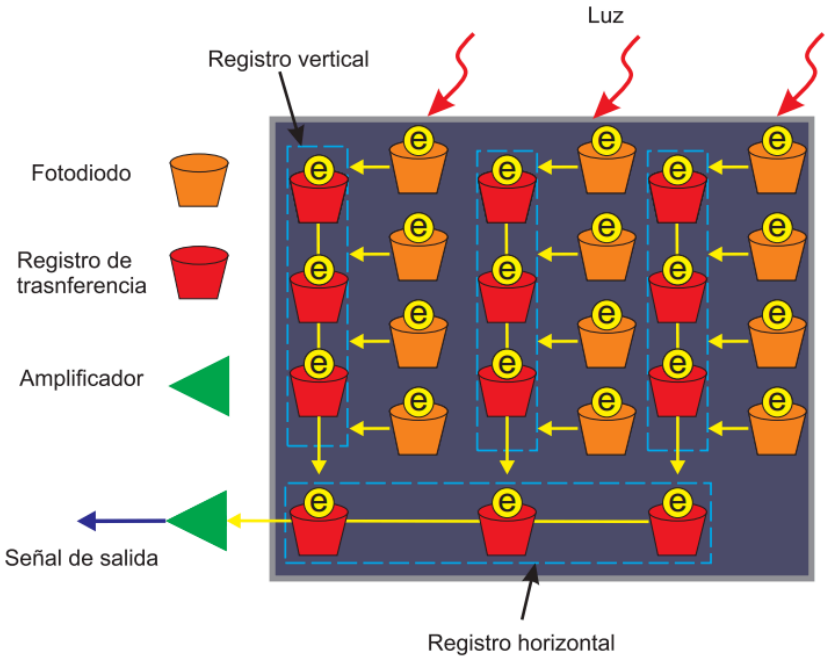
Nota. Adaptado de Canon España (s.f.).

CÁMARA DIGITAL

Como se sabe ya el sistema de captura de imágenes de los humanos es el ojo, el cual es capaz de detectar objetos debido a los fenómenos de difracción y refracción de la luz, de esta manera, el ojo puede ser catalogado como un sensor de luz desde la perspectiva eléctrica, muy semejante a la cámara digital en los sistemas de visión artificial; el funcionamiento de las cámaras digitales está basado en la relación electrón-hueco y la carga eléctrica que es conducida por un material semiconductor. La luz puede ser medida en términos de corriente eléctrica (fotón) y ser convertida a un nivel de voltaje utilizando dispositivos electrónicos tales como fotodiodos o fototransistores, los cuales funcionan como una resistencia, por consiguiente, un gran cantidad en el flujo de electrones genera una corriente y un voltaje, los dos son generados por un aumento en la luminosidad, este comportamiento crea una señal de salida de la cámara digital, un voltaje que es proporcional a la luminosidad en los puntos en la imagen, actualmente existen dos tecnologías en los sensores de las cámaras digitales: CCD y CMOS.

- CCD: este sensor como su siglas en inglés (*Charge Coupled Device*) es el encargado de medir la intensidad luminosa y da su nombre a la cámara, el sensor posee un arreglo matricial de transductores (fotodiodos) obtenidos mediante fotolitografía, esto le brinda un patrón uniforme a la superficie eliminando fenómenos de distorsión, el funcionamiento del transductor es similar a una cubeta, la cantidad de carga almacenada en las cubetas mide la cantidad de luz irradiada en esa zona, que se entendería como la cantidad de corriente eléctrica almacenada en la cubeta, cada cubeta representa un pixel en la cámara, la resolución d la cámara depende del tamaño del arreglo, para entender mejor este funcionamiento en la Figura 15, se muestra que las cubetas vacían la carga acumulada en el registro vertical, conocido como registro columna, en este se transporta la carga hacia el registro horizontal, conocido como registro fila, la información es trasmitida columna por columna y fila por fila hacia un acondicionador de señal, que se encarga de transformar la carga almacenada en un voltaje de referencia proporcional al contenido de cada cubeta, como también proporcional a la cantidad de brillo correspondiente a cada punto en la imagen escena.

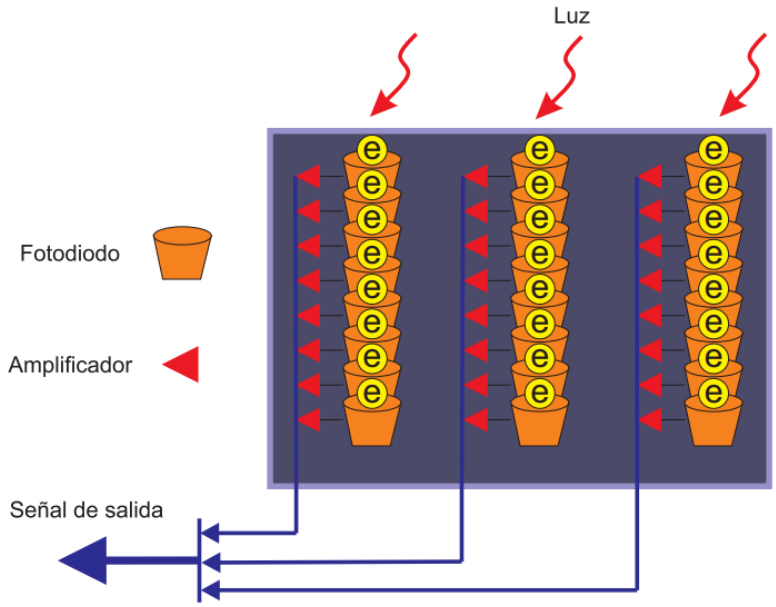
Figura 15. *Sensor CCD.*



Nota. Adaptado de (Grande, J. 2015).

- CMOS: este sensor como sus siglas en inglés (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) utilizan una tecnología de fabricación muy idéntica a la de las memorias de computadora, aunque la diferencia radica en que cada elemento en el sensor CMOS es independiente de sus vecinos y pueden adaptarse acondicionadores de señal, como: amplificadores o digitalizadores a cada elemento, esto le permite al sensor adquirir y procesar imágenes de forma más rápida en dispositivos compactos, en la Figura 16 se muestra la configuración del sensor CMOS, cada fotodiodo almacena carga eléctrica de forma similar a la anterior tecnología, pero con la ventaja de que el diseño CMOS da la posibilidad de tener una señal de salida con una porción del arreglo mientras el resto se utiliza para manipular la información de cada pixel, en otras palabras esto proporciona herramientas como autoenfoque, medición de regiones de intersección, etc., aunque en este tipo de sensor al estar organizados individualmente los pixeles generan señales de ruido mayores que la de los pixeles CCD ya que estos últimos están organizados en un sólo bloque de silicio y se utiliza un único amplificador, lo que reduce el ruido entre píxeles (Grande, J. 2015, P. 19).

Figura 16. *Sensor CMOS.*

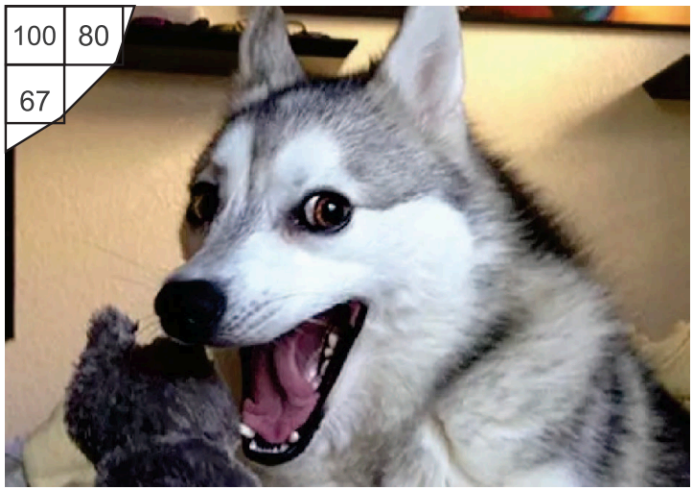


Nota. Adaptado de (Grande, J. 2015).

HERRAMIENTAS PARA DIGITALIZAR IMÁGENES

Una imagen analógica difícilmente puede ser procesada directamente por un sistema de visión artificial, es por esto que tiene que ser convertida a un formato digital compatible con el sistema, este proceso es llamado digitalización, en la Figura 17 se muestra como un arreglo matricial puede representar una imagen analógica, el tamaño de este arreglo es ***m * n,*** donde **m** equivale al número de filas y **n** equivale al número de columnas, el numero dentro de cada cuadro o posición de la matriz representa la cantidad de brillo de la imagen, este formato de imagen se conoce comúnmente como 2D.

Figura 17. *Representación de una imagen.*

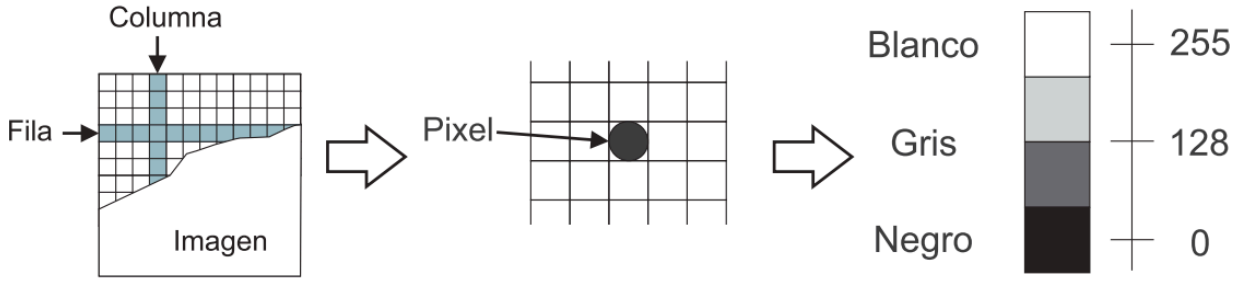


Nota. Adaptado de (Grande, J. 2015)

El proceso de digitalización se realiza comparando el nivel de brillo en cada píxel con una referencia, la escala de gris es la referencia que se utiliza para realizar el proceso de digitalización, cada píxel toma un valor equivalente en la graduación de la escala, luego de que la conversión a sido realizada para todos los píxeles, la imagen puede ser representada como un arreglo matricial de **m*n** con valores enteros en un rango de 0 a 255, cada pixel posee una dirección de fila y columna única al igual que un nivel individual de gris, en la Ecuación 1 se muestra la representación de una imagen a color, donde **I** es la imagen, **(x,y)** son las coordenadas de ubicación y **pi** es el nivel de gris, ahora bien se puede decir que la digitalización convierte una imagen analógica a un arreglo de datos digitales que pueden ser procesados por una computadora, a continuación, en la Figura 18 se muestra el proceso de digitalización para una imagen de tamaño **m*n** (Grande, J. 2015, P. 20).

$$I(x, y) = pi \qquad (1)$$

Figura 18. *Asignación de valor a píxeles.*



Nota. Adaptado de (Grande, J. 2015)

Si la imagen fuese de color, entonces cada dirección de píxel posee tres valores de intensidad asociados correspondientes a los canales espectrales *Rojo, Verde y Azul* y estos le dan su correspondencia en las siglas en ingles RGB (*Red, Green, Blue*), la Ecuación 2 ilustra las matrices para RGB, los valores de píxel en las tres matrices se concatenan para generan un valor en la escala de gris.

$$R\,(x, y) = [1\,8\,7\,4\,1\,1\,3\,9\,8\,];\; G\,(x, y) = [1\,4\,8\,8\,5\,1\,4\,4\,9\,];\; B\,(x, y) = [2\,6\,3\,1\,8\,8\,1\,5\,7\,]; \qquad (2)$$

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Es la manipulación de una imagen con el objetivo de mejorarla o extraer información importante de ella, en este proceso se cuenta con el reconocimiento de patrones y para ello se ejecutan las siguientes tareas:

- Clasificación: Esta tarea se encarga de clasificar objetos, de forma que, al procesar una imagen, el resultado entregado es la clase a la que pertenece el objeto, por ejemplo, perro o gato.

- Detección de objetos: Además de distinguir la clase a la que pertenece el objeto, identifica la posición en X y Y del mismo y dibuja un rectángulo a su alrededor en una imagen o vídeo
- Segmentación de instancias: Se encarga de dividir en regiones de imagen cada clase de objeto dentro de una escena de imagen o vídeo (Orbe, E., 2022).

CAPITULO II

INSTRUMENTOS SOFTWARE Y HARDWARE PARA EL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y ACTIVIDAD MUSCULAR

La selección de los componentes software y hardware fue realizada teniendo como base el enfoque de los objetivos en cuanto a desarrollar un sistema a bajo costo, pero sin comprometer la calidad de la información y la eficiencia del sistema.

SOFTWARE

Basándose en la presente investigación y específicamente en la sección de *METODOS PARA EL ANALISIS DE LA MARCHA,* Tabla 6, en donde se identificaron una gran variedad de métodos, instrumentos y herramientas de medición que permiten evaluar los parámetros claves en el estudio de la marcha, se logró definir los elementos software más adecuados que están descritos en la Tabla 7.

Tabla 7. *Componentes software fundamentales para el desarrollo del proyecto.*

SOFTWARE	DESCRIPCIÓN
Python	Entorno de desarrollo principal
Conda	Administración de software
Visual Studio Code	Editor de código fuente
Arduino	Editor de código y control de dispositivos
Excel	Administración, organización, análisis y visualización de datos

LIBRERIAS Para el desarrollo del sistema se han utilizado diversas librerías de Python que han permitido implementar funcionalidades clave. Estas librerías han facilitado el procesamiento de imágenes, el análisis de poses humanas, la visualización de datos en tiempo real y la creación de interfaces gráficas de usuario. Gracias a su integración, se ha logrado construir una herramienta eficiente y adaptable a los requerimientos del proyecto. Cada una de estas librerías ha cumplido un rol específico en la estructura del sistema, contribuyendo al manejo de datos, la interacción con el usuario y la automatización de procesos.

Tabla 8. *Librerías esenciales para el desarrollo del proyecto.*

LIBRERIA	DESCRIPCIÓN
cv2	Procesamiento de imágenes y visión por computador (OpenCV).
Mediapipe	Soluciones de visión artificial como pose, manos y rostro en tiempo real.
Numpy	Operaciones matemáticas y manejo eficiente de arrays multidimensionales.
Time	Manejo del tiempo y control de ejecución en segundos.
Matplotlib.pyplot	Creación de gráficos y visualizaciones de datos.
Threading	Manejo de múltiples hilos para ejecución concurrente
Pyautogui	Automatización del mouse, teclado y captura de pantalla.
Tkinter / ttk	Creación de interfaces gráficas de usuario (GUI) en Python.
PIL.Image, ImageTk	Procesamiento y conversión de imágenes para visualización en Tkinter.
Imutils	Funciones auxiliares para manipulación de imágenes con OpenCV.
Pandas	Manipulación, análisis y organización de datos en estructuras tipo tabla.

HARDWARE

De acuerdo con los requerimientos del paquete software seleccionado anteriormente y con el objetivo de lograr un desarrollo optimo, además de mantener los costos bajos, es fundamental determinar los componentes más adecuados que garanticen los recursos necesarios sin comprometer la calidad del sistema. En este contexto el proceso de selección inicia con la elección del ordenador siendo el componente central del sistema, a partir de esto se procede a la selección de periféricos y los sensores para la captura de los datos esenciales en el análisis de la marcha como se describen en la Tabla 8.

Tabla 9. *Componentes hardware fundamentales para el desarrollo del proyecto.*

HARDAWARE	DESCRIPCIÓN

Arduino Uno	Modulo principal para el procesamiento y trasmisión de las señales musculares
Electrodo	Elemento para detectar la actividad eléctrica del musculo
Ordenador “PC”	Gestionar el procesamiento de datos y la ejecución de los algoritmos
Trípode	Elemento de sujeción para el montaje estable y preciso de las cámaras
Base de sujeción	Elemento de sujeción para garantizar la correcta alineación y estabilidad de las cámaras
Luz led	Elemento de iluminación uniforme y suficiente para la captura precisa de imágenes

CAMARA WEB LOGITECH C525 Para la adquisición de imágenes, se optó por el uso de dos cámaras web de referencia Logitech C525 que cuentan con una resolución de 720p HD, lo que garantiza una captura de imágenes claras y detalladas, esenciales para identificar y analizar correctamente los parámetros espaciales y angulares, se destaca dentro de sus funciones el enfoque automático, que permite mantener la nitidez de la imagen incluso cuando el sujeto se encuentra en movimiento, además su diseño compacto y flexible facilita la configuración en diferentes posiciones y ángulos. El desempeño de este elemento brinda al proyecto gran confiabilidad en la precisión y robustez del análisis de la marcha, las especificaciones técnicas se encuentran en la Tabla 9.

Tabla 10. *Especificaciones técnicas cámara Web Logitech C525.*

ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIOÓN
Tipo de conexión	USB
Tipo de USB	2.0
Identificador de dispositivo de visualización USB	081A
Micrófono	Si
Tipo de lente y sensor	Plástico
Tipo de enfoque	Auto
Resolución óptica	2MP, real, 8MP mejorado por software
Campo de visión diagonal (FOV)	69°
Captura de imagen (SD 4:3)	320x240, 640x480, 2MP, 8.0MP
Captura de imagen (16:9 W)	360p, 480p, 720p
Captura de vídeo (SD 4:3)	320x240, 640x480, 2MP
Captura de video (16:9 W)	360p, 480p, 720p
Velocidad de cuadros (máxima)	30 fps a 640 x 480
Ancho	40,4 mm
Profundidad	68,5 mm
Longitud Altura	31,75 mm
Peso	88 g

SENSOR MYOWARE Para la medición de señales musculares, se seleccionó el sensor Myoware, que trabaja en conjunto con el módulo Arduino UNO, el sensor MyoWare es un dispositivo especializado para la medición de señales electromiográficas (EMG), se ha utilizado en este proyecto para captar y analizar la actividad muscular durante la marcha humana, este

sensor es compacto, de fácil integración y cuenta con una alta sensibilidad, lo que permite registrar la actividad eléctrica de los músculos con precisión y en tiempo real.

Entre sus características más destacadas se encuentran su diseño todo en uno, que elimina la necesidad de un circuito externo, y su capacidad para medir señales EMG con baja interferencia, este sensor cuenta con conectores para electrodos de superficie, un rango de voltaje operativo de 3.3 V a 5 V y una salida de señal analógica.

En el contexto del proyecto, el uso del sensor MyoWare ha sido fundamental para complementar el análisis espacial y angular de la marcha con información electromiográfica, esto permite una evaluación integral, al incorporar datos sobre la activación muscular que son cruciales para diagnosticar patologías osteomusculares y comprender la biomecánica del movimiento humano.

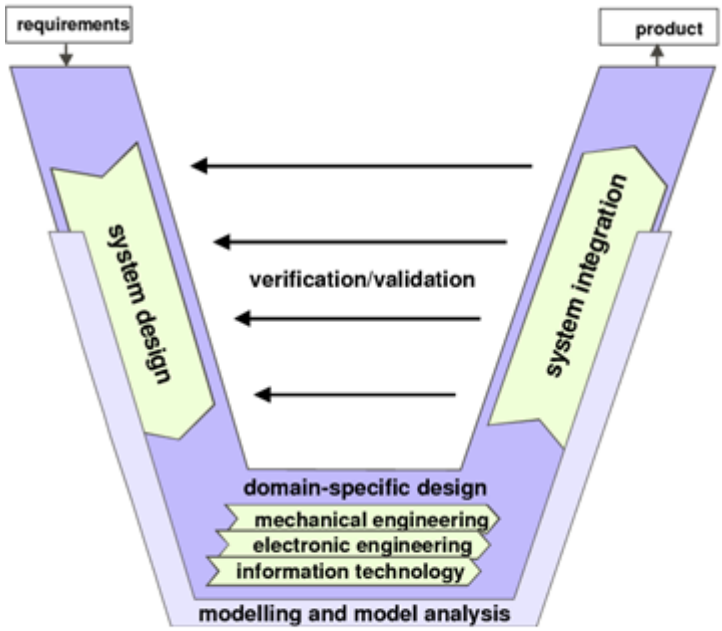
Tabla 11. *Especificaciones técnicas sensor Myoware.*

ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIOÓN
Voltaje de operación	Min +3.1 V / Type +3.3 V o +5 V / Max +6.3 V
Voltaje análogo de salida	Desde 0 V a +Vs (fuente de voltaje)
Ganancia	Ajustable / Min 0.01 Ω / Type 50k Ω / Max 100k Ω
Corriente de operación	Type 9 mA / Max 14 mA
Salidas EMG	Procesadas y sin procesar
Conectores de los electrodos	En la placa
LED's indicadores	Uno de encendido y otro que brilla cuando el músculo se flexiona
Interruptor de encendido	Si
Protección de polaridad inversa	Si
Dos agujeros de montaje	M3
Peso	10g
Dimensiones	1.2 × 3 × 6.3 cm

METODOLOGIA

El desarrollo de este proyecto de investigación se ha abordado con la metodología VDI - 2206 (Gausemeier & Moehringer, 2003) e inicia con la fase de requerimientos por medio de un análisis exhaustivo de tecnologías para abordar una problemática específica, ver Figura 19., identificada en el ámbito de la salud, la solución propuesta se fundamenta en el diseño de un sistema de visión artificial y registro de actividad muscular, con el objetivo de asistir al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana.

Figura 19. *Diagrama metodología VDI – 2206.*



Nota. Adaptado de (Gausemeier & Moehringer, 2003)

Para ello, se lleva a cabo un estudio detallado de diversas técnicas de visión artificial, así como de instrumentos software y hardware, que permitan identificar los parámetros clave en la evaluación de la marcha. Este análisis técnico y funcional permite seleccionar los componentes y técnicas más adecuadas, los cuales son fundamentales para el desarrollo e implementación del sistema, finalmente, se establecen las etapas necesarias para la validación y pruebas, con el fin de verificar el desempeño y la efectividad del diseño propuesto.

Posteriormente, se comprenden las etapas del diseño y desarrollo del sistema de análisis de marcha. Se inicia con la selección de los componentes hardware y software, detallando sus especificaciones técnicas y funciones, posteriormente se describe la implementación de estos elementos junto con la metodología empleada para el análisis de la marcha, en donde se abarca la programación del software, la calibración del sistema, el montaje de los componentes hardware y los procedimientos específicos para realizar las evaluaciones a los pacientes.

ADECUACIÓN DEL ESPACIO PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS

Es fundamental tener en cuenta las condiciones del área en la que se llevara a cabo el estudio, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de las cámaras y el sensor para captar la actividad muscular, entre estas condiciones se incluyen.

ESCENARIO DE EVALUACIÓN Para llevar a cabo el montaje del sistema y proceder a la evaluación de la marcha, se ha seleccionado un centro de fisioterapia que ofrecía un espacio adecuado y libre de obstáculos, que ha permitido al usuario desplazarse con normalidad, con un área definida de dos metros de ancho por tres metros de largo aproximadamente como se ha observado en la Figura 20.

Figura 20. *Adecuación del espacio.*



UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS Para la ubicación y posición de las cámaras se han realizado pruebas variando la altura entre 1 y 2 metros, como resultado, se ha determinado que una altura de 1.5 metros como se ha observado en la Figura 21., ha permitido capturar el cuerpo completo del paciente y se ha registrado adecuadamente el desplazamiento necesario que ha cumplido con un ciclo de marcha, aspecto fundamental en el análisis de la marcha humana, adicionalmente, se ha considerado las condiciones de iluminación del entorno que ha garantizado una correcta captación de los datos.

Figura 21. *Ubicación de las cámaras.*

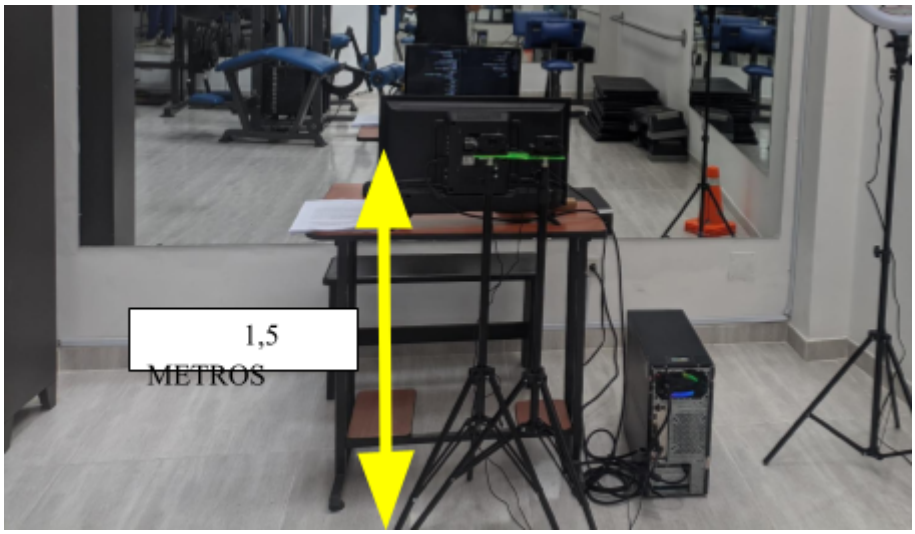


Figura 22. *Perspectiva de las cámaras.*



DISTANCIA DEL USUARIO A LAS CÁMARAS Tras realizar múltiples pruebas experimentales, se determinó que una distancia óptima entre el usuario y las cámaras, en el plano horizontal, es de aproximadamente 2 metros para el cálculo de los ángulos, como se observa en la Figura 23., esta distancia permitió capturar adecuadamente el desplazamiento necesario para que el paciente completara un ciclo completo de la marcha humana. En el plano axial, se estableció que el usuario debía caminar en dirección frontal hacia las cámaras, iniciando su recorrido desde una distancia cercana a los 3 metros para el cálculo de velocidad de desplazamiento como se observa en la Figura 24., cabe mencionar que esta distancia varia ligeramente en función de las características individuales de cada paciente.

Figura 23. *Distancia del usuario a las cámaras en el plano horizontal.*



Figura 24. *Distancia del usuario a las cámaras en el plano axial.*



ILUMINACIÓN La iluminación del espacio fue cuidadosamente controlada, ya que este parámetro incide directamente en la calidad de los datos capturados, en este procedimiento se optó por utilizar un aro de luz LED, el cual proporciono una iluminación uniforme y suficiente para mitigar los efectos negativos de condiciones lumínicas variables.

DESARROLLO SOFTWARE DEL SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

Luego de realizar un estudio detallado sobre la anatomía del cuerpo, la marcha humana y los movimientos de las articulaciones enfocados en la cadera, las rodillas y los tobillos, así como de analizar las distintas técnicas cinemáticas para la adquisición de datos, se lleva a cabo la implementación de los componentes hardware y software para la captura de dicha información. Esta etapa es fundamental en el desarrollo del sistema, ya que permite garantizar la recolección de la información requerida mediante los dispositivos previamente descritos. Una vez preparado el entorno, los pacientes y garantizado el correcto funcionamiento del sistema, se procede a la captura de los datos por medio del entorno de desarrollo Visual Studio Code y Arduino, para el análisis detallado de la marcha en cada paciente.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA Se ha establecido un esquema representado mediante un diagrama de flujo que ha facilitado la comprensión del funcionamiento del sistema, es importante en esta metodología tener claro este diagrama, ya que ha proporcionado una visión general del proceso de adquisición de datos, a continuación, se muestra en la Figura 25., dicho diagrama.

Figura 25. *Diagrama de flujo del sistema.*

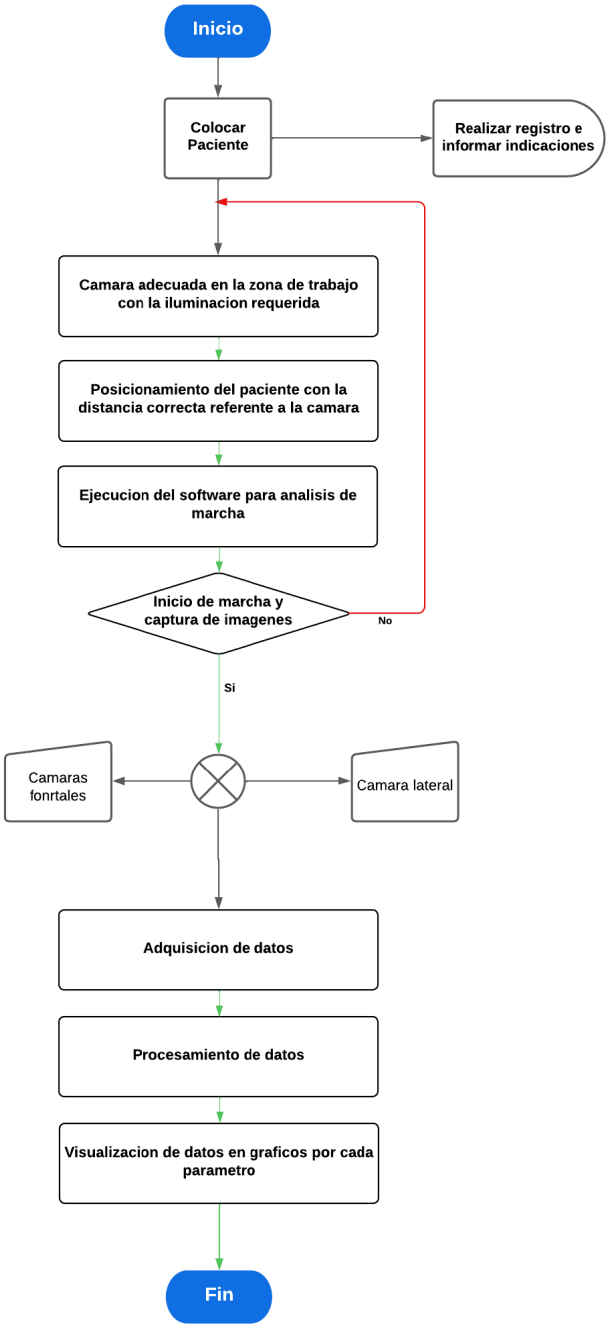


Figura 26. *Diagrama de bloques del programa para análisis de parámetros angulares.*

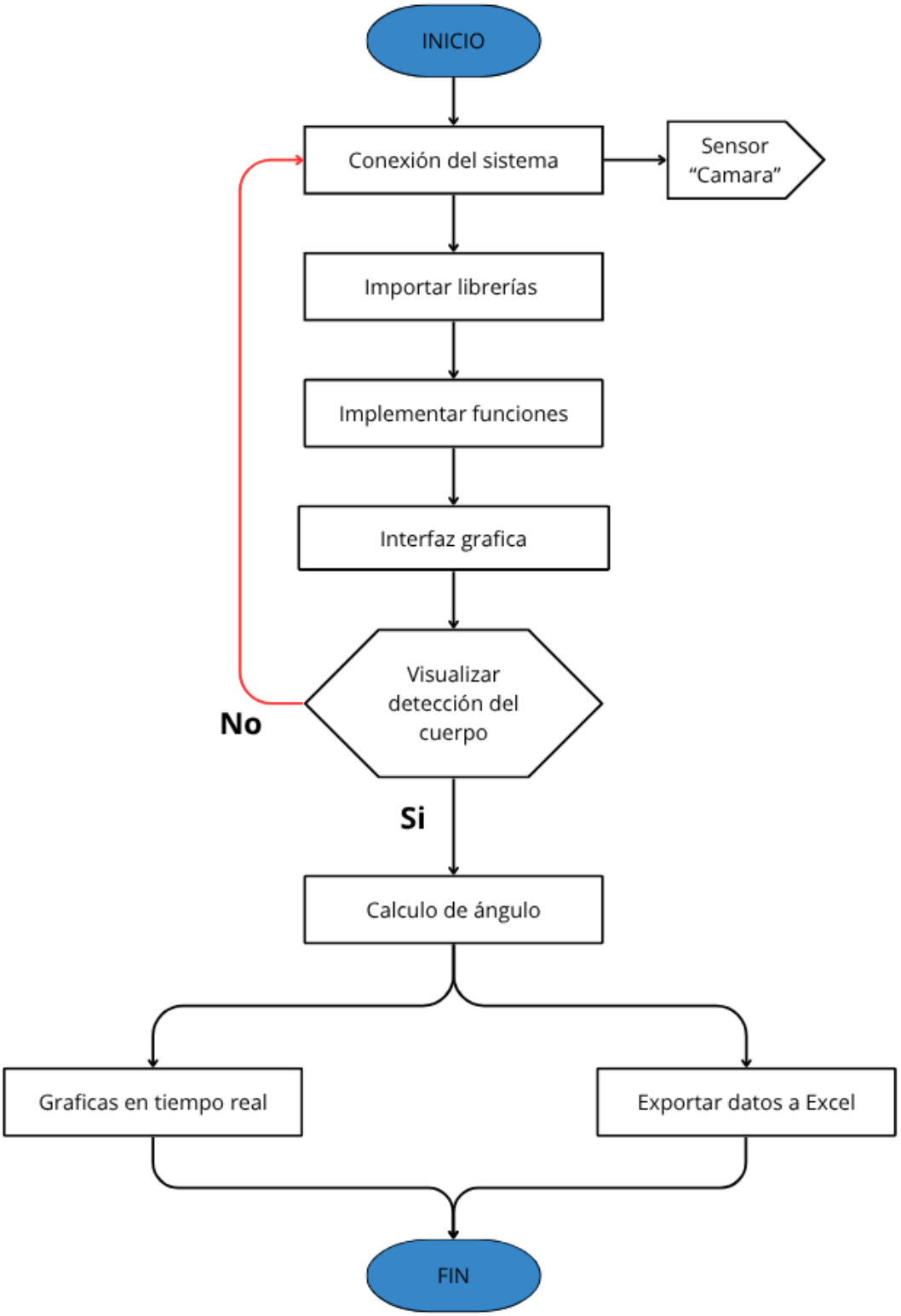
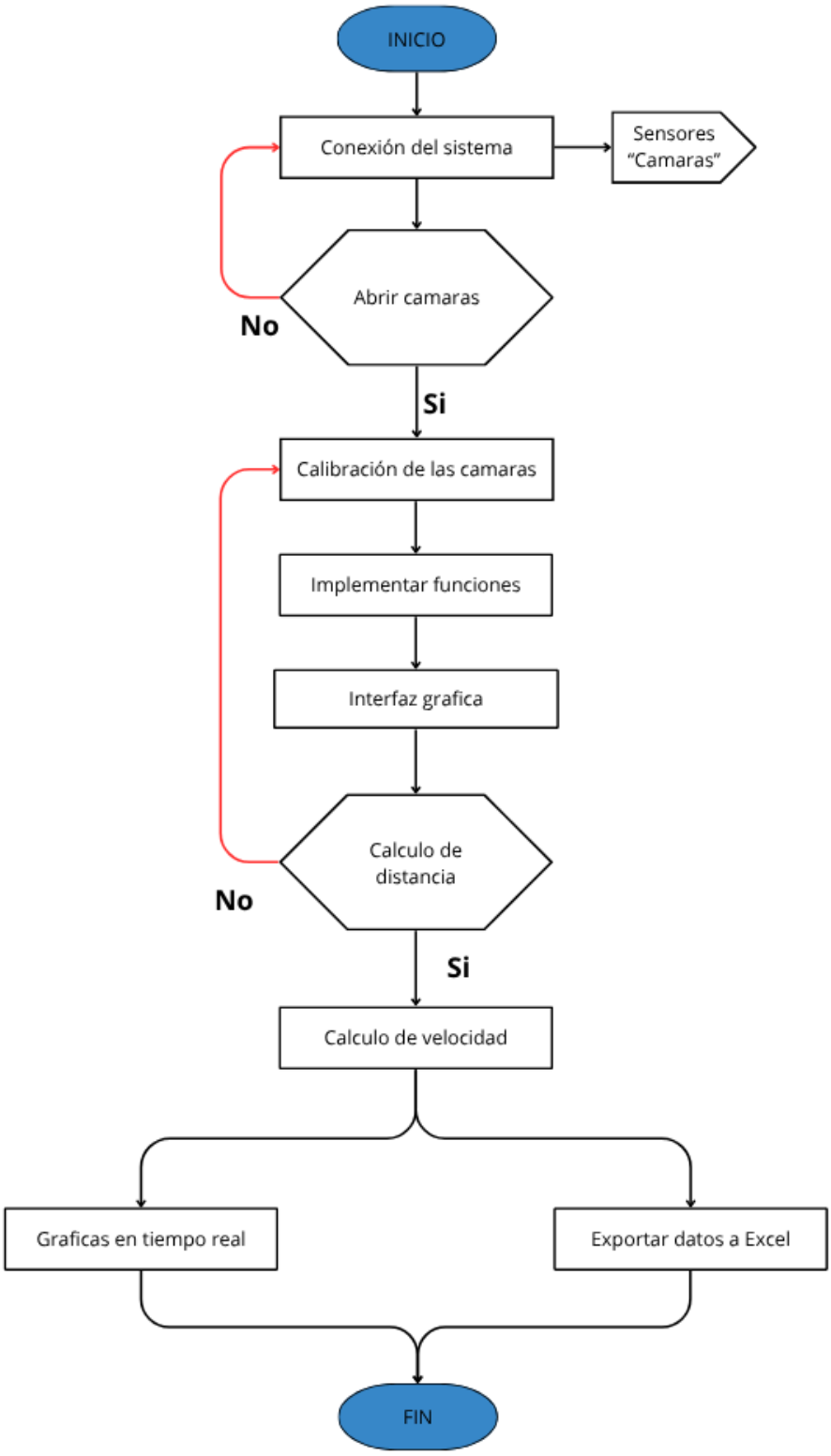
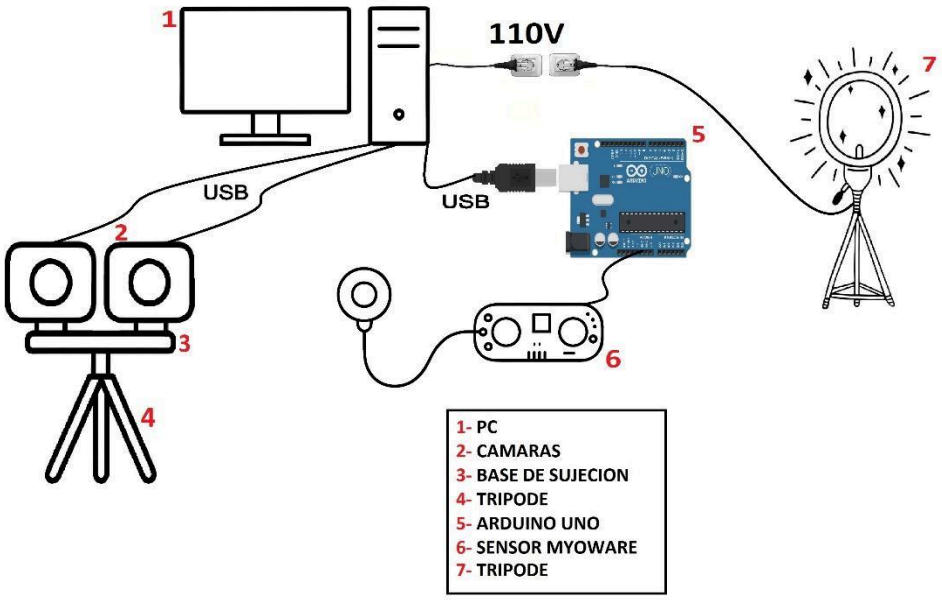


Figura 27. *Diagrama de bloques del programa para análisis de parámetros temporales.*


INICIO
Conexión del sistema
Sensores "Camaras"
Abrir camaras
No
Si
Calibración de las camaras
Implementar funciones
Interfaz grafica
Calculo de distancia
No
Si
Calculo de velocidad
Graficas en tiempo real
Exportar datos a Excel
FIN

REQUERIMIENTOS TECNICOS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS Para asegurar una correcta adquisición de datos, ha sido fundamental establecer de forma precisa y adecuada las conexiones entre los diferentes componentes del sistema, como se observa en la Figura 26. Una conexión bien realizada ha garantizado la integridad de las señales, ha evitado interferencias y ha permitido que el flujo de información se lleve a cabo de manera eficiente, lo cual ha sido esencial para obtener resultados fiables y precisos en el proceso de medición o análisis.

Figura 28. *Esquema de conexión de los componentes hardware del sistema.*



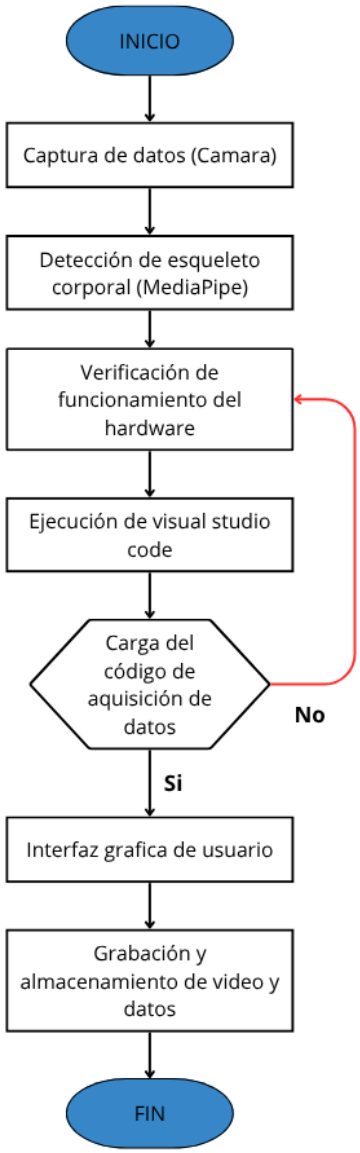
Se ha realizado la conexión de las cámaras al equipo “PC”, asegurando previamente su correcto funcionamiento, posteriormente, se ha iniciado el entorno de desarrollo Visual Studio Code, desde el cual se ha ejecutado el código responsable de la detección del cuerpo humano, ver Figura 27., además este sistema ha incluido una interfaz gráfica de usuario que ha integrado las funcionalidades necesarias para la grabación de video y el registro de datos obtenidos durante el proceso realizado en tiempo real, en la Figura 28, se puede apreciar el diagrama de bloques de este proceso.

Figura 29. *Código adquisición de imágenes.*

```
def visualizar():
    global cap, frame, stop_video, start_time, video_writer, recording, paused
    if not stop_video:
        if cap is not None:
            ret, frame = cap.read()
            if ret:
                image = frame.copy()

                results = pose.process(cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB))
```

Figura 30. *Diagrama de bloques para la adquisición de imágenes.*



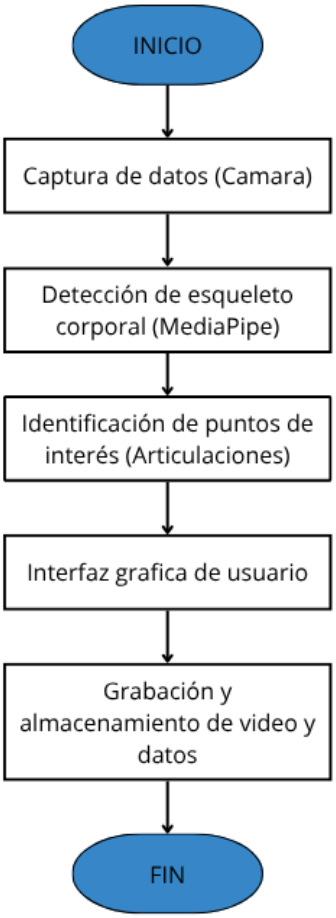
DETECCIÓN DE PUNTOS DE INTERES Una vez que se ha ejecutado el código en tiempo real para adquirir las imágenes, se ha procedido a identificar los puntos clave correspondientes a las articulaciones de interés ver Figura 29., a partir de estas referencias anatómicas, este proceso se ha repetido de forma continua mientas se han capturado los datos, garantizando una recolección precisa para su posterior análisis, en la Figura 30., se puede observar el diagrama de flujo para la detección de los puntos de interés.

Figura 31. *Código para la detección de los puntos de interés.*

```
#--------- CADERA IZQUIERDA ---------

landmarks = results.pose_landmarks.landmark
shoulder_left = [landmarks[mp_pose.PoseLandmark.LEFT_SHOULDER.value].x,
                 landmarks[mp_pose.PoseLandmark.LEFT_SHOULDER.value].y]
hip_left = [landmarks[mp_pose.PoseLandmark.LEFT_HIP.value].x,
            landmarks[mp_pose.PoseLandmark.LEFT_HIP.value].y]
knee_left = [landmarks[mp_pose.PoseLandmark.LEFT_KNEE.value].x,
             landmarks[mp_pose.PoseLandmark.LEFT_KNEE.value].y]
```

Figura 32. *Diagrama de flujo captura de los puntos de interés.*



CÁLCULO DE LOS ANGULOS DE LAS ARTICULACIONES FUNDAMENTALES Luego de haber realizado la adquisición de imágenes y detección de los puntos de interés, mediante los cuales se han obtenido los datos necesarios para este procedimiento, se han calculado los ángulos utilizando las ecuaciones (1) y (2).

(1) radians = np.arctan2(c[1] - b[1], c[0] - b[0]) - np.arctan2(a[1] - b[1], a[0] - b[0])

(2) angle = np.abs(radians * 180.0 / np.pi)

La ecuación (1) calcula el ángulo entre tres puntos en el plano 2D, específicamente de esta manera:

- La función **np.arctan2(y, x)** calcula el ángulo (en radianes) entre el eje X y el vector (x, y) desde el punto b hacia c, y luego desde b hacia a.
- La resta entre estos dos resultados da el ángulo relativo entre las dos direcciones.

La ecuación (2) Convierte el ángulo de radianes a grados y toma el valor absoluto para que siempre sea positivo mediante la función **np.abs**

De esta manera se ha logrado una medición más precisa, además se ha posicionado el paciente en el plano horizontal frente a las cámaras, en la Figura 31. se ha presentado el código y las funciones empleadas para llevar a cabo dicho cálculo, además en la Figura 32., se ha mostrado el diagrama de bloques que representa este proceso.

Figura 33. *Código para el cálculo de ángulos.*

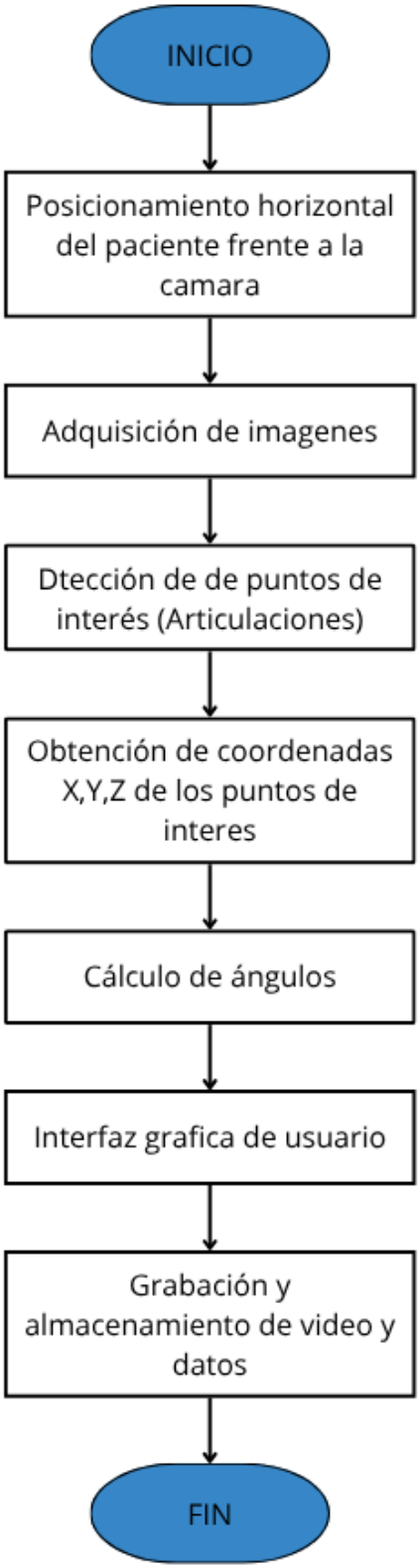
```
# ---------------------------------------- FUNCIONES ----------------------------------------
#--------CALCULO DE ANGULO--------
def calculate_angle(a, b, c):
    a = np.array(a)  # primero
    b = np.array(b)  # medio
    c = np.array(c)  # fin

    radians = np.arctan2(c[1] - b[1], c[0] - b[0]) - np.arctan2(a[1] - b[1], a[0] - b[0])
    angle = np.abs(radians * 180.0 / np.pi)

    if angle > 180.0:
        angle = 360 - angle

    return angle
```

Figura 34. *Diagrama de bloques para el cálculo de los ángulos.*



CÁLCULO DE VELOCIDAD Para este cálculo se ha posicionado el paciente de manera axial frente a las cámaras y se ha empleado la detección de un punto especifico del cuerpo para medir la distancia entre el sujeto y las cámaras, además se ha calculado el tiempo trascurrido durante la marcha a una distancia determinada –que puede variar según las condiciones individuales de cada paciente-, y a partir de estos datos se ha realizado el cálculo de la velocidad mediante la ecuación (3). En la Figura 33., se ha presentado el código utilizado para este procedimiento y en la Figura 34., se ha mostrado el diagrama de bloques que describe este proceso.

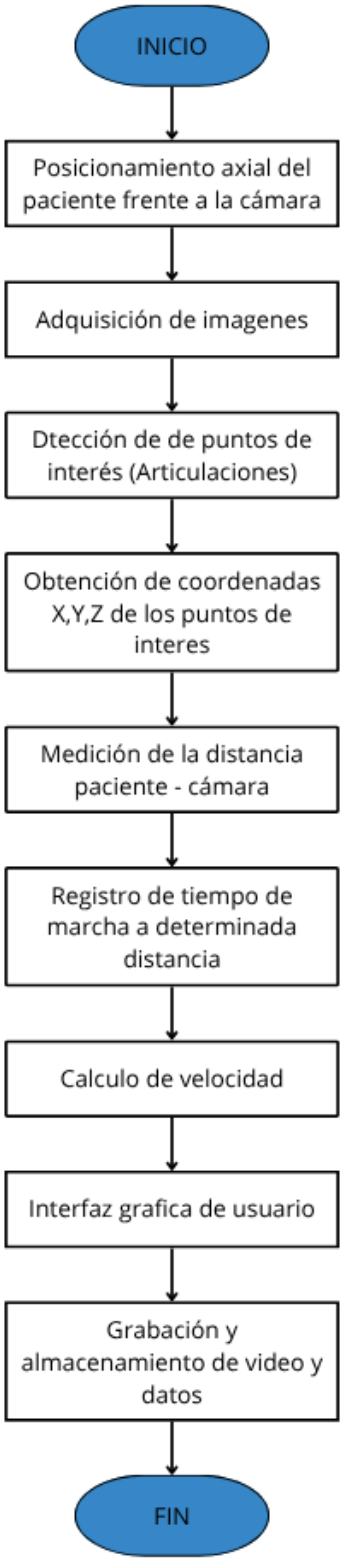
(3) velocity = predefined_distance / time_elapsed

La ecuación (3) calcula la velocidad en función de la distancia de cada individuo de acuerdo a su ciclo de marcha y en función del tiempo en el que se demora en cumplir el ciclo de la marcha

Figura 35. *Código para el cálculo de velocidad.*

```
        # ---------- CALCULO DE DISTANCIA ----------
center_right = 0
center_left = 0
if results_right.pose_landmarks:
    mp_draw.draw_landmarks(frame_right, results_right.pose_landmarks, mp_pose.POSE_CONNECTIONS)
    h, w, c = frame_right.shape
    nose_right = results_right.pose_landmarks.landmark[mp_pose.PoseLandmark.RIGHT_HIP]
    center_point_right = (int(nose_right.x * w), int(nose_right.y * h))
if results_left.pose_landmarks:
    mp_draw.draw_landmarks(frame_left, results_left.pose_landmarks, mp_pose.POSE_CONNECTIONS)
    h, w, c = frame_left.shape
    nose_left = results_left.pose_landmarks.landmark[mp_pose.PoseLandmark.RIGHT_HIP]
    center_point_left = (int(nose_left.x * w), int(nose_left.y * h))
if not results_right.pose_landmarks or not results_left.pose_landmarks:
    cv2.putText(frame_right, "SIN DETECCION", (75, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 0, 255), 2)
    cv2.putText(frame_left, "SIN DETECCION", (75, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 0, 255), 2)
else:
    # ---------- CALCULO DE PROFUNDIDAD ----------
    depth = tri.find_depth(center_point_right, center_point_left, frame_right, frame_left, B, f, alpha)
    cv2.putText(frame_right, "Distancia a la camara: " + str(round(depth, 1)), (50, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.2, (0, 255, 0), 3)
    cv2.putText(frame_left, "Distancia a la camara: " + str(round(depth, 1)), (50, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.2, (0, 255, 0), 3)
    print("Distancia a la camara: ", str(round(depth, 1)))
    # ---------- CALCULO DE VELOCIDAD ----------
    if prev_depth is None:
        prev_depth = depth
        start_time = time.time()
    elif abs(depth - prev_depth) >= predefined_distance:
        end_time = time.time()
        time_elapsed = end_time - start_time
        velocity = predefined_distance / time_elapsed
        velocities.append(velocity)
        time_elapsed_list.append(time_elapsed)
        distance.append(predefined_distance)
        # ------------  ------------
        cv2.putText(frame_right, f"Velocidad: {velocity:.2f} cm/s", (50, 100), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.2, (255, 0, 0), 3)
        print(f"Velocidad: {velocity:.2f} cm/s")
        print(f"tiempo: {time_elapsed:.2f} s")
        # ------------  ------------
        prev_depth = depth
        start_time = time.time()
        label_distance.config(text=f"Distancia de marcha: {predefined_distance:.2f} m")
        label_time_elapsed.config(text=f"Tiempo de marcha: {time_elapsed:.2f} s")
        label_velocity.config(text=f"Velocidad de marcha: {velocity:.2f} cm/s")
        # ------------ GRABACION PANTALLA ------------
if grabando and not pausado:
    video_writer.write(frame_right)
    print("Grabando frame...")
```

Figura 36. *Diagrama de bloques para el cálculo de la velocidad.*



MEDICIÓN DE SEÑALES ELÉCTRICAS DE LA ACTIVIDAD MUSCULAR (EMG) Para llevar a cabo la medición de la actividad muscular mediante el sensor MyoWare, se ha desarrollado el código correspondiente que ha permitido establecer la comunicación entre la placa Arduino y el sensor como se ha observado en la Figura 35., además se ha realizado una correcta conexión del sensor a la placa Arduino como se ha observado en la Figura 36.

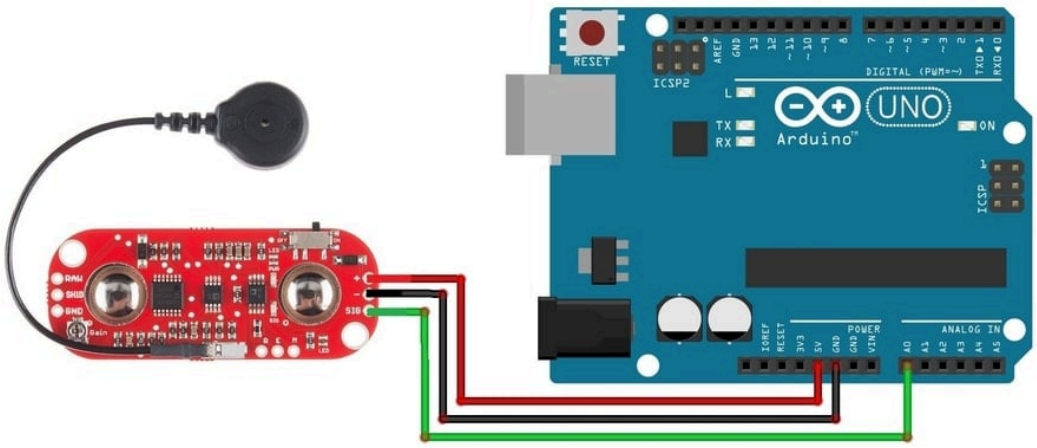
Figura 37. *Código en Arduino para captar la actividad muscular (EMG).*

```
int sensorPin = A0;  // Pin al que conectaste la salida OUT de Myoware
int sensorValue = 0; // Variable para almacenar el valor leído

void setup() {
  Serial.begin(9600);  // Inicia la comunicación serial
}

void loop() {
  sensorValue = analogRead(sensorPin); // Lee el valor del sensor
  Serial.println(sensorValue);         // Muestra el valor en el monitor serial
  delay(100);                          // Pausa para una lectura más estable
}
```

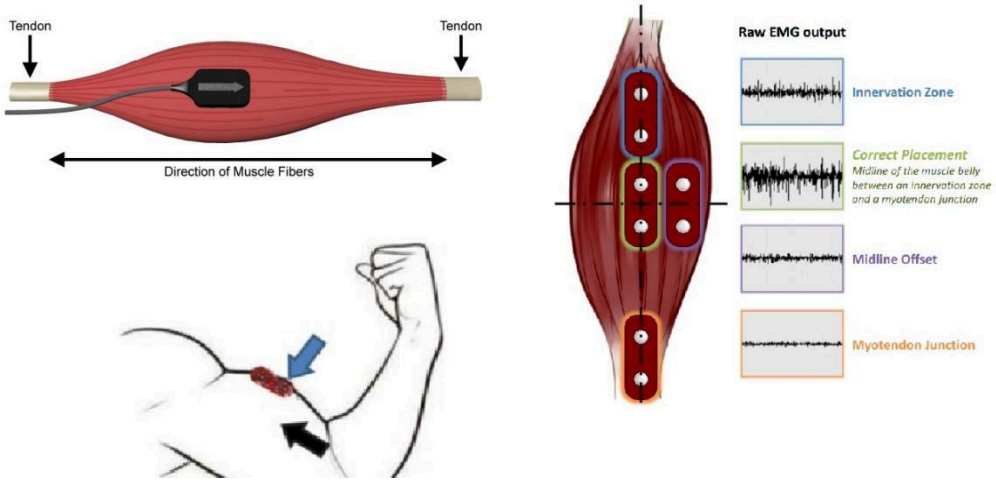
Figura 38. *Conexión MyoWare-Arudino Uno.*



Asimismo, se ha realizado una correcta colocación del sensor en el paciente, el sensor MyoWare se ha posicionado adecuadamente sobre el músculo de interés, como se ha observado en la Figura 37., asegurando una orientación adecuada respecto a las fibras musculares para maximizar la precisión de la señal obtenida, además, se ha verificado que los electrodos del sensor estén firmemente adheridos a la piel limpia y libre de humedad o residuos, lo cual ha sido fundamental para reducir el ruido en la señal y garantizar mediciones confiables.

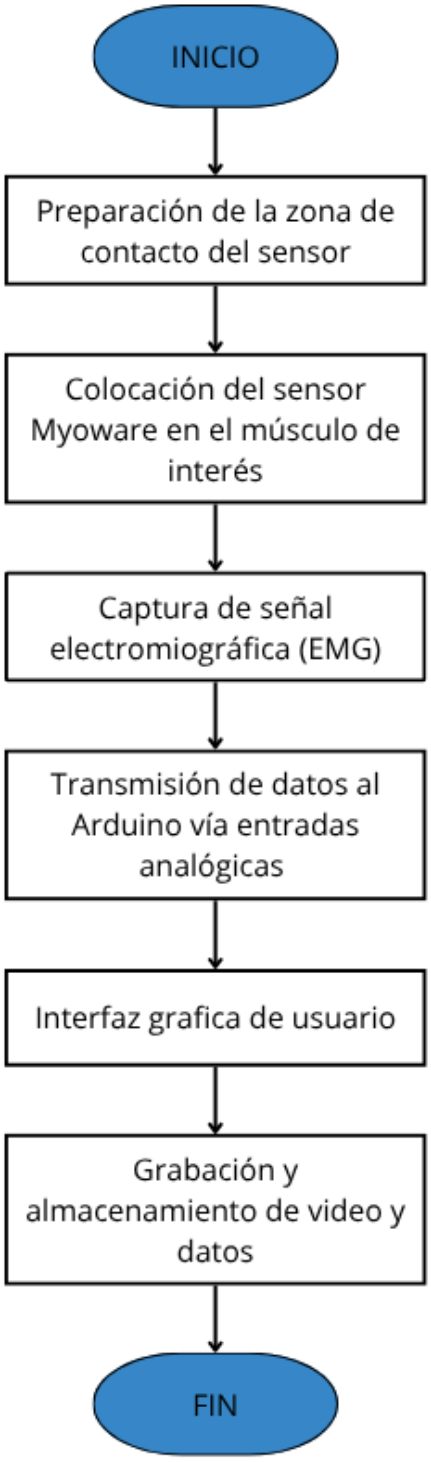
Mediante este procedimiento que se ha observado en el diagrama de bloques de la Figura 38., se ha asegurado la adquisición precisa de los datos electromiográficos, necesarios para el posterior análisis y procesamiento dentro del sistema.

Figura 39. *Posicionamiento del sensor Myoware en el musculo.*



Nota. Adaptado de (Angga, R., 2003).

Figura 40. *Diagrama de bloques para la medición de la actividad muscular (EMG).*



INTERFAZ Se ha implementado una interfaz gráfica que ha incluido funciones de control para facilitar el procedimiento de adquisición y procesamiento de datos, así como para registrar y almacenar en video la información obtenida. Además, se ha integrado un cuadro para visualizar la imagen de las cámaras en tiempo real, junto con 8 graficas correspondientes a cada articulación, como se ha observado en la Figura 40., donde se han observado los ángulos simultáneamente a medida que el paciente ha realizado el ciclo de marcha. Esta interfaz se ha desarrollado utilizando la biblioteca "Tkinter" y ha integrado las siguientes funcionalidades para la gestión de estos procesos, además en el anexo 1 se describe el paso a paso de cómo se debe usar de manera adecuada la interfaz gráfica.

Figura 40. *Cuadro de video y visualización de graficas.*

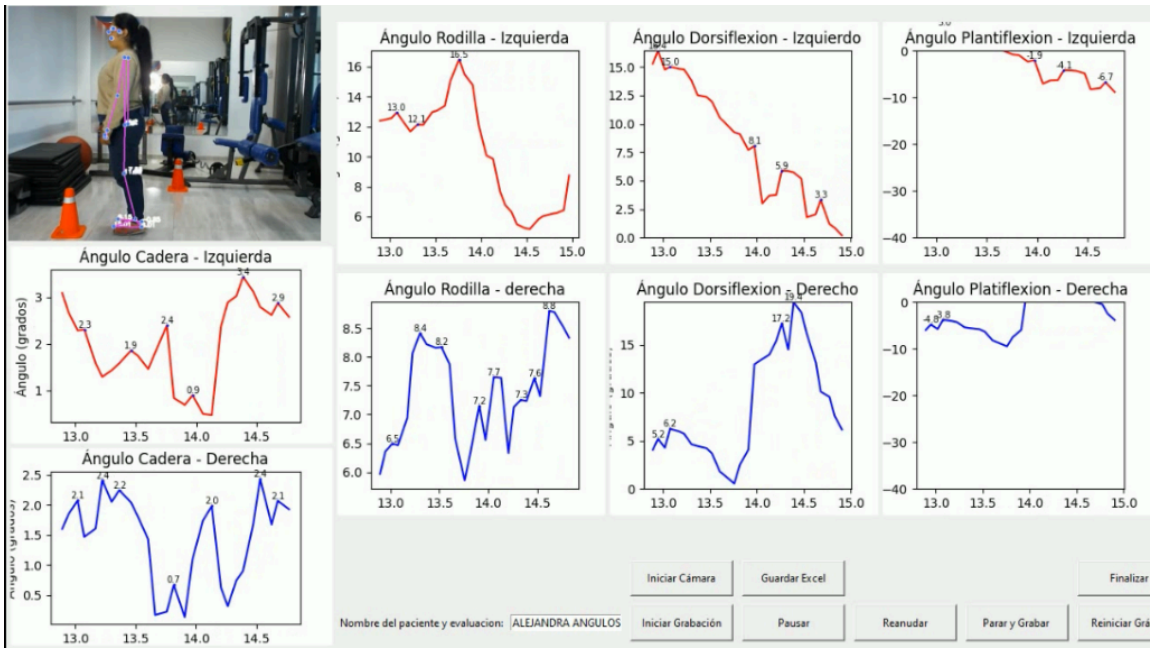


Tabla 12. *Descripción de las funciones de control en la interfaz gráfica.*

FUNCIONES DE CONTROL	DESCRIPCIÓN
Iniciar cámara	Esta función se ha diseñado para establecer la conexión entre el sistema y las dos cámaras, a través de esta función, se ha habilitado el acceso en tiempo real de las imágenes provenientes de las cámaras, permitiendo así la visualización continua del paciente en estudio. Además, se ha configurado el flujo de datos de imagen de manera estable y eficiente, garantizando la calidad necesaria para los procesos posteriores de adquisición y análisis.
Iniciar grabación	Esta función se ha implementado para permitir el almacenamiento en video de la señal capturada por las cámaras en tiempo real, mediante esta función se ha iniciado la creación de un archivo de video un formato previamente establecido, asegurando que cada fotograma capturado sea registrado de manera continua y sin pérdida de información, asimismo, se ha garantizado la sincronización entre la captura de imágenes y su almacenamiento, lo cual resulta fundamental para el análisis posterior de los datos adquiridos.
Pausar	Esta función se ha desarrollado para suspender temporalmente la captura o grabación de datos sin finalizar el proceso activo, a través de esta función, se ha detenido de manera controlada la escritura de nuevos datos o cuadros de video, preservando el estado actual del sistema para si reanudación posterior, esta funcionalidad ha sido esencial para permitir interrupciones durante la adquisición sin comprometer la integridad de la información ya almacenada
Reanudar	Esta función se ha implementado para restablecer la captura o grabación de datos tras una pausa temporal, a través de esta función, se ha retomado el proceso desde el punto en que fue interrumpido, asegurando la continuidad de la adquisición o almacenamiento de la información sin pérdida de datos previos. Esta operación se ha diseñado para mantener la consistencia temporal y funcional del registro de datos y video durante todo el procedimiento.
Parar y grabar	Esta función se ha implementado para finalizar de manera controlada el proceso de captura y almacenamiento de datos o video, mediante esta función, se ha detenido completamente la adquisición de nuevas imágenes y se ha consolidado la información registrada hasta el momento en un archivo de salida. Esta operación ha asegurado el cierre adecuado de los

	archivos generados, preservando su integridad y permitiendo su posterior análisis sin pérdidas de datos.
Reiniciar graficas	Esta función se ha desarrollado para permitir el restablecimiento del proceso de captura de video desde el inicio, eliminado los datos previamente almacenados en la sesión actual, a través de esta función se ha garantizado que los nuevos datos capturados correspondan a una nueva sesión independiente. Esta funcionalidad se ha implementado para ofrecer flexibilidad en el control de las sesiones de grabación, asegurando una gestión precisa de los datos recopilados.
Finalizar	Esta función se ha implementado para cerrar de manera segura y ordenada todos los procesos activos del sistema, mediante esta función, se ha detenido la adquisición de datos, se ha cerrado correctamente la grabación de video y se han liberado los recursos asociados a la cámara y a la interfaz gráfica. Esta operación se ha realizado para garantizar la integridad de los archivos generados y asegurar el correcto funcionamiento del sistema en futuras ejecuciones.
Guardar Excel	Esta función se ha desarrollado para almacenar de manera estructurada los datos adquiridos durante el proceso de captura y procesamiento, a través de esta función se ha exportado la información relevante –como resultado de cálculos, mediciones o parámetros de interés- a un archivo en formato Excel (.xlsx) permitiendo su organización, análisis posterior y trazabilidad. Se ha garantizado que los datos registrados conserven la integridad y el formato adecuado para su interpretación o procesamiento adicional en herramientas de análisis de datos.
Nombre de paciente y evaluación	Esta función ha permitido registrar de forma manual y personalizada los datos de identificación y contexto de cada sesión, asegurando una correcta asociación entre los resultados obtenidos y la información del paciente evaluado. La incorporación de esta funcionalidad se ha diseñado para fortalecer la trazabilidad, organización y gestión de los datos almacenados, tanto en los archivos de grabación como en los reportes generados.

CAPITULO III

VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO

Con el objetivo de evaluar la precisión y confiabilidad del sistema de visión artificial desarrollado, se ha llevado a cabo un proceso de validación comparativa, esta validación se ha fundamentado en la comparación directa entre los resultados obtenidos por el prototipo y las mediciones realizadas manualmente por un fisioterapeuta especializado, considerado como referencia clínica.

La metodología empleada consistió en aplicar ambos métodos de forma paralela a un conjunto de participantes, registrando variables clave en el análisis de la marcha en la tarea de realizar un diagnóstico de patologías osteomusculares.

Además del análisis cinemático, también se ha validado la actividad muscular mediante electromiografía de superficie (EMG), con el fin de determinar si los patrones de activación detectados por el sistema corresponden a los valores esperados en cada fase del ciclo de la marcha.

Posteriormente, se han analizado los niveles de concordancia entre ambas mediciones, utilizando métricas estadísticas que permiten determinar el grado de similitud y el margen de error del sistema automatizado.

De acuerdo con la Tabla 18., a cada paciente se le ha asignado un identificador numérico, esta identificación ha sido empleada como referencia en la presentación de los resultados obtenidos y en los análisis subsecuentes, con el fin de mantener la trazabilidad de la información.

Para el presente estudio, se han empleado dos escalas de valoración que han permitido establecer una comparación entre la evaluación clínica del fisioterapeuta y los datos obtenidos mediante electromiografía de superficie (EMG).

La primera corresponde a la escala de valoración muscular manual, utilizada comúnmente por fisioterapeutas para calificar la fuerza muscular voluntaria. Esta escala ha asignado valores del 0 al 5, de acuerdo con los siguientes criterios.

Tabla 13. *Escala de valoración muscular manual (Ficha técnica).*

VALOR	DESCRIPCCIÓN
0	Ausencia del movimiento
1	Contracciones sin movimiento
2	Movimiento que no vence la gravedad
3	Movimiento completo contra la gravedad
4	Movimiento completo con fuerza normal y resistencia leve
5	Movimiento completo con fuerza normal y resistencia severa

Por otro lado, se ha diseñado una escala para interpretar visualmente la intensidad de la actividad muscular a partir de la señal observada en la gráfica EMG. Esta escala también utiliza valores del 0 al 5, asignando un nivel de fuerza estimado con base en la amplitud de la señal electromiográfica.

Tabla 14. *Escala de interpretación visual de la señal EMG.*

VALOR	DESCRIPCCIÓN
0	Nula
1	Muy débil
2	Débil
3	Buena
4	Fuerte
5	Muy fuerte

POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN Adultos y un niño del casco urbano de la ciudad de Popayán (entre 11 y 77 años) con alteraciones en la marcha.

MUESTRA. En este estudio se ha definido una muestra de 12 usuarios con alteración en la marcha y un usuario sin dificultad en la marcha.

CRITERIOS DE TIPIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CRITERIOS DE INCLUSION.

- Pacientes mayores de o iguales a 11 años
- Pacientes con y sin alteración en la marcha humana

- Pacientes con consentimiento autorizado, en caso de menor de edad consentimiento autorizado por su cuidador principal e idealmente con asentimiento informado, ver anexo 1.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

- Pacientes irritables, que no colaboren con el seguimiento de instrucciones para la evaluación.
- Pacientes que no realicen la marcha por si solos en el momento de realizar la toma del video

CUESTIONARIOS

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

Previo a la participación en el estudio, todos los pacientes fueron informados de manera clara y detallada sobre los objetivos, ver Anexo 2., procedimientos, beneficios y posibles riesgos del proyecto de investigación. Se garantizó que la participación fuera voluntaria y que los datos recopilados serían tratados con estricta confidencialidad, conforme a las normativas éticas y legales vigentes.

En el caso de participantes menores de edad o con capacidades limitadas para tomar decisiones, se obtuvo el asentimiento informado del participante y el consentimiento informado de sus representantes legales. Ambos documentos fueron firmados antes de iniciar cualquier procedimiento, asegurando así el respeto por los principios éticos de autonomía, beneficencia y justicia.

ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA

Este cuestionario tiene como objetivo recopilar información sociodemográfica, así como de datos relacionados con las características del empleo de los pacientes. Forma parte del protocolo de evaluación y permite registrar de manera sistemática los datos individuales de cada paciente, facilitando su seguimiento y análisis, ver Anexo 3.

FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA

La ficha de evaluación fisioterapéutica, ver Anexo 4., es un instrumento clínico utilizado para registrar de manera sistemática la información relevante del estado funcional del paciente. En el contexto de este estudio, esta ficha permitió documentar aspectos relacionados con la condición física, antecedentes médicos, hallazgos del examen físico y posibles limitaciones musculoesqueléticas que puedan influir en la marcha.

Este registro forma parte del protocolo de evaluación inicial y es fundamental para establecer un punto de partida en el análisis del patrón de marcha, así como para diseñar intervenciones personalizadas y realizar un seguimiento adecuado del progreso del paciente.

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

Esta encuesta, ver Anexo 5., fue diseñada con el propósito de evaluar el nivel de satisfacción y confianza de los pacientes respecto al proceso de evaluación fisioterapéutica y a la atención recibida durante su participación en el estudio. A través de preguntas estructuradas, se recopila información sobre la percepción del trato recibido, la claridad en la comunicación, el ambiente de evaluación y la confianza generada por el equipo profesional.

Los datos obtenidos permiten identificar fortalezas y posibles áreas de mejora en la atención, contribuyendo a optimizar la experiencia del paciente y reforzar la calidad del proceso terapéutico.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PROTOCOLO PARA REALIZAR LA EVALUACION A LOS PACIENTES

Se ha diseñado un protocolo para llevar a cabo la evaluación conforme a los requerimientos del hardware y el tipo de evaluación a realizar, ya que actualmente no se ha definido un protocolo estandarizado. Sin embargo, se han identificado algunas recomendaciones en trabajos previos que han contribuido a garantizar de forma confiable y eficaz la adquisición de datos y la evaluación de los datos.

Para llevar a cabo la evaluación se ha realizado una serie de actividades previamente planificadas. En primer lugar, se ha preparado el sitio donde se ha realizado la evaluación, conforme a lo descrito en el capítulo II, en la sección “Adecuación del espacio para la adquisición de datos”, de manera paralela se ha llevado a cabo la preparación del sistema,

ajustando las conexiones y posicionando adecuadamente los elementos hardware tal como se indica en la sección “Requerimientos técnicos para la adquisición de datos”.

Antes del inicio de la evaluación se han aplicado individualmente las encuestas correspondientes a cada paciente, de acuerdo con lo señalado en la sección “Cuestionarios” del capítulo II. Una vez terminadas estas actividades se han iniciado los programas desarrollados en Visual Studio Code y Arduino.

En el trascurso de las evaluaciones el personal médico ha dado las indicaciones relacionadas con los movimientos corporales que debía realizar el paciente, luego tras una señal de inicio, el paciente ha realizado los movimientos requeridos para registrar los ángulos clave involucrados en el proceso de marcha. De manera simultánea y siguiendo lo detallado en la sección “Interfaz” del capítulo II, se ejecuta la adquisición y el registro de datos en video.

Además, en las evaluaciones también se ha registrado un ciclo de marcha para obtener los ángulos presentes durante todo el desplazamiento, así como la actividad muscular (EMG), combinando el uso del entorno Arduino IDE con grabaciones de video y pantalla.

Luego de realizar la evaluación se ha invitado al paciente a responder una encuesta de satisfacción con el fin de conocer su percepción respecto al sistema y así establecer una base para futuras mejoras. Finalmente, todos los datos recopilados de cada paciente se han organizado en carpetas individuales, facilitando su análisis posterior y su uso como histórico.

CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

EDAD DE LOS PACIENTES

Tabla 15. *Edad de los pacientes.*

RANGO ETARIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Niñez (0-12 años)	1	7,7%
Juventud (18-29 años)	1	7,7%
Adultez temprana (30-44 años)	5	38,5%
Adultez media (45-59 años)	2	15,4%
Adultez mayor (60-74 años)	3	23,1%
Vejez (75 años o más)	1	7,7%
Total	13	100%

Esta distribución ha mostrado una predominancia de personas en edad adulta temprana y mayor, grupos prácticamente relevantes para el análisis de alteraciones de la marcha, dado que a partir de los 30 años se han presentado los primeros signos de deterioro funcional y en edades avanzadas han aumentado significativamente las patologías musculoesqueléticas y neurológicas que afectan el patrón de la marcha.

Tabla 16. *Valores descriptivos de la edad de los pacientes.*

DESCRIPCIÓN	VALOR

Edad mínima	11 años
Edad Máxima	77 años
Edad promedio (media)	44,46 años
Edad central (mediana)	40 años
Edad más frecuente (moda)	30 años
Desviación estándar	19,92 años

Estos valores han evidenciado una muestra relativamente dispersa, con una media que ha predominado en adultos de la etapa media de la vida y una desviación estándar que ha mostrado heterogeneidad etaria, lo cual ha resultado útil para validar el desempeño del sistema en un rango amplio de edades.

GÉNERO DE LOS PACIENTES

Tabla 17. *Género de los pacientes.*

GENERO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Mujeres	8	61.5%
Hombres	5	38.5%
Total	13	100%

Esta distribución ha mostrado una ligera predominancia en el género femenino, esta conformación ha permitido observar el comportamiento del sistema en ambos géneros, contribuyendo así a la validación del desempeño del modelo sin sesgo significativo hacia un solo género.

ETNIA DE LOS PACIENTES

Tabla 18. *Etnia de los pacientes.*

GENERO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Mestizo	13	100%
Total	13	100%

La totalidad de los pacientes se ha identificado como perteneciente al grupo mestizo, esta homogeneidad en la muestra ha limitado el análisis comparativo entre diferentes grupos étnicos, pero ha permitido mantener la consistencia en la evaluación del sistema.

ESTRATO SOCIECONOMICO DE LOS PACIENTES

Tabla 19. *Estrato socioeconómico de los pacientes.*

GENERO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)

Uno	0	0%
Dos	2	15,4%
Tres	6	46,2%
Cuatro +	5	38,5%
Total	13	100%

La muestra evidencia que ha estado conformada principalmente por personas pertenecientes a los estratos 3 (46,2%) y 4 o superior (38,5%), seguidos por una menor representación del estrato 2 (15,4%) y sin participación del estrato 1 o menor, esta distribución ha reflejado una mayor presencia de que los pacientes provienen de sectores medios y medios altos, lo cual ha influido en las condiciones de acceso a tecnologías, servicios de salud y nivel educativo, factores que pueden estar asociados al conocimiento previo y compresión del uso de sistemas tecnológicos como el propuesto en este proyecto

Tabla 20. *Nivel educativo de los pacientes.*

NIVEL EDUCATIVO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Primaria	1	7,7%
Secundaria	0	0%
Técnico/Tecnólogo	2	15,4%
Universitario	5	38,5
Especialista/Maestría	3	23,1
Posgrado	0	0%
Total	13	100%

Esta distribución ha evidenciado un perfil educativo medio-alto en la población evaluada, lo cual ha podido favorecer la compresión de las instrucciones durante la recolección de datos y la adecuada interacción con el sistema de visión artificial.

Tabla 21. *Régimen de salud de los pacientes.*

REGIMEN	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Subsidiado	4	30,8%
Contributivo	9	69,2%
Total	13	100%

La muestra se ha conformado en su mayoría por personas adscritas al régimen contributivo (69,2%), mientras que el (30,8%) restante ha estado vinculado al régimen subsidiado, esta distribución ha evidenciado una mayor presencia de participantes con capacidad de contribución al sistema de salud, lo cual puede estar relacionado con el nivel educativo observado en la muestra y con un posible mayor acceso a servicios especializados.

Tabla 22. *Identificación e información inicial de los pacientes.*

PACIENTE	GENERO	EDAD	PESO (kg)	ESTATURA (cm)	IMC
1	Masculino	11	31	136	16
2	Femenino	28	64	161	23,8
3	Femenino	30	59	158	23
4	Masculino	30	97	181	29,6
5	Masculine	32	89	176	28,7
6	Femenino	35	70	156	28,8
7	Masculino	40	82	176	26,5
8	Femenino	46	60	171	20,5
9	Femenino	48	80	168	28,3
10	Masculino	61	66	165	24
11	Femenino	66	64	158	25
12	Femenino	74	56	155	23,3
13	Femenino	77	68	165	25

La población evaluada ha estado conformada por 13 personas, cuyas edades han estado en un rango entre los 11 y 77 años, esta variación ha permitido abarcar distintas etapas del ciclo de vida, desde la niñez hasta la vejez, en términos de género, la mayoría de los participantes han sido del sexo femenino (61,5%), mientas que el (38.5%) restante ha correspondido a participantes del sexo masculino.

En base a los datos antropométricos, el peso corporal ha variado entre un rango de 31kg y 97kg, mientras que la estatura ha estado comprendida entre 1,36mt y 1,81mt, con estos valores se ha calculado el índice de masa corporal (IMC) de cada paciente, esta variable ha sido de gran ayuda para contextualizar el estado nutricional de los participantes, esta variable se ha evidenciado en un rango entre 16 (bajo de peso) y 29,6 (sobrepeso limite), esto ha permitido tener diferentes pacientes con distintas condiciones físicas, lo cual ha enriquecido el análisis biomecánico de la marcha humana.

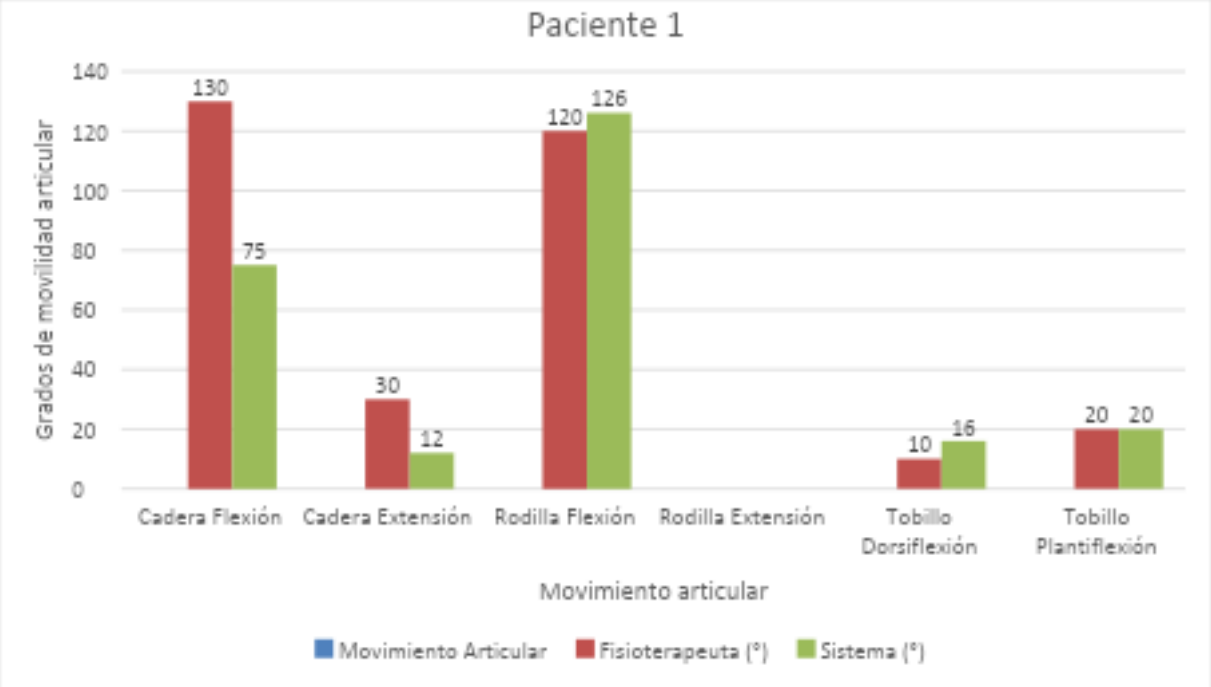
Esta caracterización ha sido fundamental para validar el sistema de visión artificial en condiciones reales, al considerar diversidad etaria, de género y de composición corporal, variables que pueden influir en el patrón de la marcha.

PACIENTE 1

Tabla 23. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 1.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	130	75	55	42.31%	57.69%
Cadera - Extensión	30	12	18	60.00%	40.00%
Rodilla - Flexión	120	126	6	5.00%	105.00%
Rodilla - Extensión	0	0	0	0.00%	100.00%
Tobillo - Dorsiflexión	10	16	6	60.00%	160.00%
Tobillo - Plantiflexión	20	20	0	0.00%	100.00%

Figura 41. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 1.*



El sistema ha mostrado alta precisión en articulaciones con buena movilidad y visibilidad, como rodilla y tobillo en plantiflexión, con errores entre 0% y 5%, lo que confirma el buen funcionamiento de la triangulación estéreo y el modelo de MediaPipe en condiciones óptimas. También ha detectado correctamente rangos nulos (0°), validando su capacidad para identificar ausencia de movimiento, útil en el análisis de marcha.

Figura 42. *EMG paciente 1.*

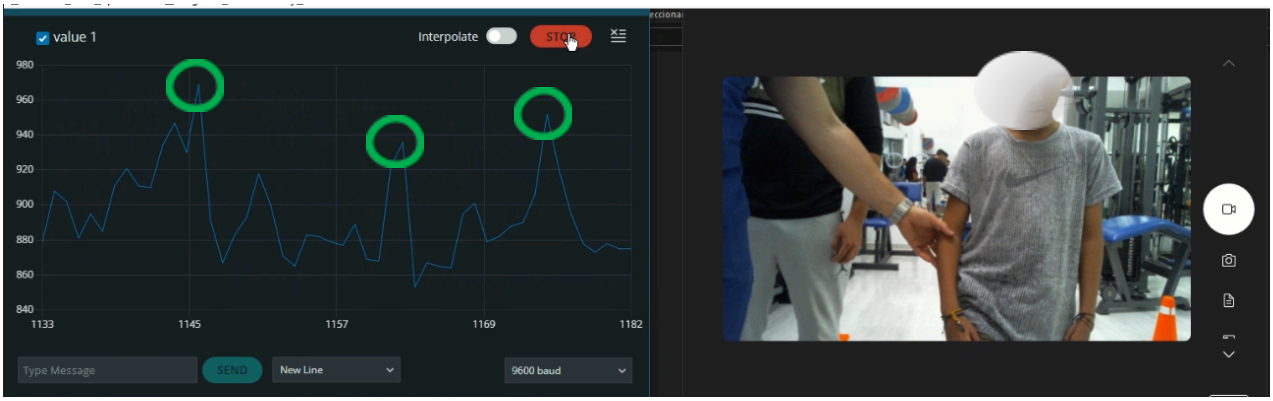
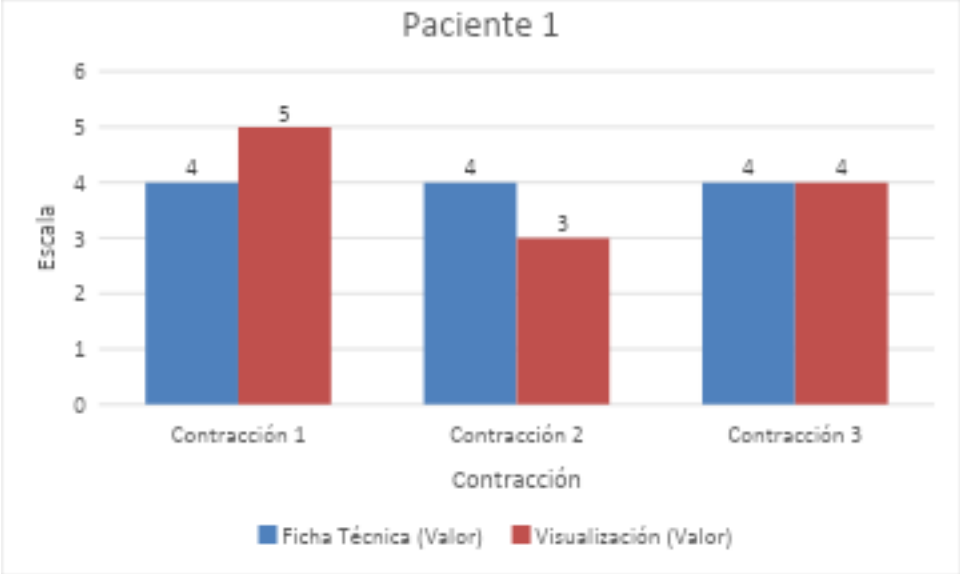


Figura 43. *Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 1.*



Este análisis tiene como objetivo comparar la evaluación clínica del fisioterapeuta con los datos obtenidos a través de la visualización de la actividad muscular en la señal EMG, como parte del proceso de validación de un sistema de medición de fuerza muscular.

FICHA TÉCNICA (EVALUACIÓN DEL FISIOTERAPEUTA). El fisioterapeuta asignó un valor de 4 a las tres contracciones musculares, lo que indica un movimiento completo con fuerza normal y resistencia leve. Este valor representa una fuerza muscular funcional, aunque no al nivel máximo (resistencia severa)

.

VISUALIZACIÓN EMG.

- Contracción 1: Registrada como muy fuerte (valor 5).

- Contracción 2: Registrada como buena (valor 3).
- Contracción 3: Registrada como fuerte (valor 4).

ANÁLISIS COMPARATIVO.

CONTRACCIÓN 1.

- Según la ficha técnica, la fuerza observada fue de 4, mientras que en la gráfica EMG se visualizó como muy fuerte (valor 5).
- Esta diferencia sugiere que el sistema EMG captó una mayor activación muscular de la que fue percibida clínicamente, lo cual puede deberse a una mayor sensibilidad del sensor ante ciertos picos eléctricos, o a una diferencia en el tipo de resistencia aplicada durante la evaluación.

CONTRACCIÓN 2.

- La evaluación del fisioterapeuta fue nuevamente de 4, pero la gráfica mostró una contracción buena (valor 3).
- Esta diferencia podría reflejar fatiga muscular, una disminución en la intensidad del esfuerzo voluntario, o variabilidad en la calidad de la señal captada por el sensor.

CONTRACCIÓN 3.

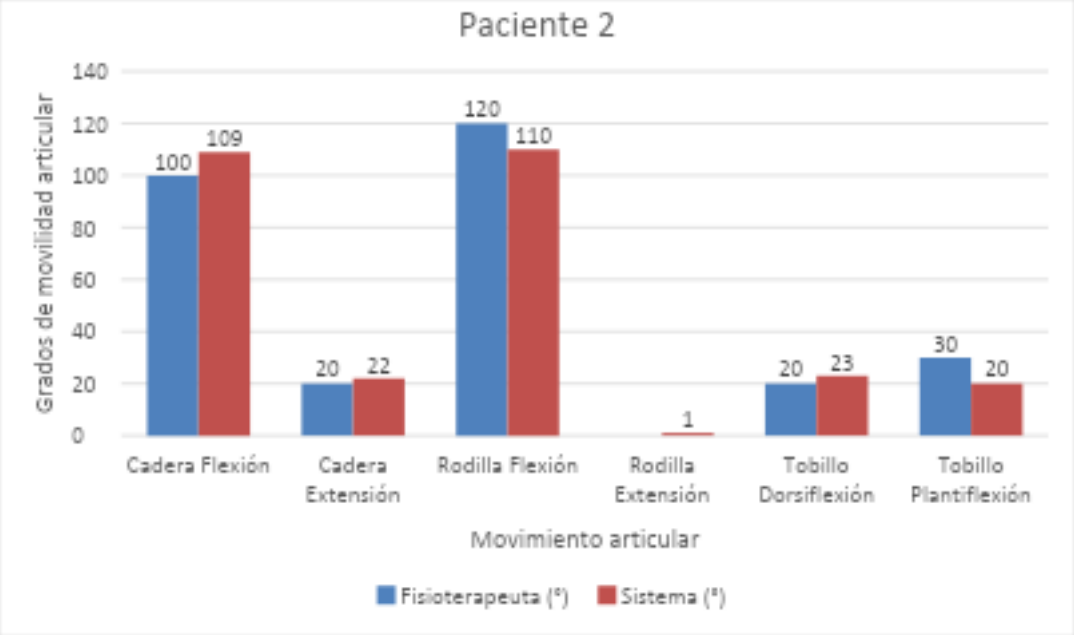
- El valor clínico fue 4, y la visualización EMG arrojó también un valor de fuerte (4).
- Aquí se observa una coincidencia directa, lo que respalda la confiabilidad del sistema en esta medición específica.

PACIENTE 2

Tabla 24. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 2.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	REFERENCIA HUMANA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	100	109	9	9.00%	91.00%
Cadera - Extensión	20	22	2	10.00%	90.00%
Rodilla - Flexión	120	110	10	8.33%	91.67%
Rodilla - Extensión	0	1	1	—	—
Tobillo - Dorsiflexión	20	23	3	15.00%	85.00%
Tobillo - Plantiflexión	30	20	10	33.33%	66.67%

Figura 44. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 2.*



El sistema ha mostrado un buen desempeño en la cadera (flexión y extensión), con errores menores al 10%, lo que representa una mejora notable respecto a evaluaciones previas. En la rodilla, la flexión ha presentado un error aceptable del 8,33%, dentro de los márgenes funcionales esperados para sistemas de visión no invasiva, mientras que la extensión ha registrado solo 1˚ de desviación, lo que evidencia una excelente resolución en rangos bajos, donde la triangulación estéreo y MediaPipe han respondido eficazmente.

Figura 45. *Emg paciente 2.*

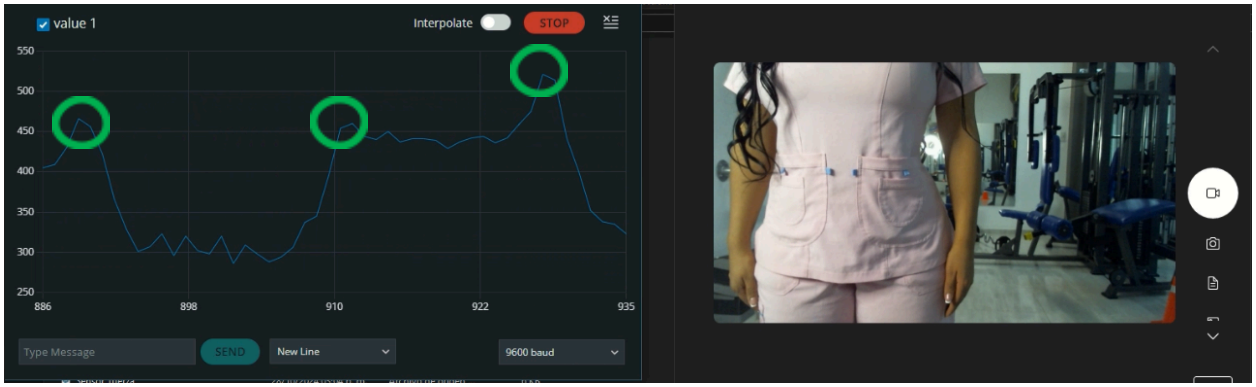
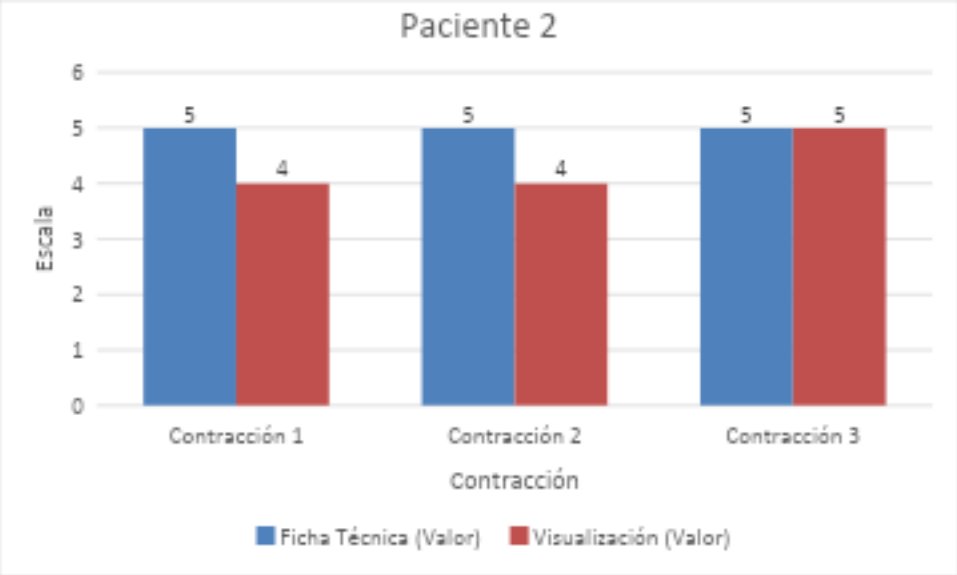


Figura 46. *Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 2.*



El presente análisis busca establecer la relación entre los valores asignados por el fisioterapeuta (ficha técnica) y la visualización electromiográfica (EMG) obtenida durante la ejecución de tres contracciones musculares, como parte del proceso de validación del sistema EMG.

FICHA TÉCNICA (EVALUACIÓN DEL FISIOTERAPEUTA). El fisioterapeuta asignó un valor de 5 para las tres contracciones, lo que representa un movimiento completo con fuerza normal y resistencia severa, correspondiente al máximo nivel de fuerza muscular en la escala utilizada.

VISUALIZACIÓN EMG.

- Contracción 1: Evaluada como fuerte (valor 4).
- Contracción 2: Evaluada como fuerte (valor 4).
- Contracción 3: Evaluada como muy fuerte (valor 5).

ANÁLISIS COMPARATIVO.

CONTRACCIÓN 1.

- El valor clínico fue 5, pero el EMG mostró un nivel de activación de 4 (fuerte).
- Esta diferencia sugiere una ligera subestimación por parte del sistema EMG respecto al nivel de fuerza percibido clínicamente. Posibles causas incluyen la calibración específica del sensor o factores como el inicio de la contracción con menor intensidad.

CONTRACCIÓN 2.

- El fisioterapeuta mantuvo la evaluación en 5, mientras que la visualización EMG también volvió a marcar 4.
- La consistencia entre las dos primeras contracciones en la señal EMG podría deberse a una respuesta muscular similar en ambas, aunque ligeramente por debajo de la percepción clínica. La diferencia puede explicarse por el ajuste de ganancia del sensor o por diferencias en el reclutamiento neuromuscular.

CONTRACCIÓN 3.

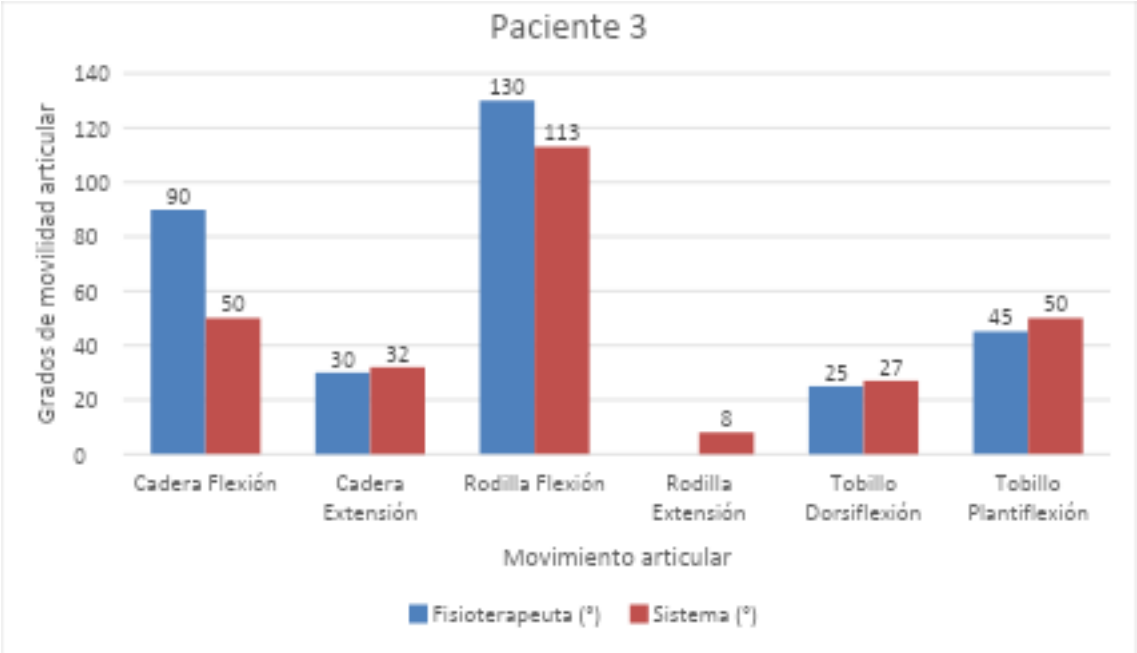
- En este caso, tanto la ficha técnica como el EMG mostraron muy fuerte (valor 5), lo que indica una coincidencia total entre la observación clínica y el registro electromiográfico.
- Esta coincidencia sugiere que el sistema EMG es capaz de captar con precisión niveles máximos de activación muscular bajo ciertas condiciones.

PACIENTE 3

Tabla 25. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 3.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	90	50	40	44.44%	55.56%
Cadera - Extensión	30	32	2	6.67%	93.33%
Rodilla - Flexión	130	113	17	13.08%	86.92%
Rodilla - Extensión	0	8	8	—	—
Tobillo - Dorsiflexión	25	27	2	8.00%	92.00%
Tobillo - Plantiflexión	45	50	5	11.11%	88.89%

Figura 47. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 3.*



El sistema ha mostrado un desempeño sólido, alcanzando una precisión alta (error <15%) en 4 de los 6 movimientos analizados

- Cadera extensión (6.67%)
- Rodilla flexión (13.08%)
- Dorsiflexión (8%)
- Plantiflexión (11.11%)

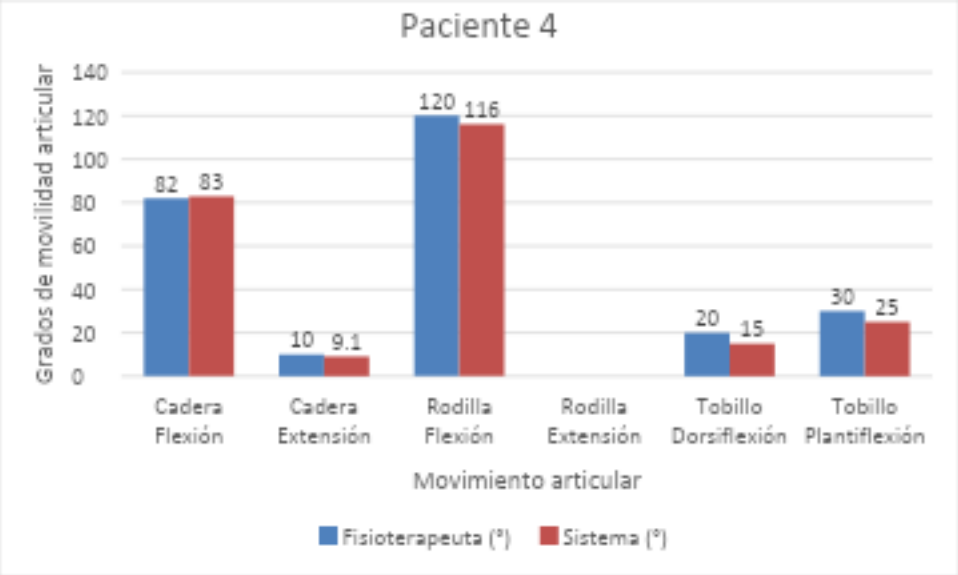
Esto demuestra que el sistema, aun sin el uso de marcadores, ha funcionado de manera robusta en diversas zonas anatómicas, incluyendo segmentos móviles como tobillo y rodilla.

PACIENTE 4

Tabla 26. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 4.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	82	83	1	1.22%	98.78%
Cadera - Extensión	10	9.1	0.9	9.00%	91.00%
Rodilla - Flexión	120	116	4	3.33%	96.67%
Rodilla - Extensión	0	0	0	—	100.00%
Tobillo - Dorsiflexión	20	15	5	25.00%	75.00%
Tobillo - Plantiflexión	30	25	5	16.67%	83.33%

Figura 48. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 4.*



El sistema ha mostrado un rendimiento sobresaliente en la mayoría de las articulaciones. La flexión y extensión de cadera, así como la flexión de rodilla, han presentado errores muy bajos (1° a 4%) y una precisión superior al 90%. Además, la extensión de rodilla ha sido perfectamente estimada (0° de error), lo que indica una alta estabilidad del sistema en fases estáticas o de apoyo.

Figura 49. *Emg paciente 4.*

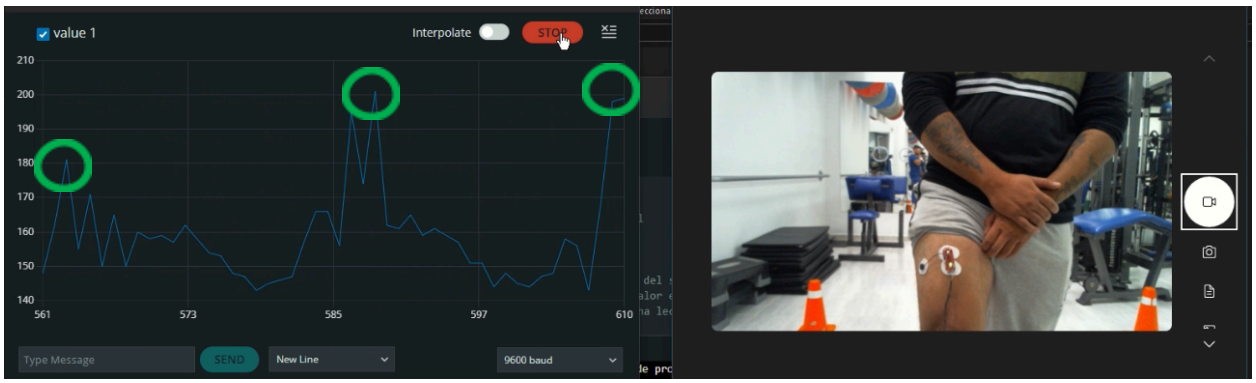
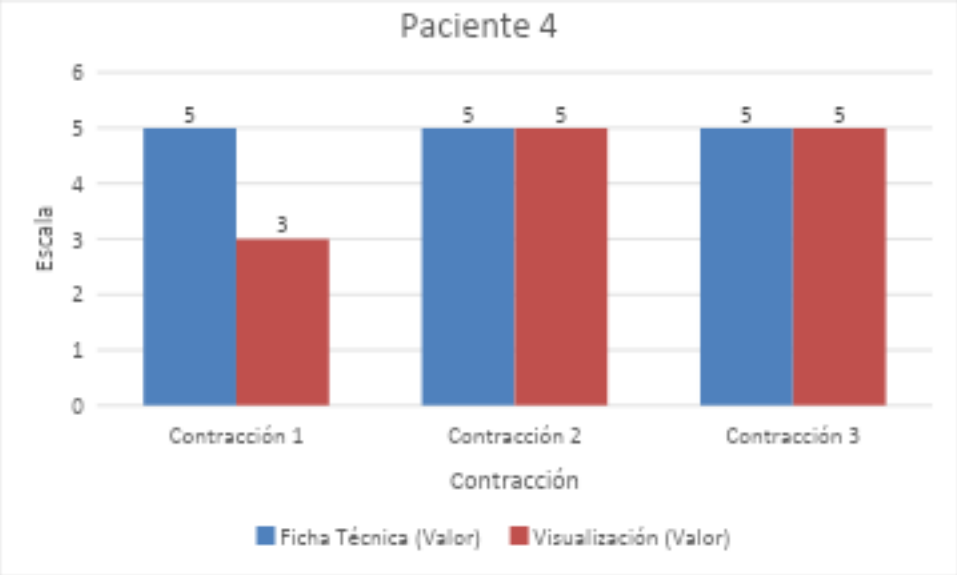


Figura 50. *Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 4.*



Este análisis compara los resultados de la evaluación clínica del fisioterapeuta (ficha técnica) con la visualización de la actividad muscular en la gráfica EMG, con el propósito de validar la correspondencia entre la observación profesional y los datos captados por el sistema de medición electromiográfica.

FICHA TÉCNICA (EVALUACIÓN DEL FISIOTERAPEUTA). El fisioterapeuta asignó un valor de 5 a las tres contracciones, lo que indica un movimiento completo con fuerza normal y resistencia severa, correspondiente al nivel más alto de fuerza muscular según la escala utilizada.

VISUALIZACIÓN EMG.

- Contracción 1: Fue registrada como fuerte (valor 4) en la gráfica.
- Contracción 2: Se observó como fuerte (valor 4).
- Contracción 3: Se visualizó como muy fuerte (valor 5).

ANÁLISIS COMPARATIVO.

CONTRACCIÓN 1.

- El fisioterapeuta evaluó esta contracción con un valor de 5, señalando una fuerza muscular máxima.
- La señal en la gráfica EMG mostró un valor de 4 (fuerte), ligeramente por debajo de lo esperado. Esta diferencia puede deberse a una variación en la activación neuromuscular registrada por el sensor, ajustes de ganancia o incluso a la

influencia de factores como la posición del electrodo o el nivel de esfuerzo voluntario.

CONTRACCIÓN 2.

- Nuevamente, el fisioterapeuta asignó un valor de 5.
- El EMG visualizó una contracción también de fuerte (valor 4), coincidiendo con la intensidad observada en la contracción anterior. La repetición de un valor inferior al clínico podría reflejar fatiga muscular temprana, o bien una sensibilidad reducida del sistema ante niveles altos de esfuerzo mantenido.

CONTRACCIÓN 3.

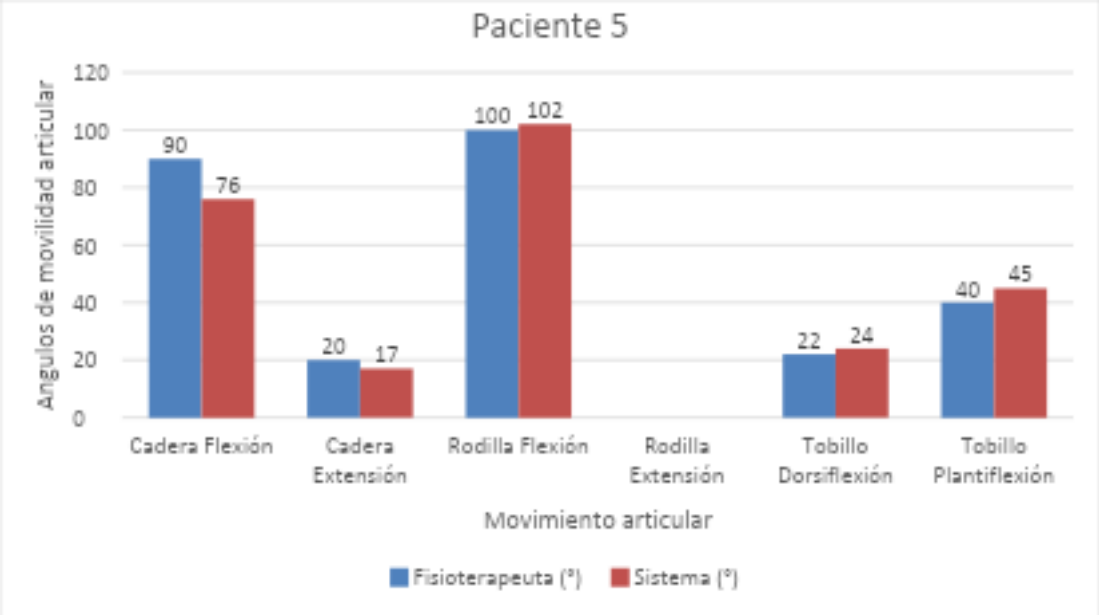
- La evaluación del fisioterapeuta permaneció en 5.
- En este caso, la gráfica EMG reflejó una contracción muy fuerte (valor 5), lo que indica una coincidencia total entre la observación clínica y la señal electromiográfica. Esto sugiere una activación muscular óptima, captada eficazmente por el sensor.

PACIENTE 5

Tabla 27. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 5.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	90	76	14	15.56%	84.44%
Cadera - Extensión	20	17	3	15.00%	85.00%
Rodilla - Flexión	100	102	2	2.00%	98.00%
Rodilla - Extensión	0	0	0	—	100.00%
Tobillo - Dorsiflexión	22	24	2	9.09%	90.91%
Tobillo - Plantiflexión	40	45	5	12.50%	87.50%

Figura 51. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 5.*



El sistema ha mostrado un buen desempeño global, con una precisión aceptable o alta (≥85%) en todas las mediciones y errores absolutos muy bajos en rodilla y tobillo. En particular:

- **RODILLA (FLEXIÓN Y EXTENSIÓN)**

  ha demostrado un excelente desempeño, con solo 2° de error en flexión y exactitud total en extensión.

- **TOBILLO**

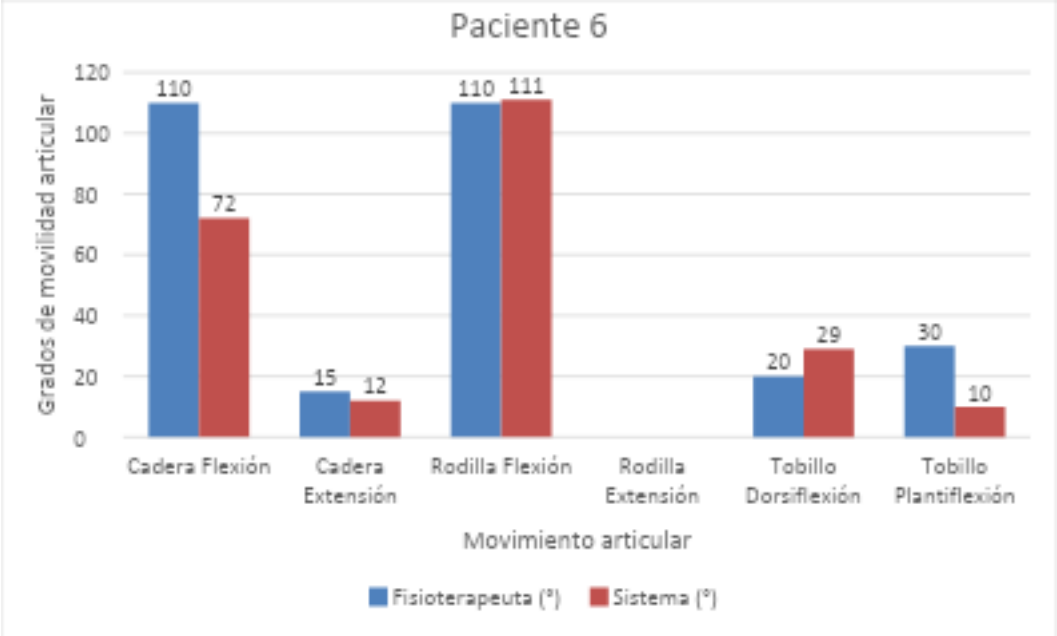
  ha mostrado una mejora clara en comparación con pacientes anteriores, sugiriendo que el sistema puede funcionar de manera robusta en extremidades distales bajo condiciones visuales favorables.

PACIENTE 6

Tabla 28. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 6.*

Articulación / Movimiento	Fisioterapeuta (°)	Sistema (°)	Error Absoluto (°)	Error Relativo (%)	Precisión (%)
Cadera - Flexión	110	72	38	34.55%	65.45%
Cadera - Extensión	15	12	3	20.00%	80.00%
Rodilla - Flexión	110	111	1	0.91%	99.09%
Rodilla - Extensión	0	0	0	—	100.00%
Tobillo - Dorsiflexión	20	29	9	45.00%	55.00%
Tobillo - Plantiflexión	30	10	20	66.67%	33.33%

Figura 52. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 6.*



El sistema ha mostrado un desempeño excelente en la articulación de la rodilla, con solo 1° de error en flexión (99.09% de precisión) y 0° de error en extensión, igual que en casos anteriores. Estos resultados refuerzan la confiabilidad del sistema para evaluar la fase de oscilación y la extensión total en la marcha, especialmente en condiciones de buena visibilidad lateral.

Figura 53. *Emg paciente 6.*

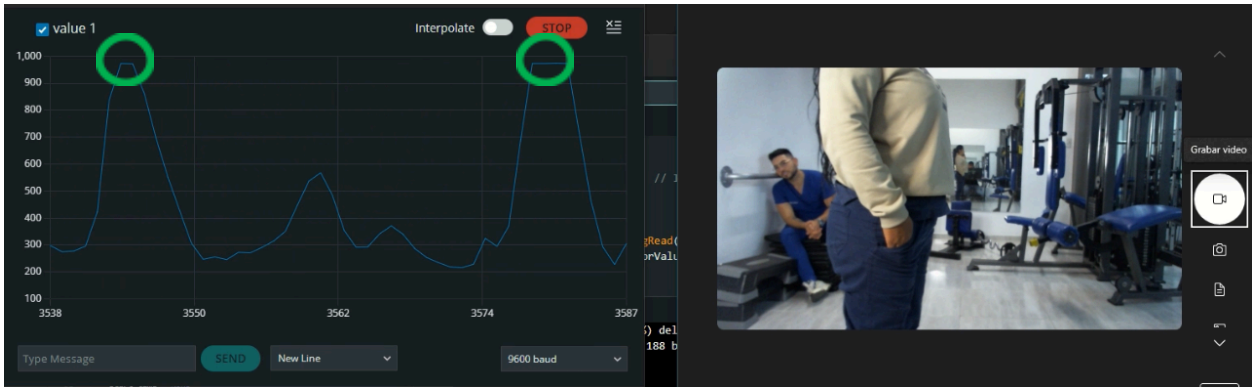
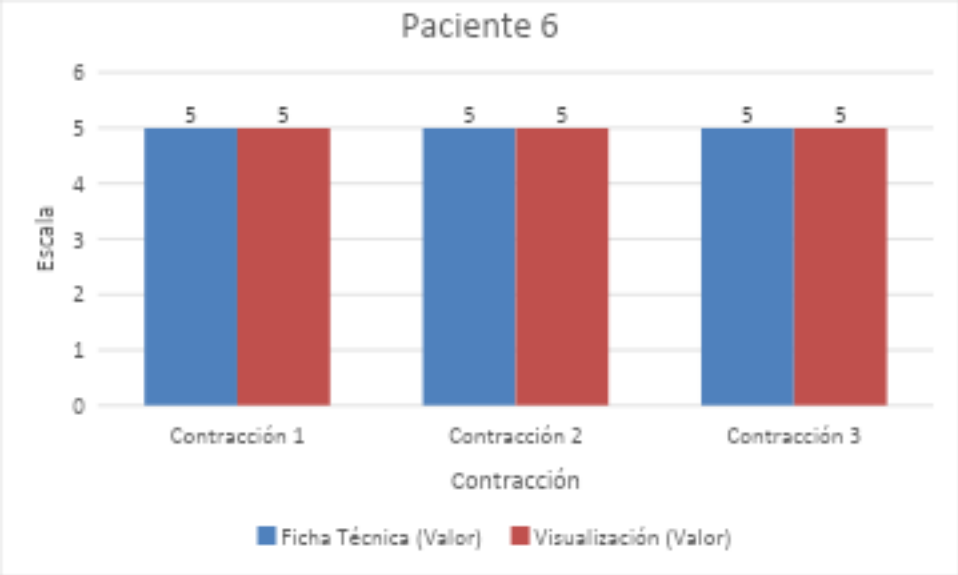


Figura 54. *Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 6.*



Este análisis tiene como finalidad comparar la evaluación clínica realizada por el fisioterapeuta, a través de la ficha técnica, con la visualización de la señal electromiográfica (EMG) obtenida durante la ejecución de tres contracciones musculares. Esta comparación contribuye a validar la efectividad del sistema EMG en la medición objetiva de la fuerza muscular.

FICHA TÉCNICA (EVALUACIÓN DEL FISIOTERAPEUTA). El fisioterapeuta asignó un valor de 5 a todas las contracciones, lo que corresponde a un movimiento completo con fuerza normal y resistencia severa, es decir, el nivel más alto de fuerza muscular según la escala utilizada.

VISUALIZACIÓN EMG.

- Contracción 1: Muy fuerte (valor 5).
- Contracción 2: Muy fuerte (valor 5).
- Contracción 3: Muy fuerte (valor 5).

ANÁLISIS COMPARATIVO. En este caso, se observa una coincidencia total entre la evaluación clínica del fisioterapeuta y los registros visuales obtenidos en la gráfica EMG. Las tres contracciones fueron calificadas como muy fuertes, tanto en la ficha técnica como en la señal electromiográfica, lo que indica que el sistema EMG fue capaz de detectar de manera precisa el nivel máximo de activación muscular en todas las repeticiones.

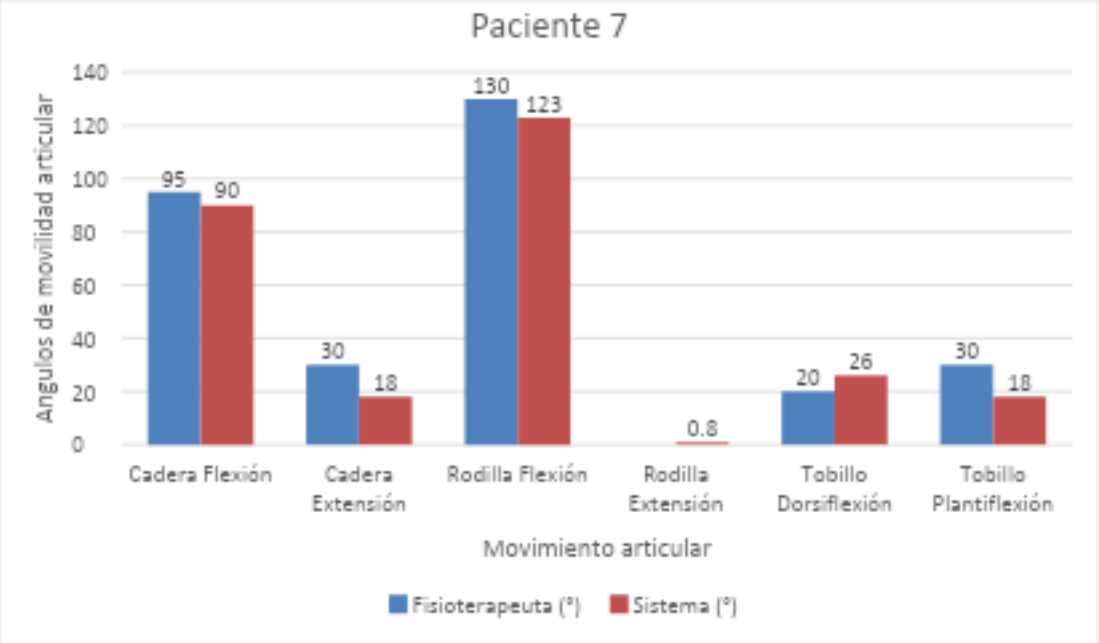
Esta correspondencia refuerza la validez y confiabilidad del sistema EMG para evaluar niveles altos de fuerza muscular, y demuestra que, bajo condiciones controladas, el sistema puede reflejar fielmente la percepción clínica del evaluador experto.

PACIENTE 7

Tabla 29. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 7.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	95	90	5	5.26%	94.74%
Cadera - Extensión	30	18	12	40.00%	60.00%
Rodilla - Flexión	130	123	7	5.38%	94.62%
Rodilla - Extensión	0	0.8	0.8	—	99.23%
Tobillo - Dorsiflexión	20	26	6	30.00%	70.00%
Tobillo - Plantiflexión	30	18	12	40.00%	60.00%

Figura 55. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 7.*



El sistema ha mostrado una excelente precisión en cadera flexión, con un error pequeño de 5° (95% de precisión), lo que indica un buen desempeño en este movimiento. En rodilla flexión, el sistema también ha mantenido un desempeño dentro de márgenes aceptables, con un error de 7°. Además, en rodilla extensión, ha logrado un rendimiento casi perfecto (0.8° de error y 99.23% de precisión), destacándose en el cálculo de ángulos cercanos a 0°.

Figura 56. *Emg paciente 7.*

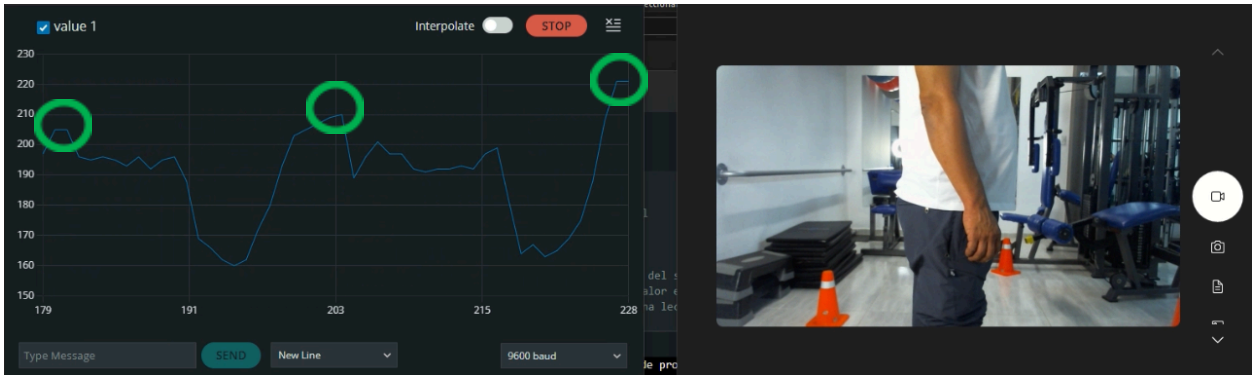
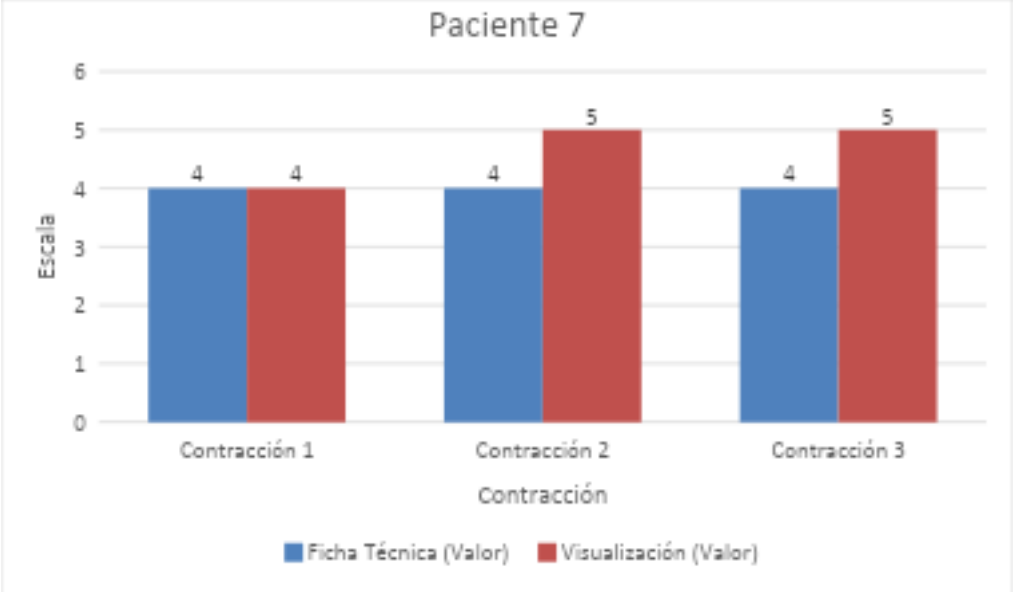


Figura 57. *Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 7.*



Este análisis establece la relación entre la evaluación clínica del fisioterapeuta y los datos obtenidos mediante la visualización de la actividad muscular en la gráfica EMG, con el objetivo de validar la eficacia del sistema desarrollado para medir la fuerza muscular.

FICHA TÉCNICA (EVALUACIÓN DEL FISIOTERAPEUTA). El fisioterapeuta asignó un valor de 4 a todas las contracciones, lo que indica un movimiento completo con fuerza normal y resistencia leve. Este nivel representa una fuerza funcional sólida, aunque no en su máximo nivel.

VISUALIZACIÓN EMG.

- Contracción 1: Fuerte (valor 4).
- Contracción 2: Muy fuerte (valor 5).
- Contracción 3: Muy fuerte (valor 5).

ANÁLISIS COMPARATIVO.

CONTRACCIÓN 1.

- Tanto la ficha técnica como el EMG reportan un valor de 4 (fuerte), lo que refleja una coincidencia directa entre la observación clínica y la actividad muscular registrada.
- Esta concordancia sugiere que el sistema EMG puede reflejar con precisión contracciones de intensidad media-alta.

CONTRACCIÓN 2.

- Mientras el fisioterapeuta mantuvo la calificación en 4, la visualización EMG mostró un nivel superior de muy fuerte (valor 5).
- Esta diferencia puede deberse a una mayor activación neuromuscular detectada por el sensor durante esa contracción, lo que podría haber pasado desapercibido al tacto clínico o haber sido influenciado por un pico eléctrico puntual.

CONTRACCIÓN 3.

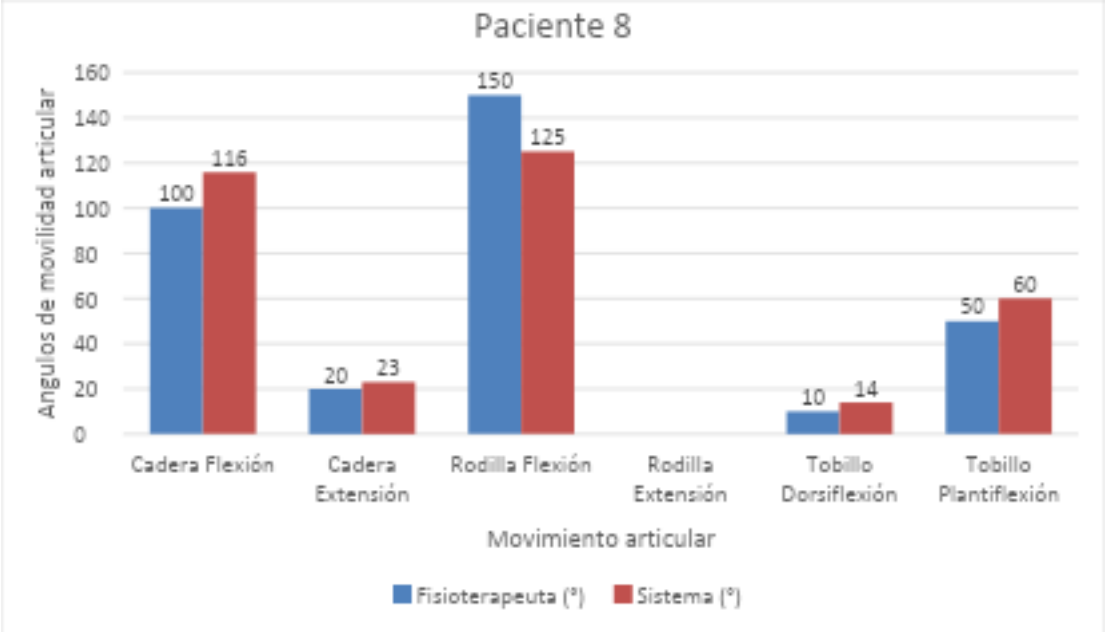
- Se repite la discrepancia anterior: la evaluación clínica es 4, mientras que el EMG muestra muy fuerte (valor 5).
- Esto sugiere que el sistema EMG fue más sensible a la variación de la fuerza, posiblemente detectando un aumento de activación muscular que no fue percibido como significativo por el fisioterapeuta, o que el paciente reclutó más unidades motoras en esta última contracción.

PACIENTE 8

Tabla 30. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 8.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	100	116	16	16.00%	84.00%
Cadera - Extensión	20	23	3	15.00%	85.00%
Rodilla - Flexión	150	125	25	16.67%	83.33%
Rodilla - Extensión	0	0	0	—	100.00%
Tobillo - Dorsiflexión	10	14	4	40.00%	60.00%
Tobillo - Plantiflexión	50	60	10	20.00%	80.00%

Figura 58. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 8.*



El sistema ha mostrado un desempeño perfecto en extensión de rodilla (0˚ de error), lo que indica una excelente calibración para detectar posiciones extremas (0˚ o 180˚). En cuanto a la flexión de rodilla, el sistema ha presentado un error relativo de 16.67%, lo cual es notable, pero no inusual en ángulos grandes.

Figura 59. *Emg paciente 8.*

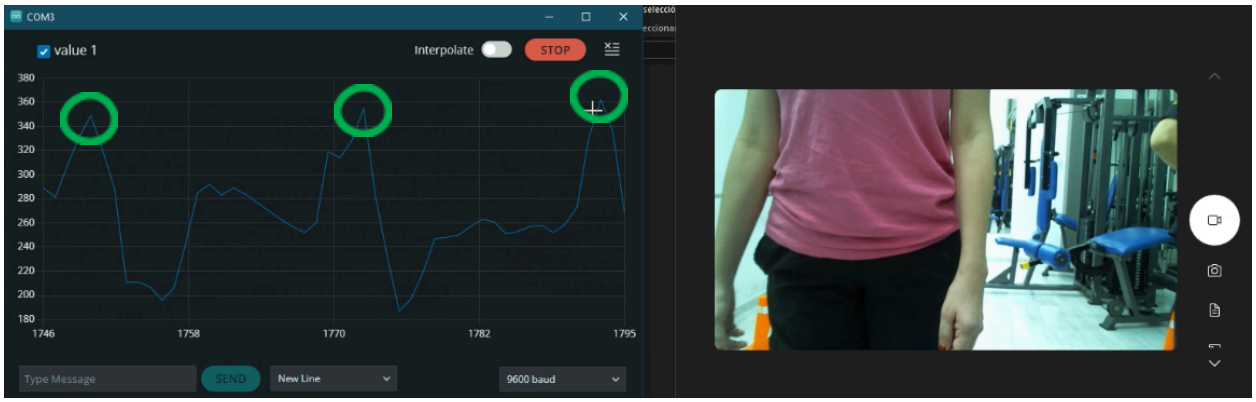
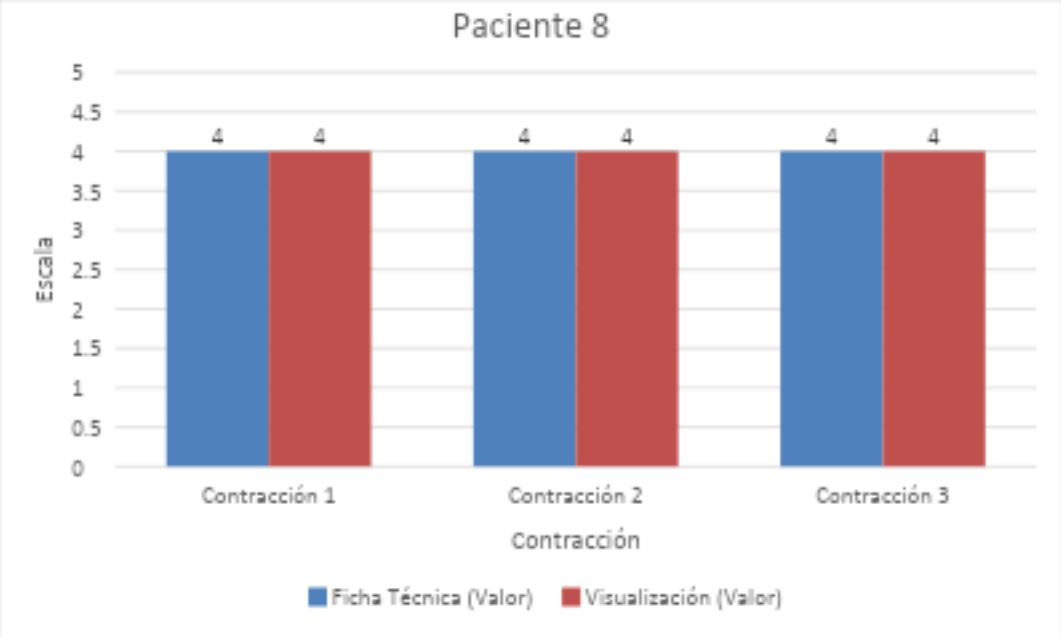


Figura 60. *Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 8.*



Este análisis tiene como propósito establecer la relación entre la evaluación clínica realizada por el fisioterapeuta y la actividad muscular registrada mediante EMG, a través de tres contracciones voluntarias realizadas durante la validación del sistema de medición electromiográfica.

FICHA TÉCNICA (EVALUACIÓN DEL FISIOTERAPEUTA). El fisioterapeuta asignó un valor de 4 para todas las contracciones, lo que corresponde a un movimiento completo con fuerza normal y resistencia leve, según la escala de valoración muscular manual utilizada en fisioterapia.

VISUALIZACIÓN EMG.

- Contracción 1: Fuerte (valor 4).
- Contracción 2: Fuerte (valor 4).
- Contracción 3: Fuerte (valor 4).

ANÁLISIS COMPARATIVO. En este caso, se observa una coincidencia total entre los valores asignados por el fisioterapeuta y los datos visualizados en la gráfica del sistema EMG. Las tres contracciones fueron calificadas como fuertes (valor 4) tanto en la evaluación clínica como en la señal electromiográfica.

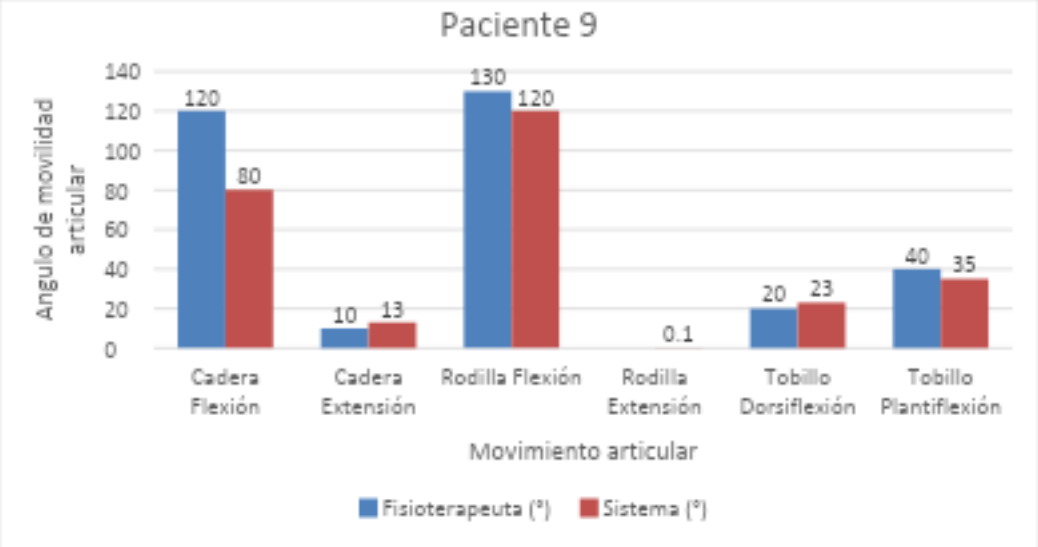
Esta concordancia indica que el sistema EMG ha sido capaz de detectar con precisión el nivel de activación muscular esperado, y que los valores registrados coinciden con la percepción clínica del evaluador experto. No se evidencian variaciones notables ni discrepancias significativas entre ambas fuentes de información.

PACIENTE 9

Tabla 31. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 9.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	120	80	40	33.33%	66.67%
Cadera - Extensión	10	13	3	30.00%	70.00%
Rodilla - Flexión	130	120	10	7.69%	92.31%
Rodilla - Extensión	0	0.1	0.1	—	99.92%
Tobillo - Dorsiflexión	20	23	3	15.00%	85.00%
Tobillo - Plantiflexión	40	35	5	12.50%	87.50%

Figura 61. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 9.*



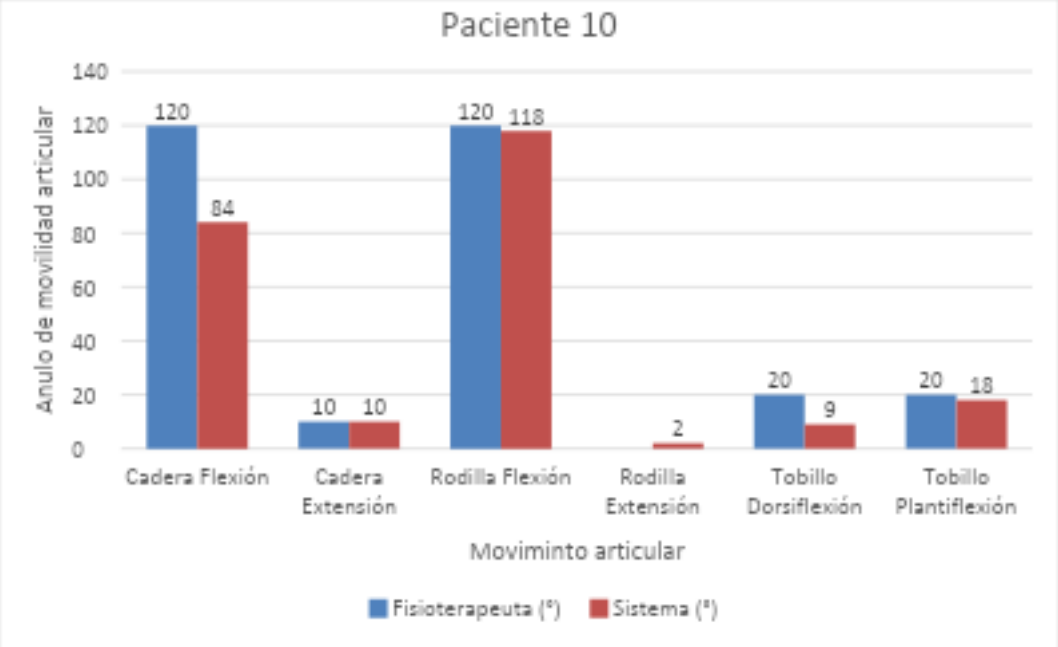
El sistema ha mostrado un desempeño casi perfecto en la rodilla. En flexión de rodilla, el error de 10° (7.69%) se encuentra dentro de un rango aceptable, mientras que en extensión de rodilla, el error ha sido de solo 0.1°, lo que refleja la capacidad del sistema para detectar posiciones extremas con alta precisión.

PACIENTE 10

Tabla 32. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 10.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	120	84	36	30.00%	70.00%
Cadera - Extensión	10	10	0	0.00%	100.00%
Rodilla - Flexión	120	118	2	1.67%	98.33%
Rodilla - Extensión	0	2	2	—	98.00%
Tobillo - Dorsiflexión	20	9	11	55.00%	45.00%
Tobillo - Plantiflexión	20	18	2	10.00%	90.00%

Figura 62. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 10.*



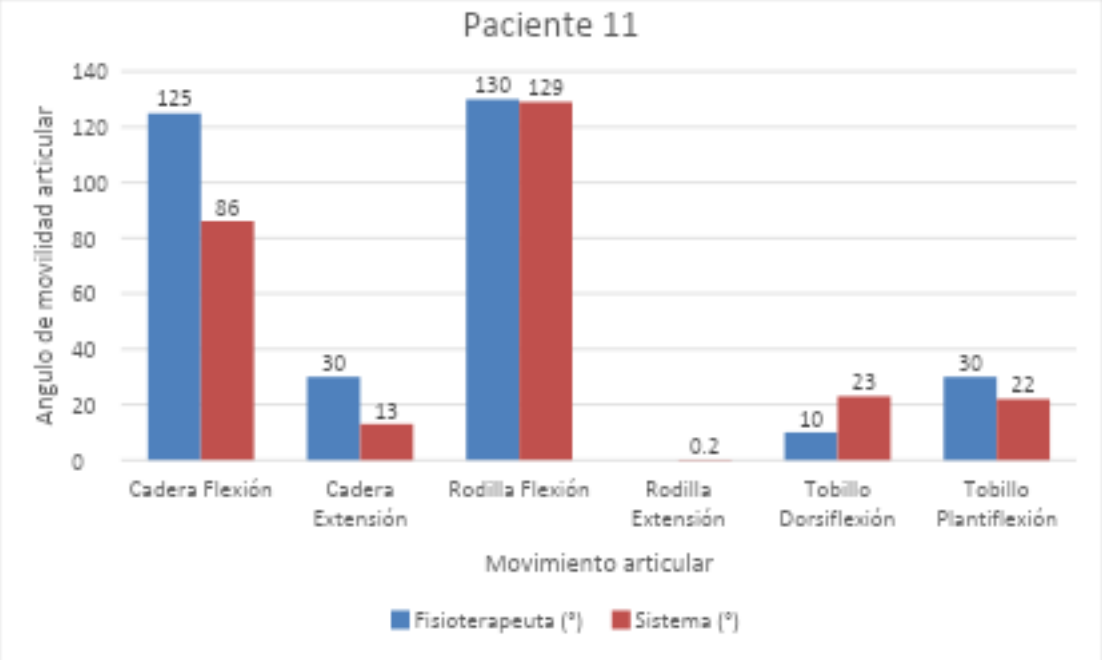
El sistema ha mostrado un desempeño sobresaliente en extensión de cadera, con un error de 0°, lo que evidencia una excelente capacidad para medir ángulos cercanos a 0°. En la rodilla, el desempeño también ha sido muy positivo: en flexión, el error ha sido de solo 2° (1.67%), reflejando una alta precisión, mientras que en extensión, el error de 2° mantiene un nivel aceptable de exactitud (98%).

PACIENTE 11

Tabla 33. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 11.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	125	86	39	31.20%	68.80%
Cadera - Extensión	30	13	17	56.67%	43.33%
Rodilla - Flexión	130	129	1	0.77%	99.23%
Rodilla - Extensión	0	0.2	0.2	—	99.90%
Tobillo - Dorsiflexión	10	23	13	130.00%	30.00%
Tobillo - Plantiflexión	30	22	8	26.67%	73.33%

Figura 63. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 11.*



El sistema ha demostrado un desempeño sobresaliente en la rodilla, con un error de solo 1° en flexión (0.77%) y de 0.2° en extensión, lo que refleja una excelente precisión y confirma su capacidad para detectar ángulos cercanos a 0° con gran exactitud.

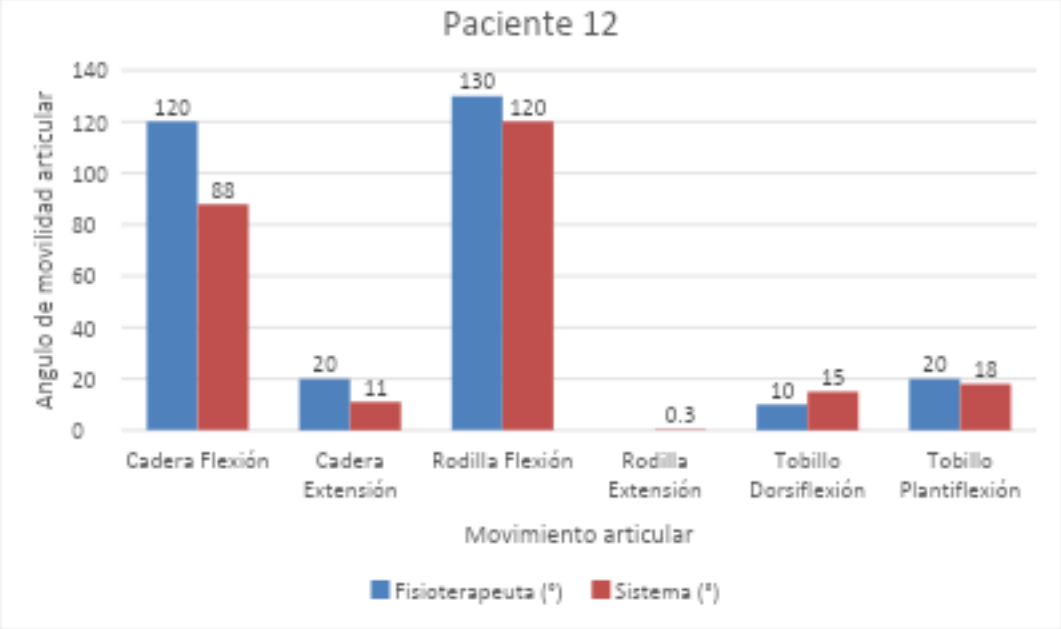
PACIENTE 12

Tabla 34. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 12.*

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Cadera - Flexión	120	88	32	26.67%	73.33%
Cadera - Extensión	20	11	9	45.00%	55.00%
Rodilla - Flexión	130	120	10	7.69%	92.31%

ARTICULACIÓN / MOVIMIENTO	FISIOTERAPEUTA (°)	SISTEMA (°)	ERROR ABSOLUTO (°)	ERROR RELATIVO (%)	PRECISIÓN (%)
Rodilla - Extensión	0	0.3	0.3	—	99.77%
Tobillo - Dorsiflexión	10	15	5	50.00%	50.00%
Tobillo - Plantiflexión	20	18	2	10.00%	90.00%

Figura 64. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 12.*



El sistema ha mostrado un rendimiento sólido en la rodilla, con un error de 10° en flexión (7.69%), dentro de un rango aceptable, y un error de solo 0.3° en extensión, lo que refleja una excelente precisión en la estimación de posiciones cercanas a 0°.

Figura 65. *Emg paciente 12.*

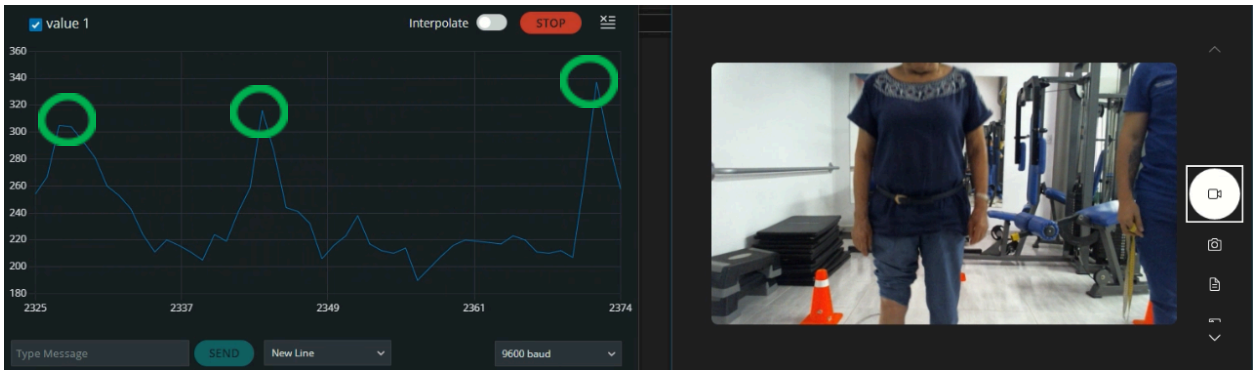
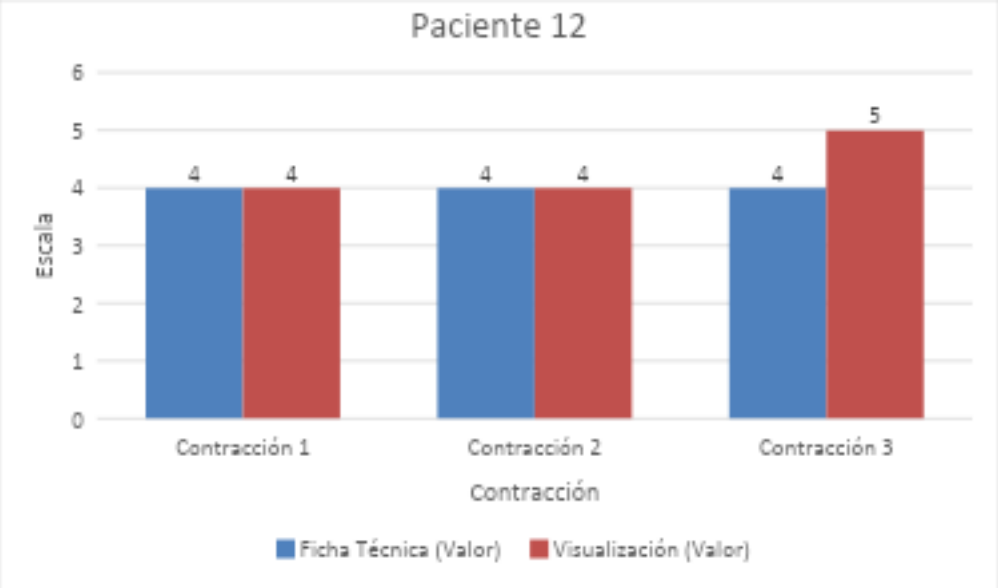


Figura 66. *Gráfico comparativo de actividad muscular EMG vs evaluación por parte del fisioterapeuta paciente 12.*



Este análisis busca comparar los resultados obtenidos por medio de la evaluación clínica del fisioterapeuta con la actividad muscular visualizada a través del sistema EMG, a partir de tres contracciones musculares, con el fin de evaluar la concordancia entre ambos métodos de medición.

FICHA TÉCNICA (EVALUACIÓN DEL FISIOTERAPEUTA). El fisioterapeuta asignó un valor de 4 a las tres contracciones, lo que corresponde a un movimiento completo con fuerza normal y resistencia leve, representando una contracción de intensidad funcional pero no máxima.

VISUALIZACIÓN EMG.

- Contracción 1: Fuerte (valor 4).
- Contracción 2: Fuerte (valor 4).
- Contracción 3: Muy fuerte (valor 5).

ANÁLISIS COMPARATIVO.

CONTRACCIONES 1 Y 2.

- Ambas fueron calificadas como 4 por el fisioterapeuta y como fuerte en la visualización EMG (también valor 4), lo que muestra una coincidencia exacta entre ambas formas de evaluación.
- Esto indica que el sistema EMG fue capaz de registrar con precisión una activación muscular correspondiente a la observada clínicamente.

CONTRACCIÓN 3.

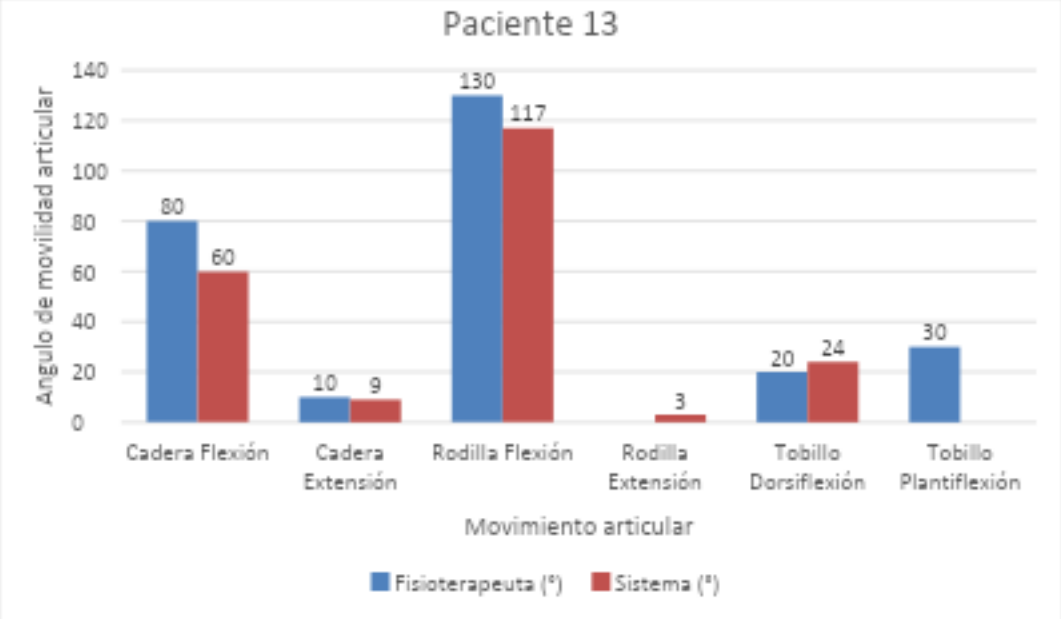
- Aunque el fisioterapeuta mantuvo la calificación en 4, el EMG registró una muy fuerte (valor 5), lo que indica una activación muscular más intensa que en las dos contracciones anteriores.
- Esta diferencia puede explicarse por una mayor reclutación de unidades motoras al final de la serie, o un incremento puntual del esfuerzo voluntario, no siempre percibido con claridad en la evaluación manual.

PACIENTE 13

Tabla 35. *Datos de ángulos de movilidad articular paciente 13.*

Articulación / Movimiento	Fisioterapeuta (°)	Sistema (°)	Error Absoluto (°)	Error Relativo (%)	Precisión (%)
Cadera - Flexión	80	60	20	25.00%	75.00%
Cadera - Extensión	10	9	1	10.00%	90.00%
Rodilla - Flexión	130	117	13	10.00%	90.00%
Rodilla - Extensión	0	3	3	—	97.69%
Tobillo - Dorsiflexión	20	24	4	20.00%	80.00%
Tobillo - Plantiflexión	30	0	30	100.00%	0.00%

Figura 67. *Gráfico comparativo ángulos de movimiento articular, evaluación por parte del fisioterapeuta vs prototipo paciente 13.*



El sistema ha mostrado un rendimiento notable en extensión de cadera, con un error de solo 1° (10%), lo cual es excelente, especialmente en la estimación de ángulos pequeños cercanos a 0°. En la rodilla, también se ha observado un buen desempeño: en extensión, el error ha sido de 3°, y en flexión, de 13° (10%), ambos dentro de rangos aceptables y que reflejan una alta precisión general del sistema en esta articulación.

LIMITACIONES EN LA REALIZACIÓN DE EMG CON EL SENSOR MYOWARE

En algunos pacientes, no ha sido posible realizar la medición de EMG utilizando el sensor Myoware debido a que son repelentes al látex, lo que ha impedido la correcta colocación de los electrodos. Dado que los electrodos del sensor Myoware contienen componentes de látex, se ha dificultado su uso en estos casos específicos. A pesar de los esfuerzos por adaptar la colocación de los sensores, la sensibilidad a este material ha generado dificultades para asegurar una colocación adecuada y, en consecuencia, la recopilación de datos de EMG en estos pacientes no ha sido viable.

PRECISIÓN EN LA MEDICION DE ANGULOS

Para evaluar la precisión del sistema de visión artificial en la medición de los ángulos articulares de los pacientes, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los datos obtenidos de las mediciones realizadas por el sistema en comparación con las obtenidas por el fisioterapeuta. El objetivo principal fue determinar la efectividad del sistema en la estimación de los ángulos de cadera, rodilla y tobillo, en los diferentes movimientos de flexión y extensión.

El cálculo del promedio de precisión se realizó considerando la diferencia entre los ángulos medidos por el sistema y los proporcionados por el fisioterapeuta para cada uno de los movimientos. Para cada paciente, se calculó el error relativo en términos de porcentaje, lo que permitió evaluar la exactitud de las mediciones obtenidas por el sistema. Estos errores relativos fueron luego promediados para cada tipo de movimiento (cadera, rodilla, tobillo) y para todos los pacientes.

Además de estos cálculos, se evaluó cuántos movimientos de cada paciente superaron el umbral del 90% de precisión, lo que permitió identificar cuántos pacientes alcanzaron una precisión destacada en al menos uno de los movimientos evaluados.

El análisis de estos promedios permitió determinar que, en general, el sistema muestra un desempeño superior al 90% en movimientos de rodilla, especialmente en flexión y extensión, lo que respalda la viabilidad del sistema como una herramienta de apoyo al diagnóstico fisioterapéutico.

Tabla 36. *Pacientes que cumplen con un ≥ 90% de precisión en la medición.*

PACIENTE	CADERA FLEXIÓN ≥ 90%	CADERA EXTENSIÓN ≥ 90%	RODILLA FLEXIÓN ≥ 90%	RODILLA EXTENSIÓN ≥ 90%	TOBILLO DORSIFLEXIÓN ≥ 90%	TOBILLO PLANTIFLEXIÓN ≥ 90%	TOTAL DE MOVIMIENTOS ≥ 90%
1	No	No	Sí	Sí	No	No	2
2	No	No	Sí	Sí	No	No	2
3	No	No	Sí	No	No	No	1

4	No	No	Sí	Sí	No	No	2
5	No	No	Sí	Sí	No	No	2
6	No	No	Sí	Sí	No	No	2
7	No	No	Sí	Sí	No	No	2
8	No	No	Sí	Sí	No	No	2
9	No	No	Sí	Sí	No	No	2
10	No	No	Sí	Sí	No	No	2
11	No	No	Sí	Sí	No	No	2
12	No	No	Sí	Sí	No	No	2
13	No	No	Sí	Sí	No	No	2

Tabla 37. *Promedio de precisión de todos los pacientes.*

MOVIMIENTO	**PROMEDIO DE PRECISIÓN (%)**
Cadera Flexión	83,73
Cadera Extensión	85,46
Rodilla Flexión	92,35
Rodilla Extensión	95,38
Tobillo Dorsiflexión	83,23
Tobillo Plantiflexión	82,77

Figura 68. *Grafica promedio de precisión.*

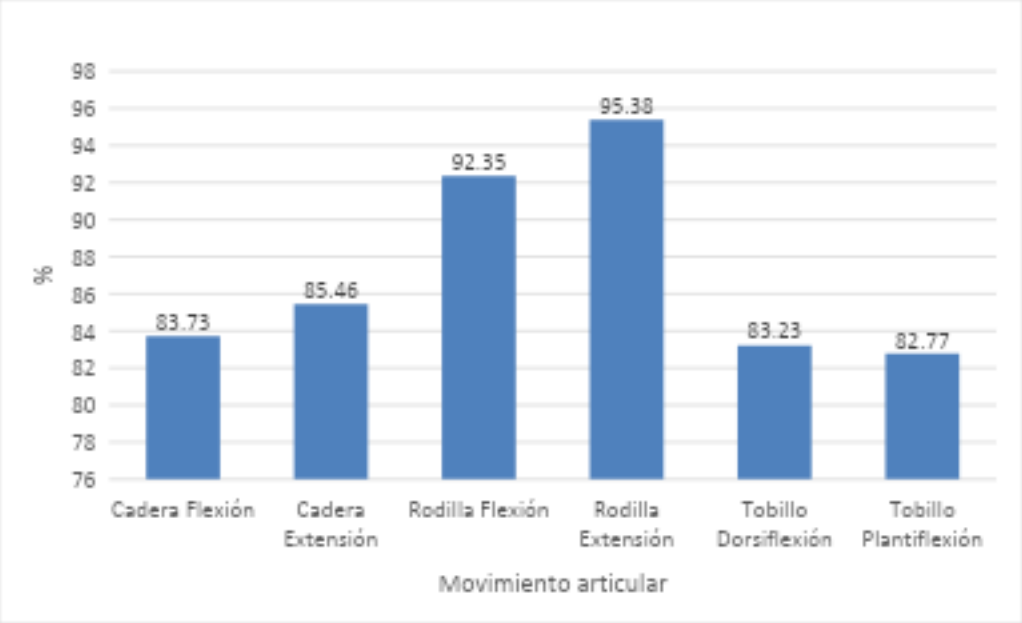


Figura 69. *Grafica de desviación estándar del promedio de precisión*



VALIDACIÓN POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA

El fisioterapeuta ha realizado la evaluación clínica de los pacientes, aplicando su examen físico habitual y utilizando la ficha fisioterapéutica correspondiente. Posteriormente, ha

analizado los resultados generados por el prototipo, los cuales han sido procesados con base en parámetros biomecánicos y funcionales. A partir de esta información, ha comparado ambos conjuntos de datos —los obtenidos manualmente y los proporcionados por el sistema— para verificar la coherencia entre ellos. Esta validación le ha permitido emitir un diagnóstico más preciso, sustentado tanto en su criterio clínico como en la evidencia cuantitativa ofrecida por el prototipo.

PACIENTE 1

EVALUACIÓN POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Se observa hiperlaxitud

. Buena fuerza muscular

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL Y EMG.

. Los valores de ángulos de movilidad articular en pie derecho son disminuidos porque concuerda con el diagnóstico médico “Pie plano derecho”

Tabla 38. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 1.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
850	980	2,86	35	1

PACIENTE 2

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Paciente con buena fuerza muscular lo cual es positivo para sus actividades de la vida diaria

. Presenta limitación leve en ángulos de movimiento articular izquierdo, presentando posible problema específico en la articulación como tejidos conectivos

. Paciente se observa compensación en el movimiento articular, afectando la biomecánica y su postura

. Debilidad en abdomen y tibial anterior bilateral

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. Inicia con una contracción fuerte y sostiene ese mismo valor 550mV considerado como fuerte

. Presenta disminución de rango de movilidad articular en miembro inferior izquierdo

. En la marcha el rango de movilidad articular mejora en pie

Tabla 39. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 2.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
280	550	3	35,7	1,10

PACIENTE 3

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Presenta disminución por dolor en rodilla derecha de 5mm diferente a izquierda a nivel de cuádriceps

. Se observa fuerza moderada, se recomienda realizar actividad física

. Ángulos de movimiento articular, retracción muscular, limitación en cadera moderada

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. No fue evaluada la fuerza por alergia

. 50˚ de cadera por debilidad y retracción musculares

. 113˚ de flexión de rodilla, retracción de cuádriceps

. 3˚ de retracción de isquiotibiales

Tabla 40. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 3.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
0	0	3,82	39,24	1,5

PACIENTE 4

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Miembro inferior izquierdo tiene menos fuerza que el derecho por limitación de dolor

. Presenta buena fuerza muscular en cuádriceps

. Ángulos de movimiento articular, limitación iliopsoas y abdomen

. Buena fuerza muscular

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. Comienza contracción ligera y finaliza con una máxima

. Ángulos de movimiento articular, cumple con los valores específicos, fisioterapeuta vs prototipo

Tabla 41. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 4.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
180	310	2	38,29	1,10

PACIENTE 5

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Disminución trofismo muscular en gastrocnemio izquierdo, diferencia de 3cm al derecho

. Disminución fuerza de iliopsoas, por ende, abdominal

. Buena fuerza en el resto de los músculos

. Limitación en ángulos de movimiento articular en cadera, rodilla por aumento de su trofismo muscular

. Se observa rangos disminuidos pie izquierdo por su antecedente de pie fracturado

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. No se evalúa fuerza por patología dermatológica

. Ángulos de movimiento articular, cadera disminución por debilidad y limitación en abdomen e iliopsoas

. Debilidad muscular glúteo medio

Tabla 42. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 5.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
0	0	3	55,97	1,10

PACIENTE 6

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Buena fuerza muscular a nivel de la musculatura, determinar el des acondicionamiento físico ya que solo le aplico un solo movimiento

. El prototipo correlaciona la evaluación de fuerza muscular con el diagnostico medico

. Rango de movilidad articular en tobillo (platiflexion; no pueden ser parámetros exactos entre profesional y prototipo ya que el profesional realiza movimiento articular pasivo)

. Prototipo realiza movimientos articular con peso corporal, lo que puede indicar la disminución en los parámetros de movilidad por ello la diferencia en plantiflexion es mas de 10°

. En marcha el prototipo si cumple rangos de movilidad articular, evaluados por el fisioterapeuta

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. Des acondicionamiento físico por fatiga muscular

. Fuerza muscular inicia fuerte y finaliza con fuerza muscular moderada, corroborando que la paciente maneja una actividad de sedentarismo

Tabla 43. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 6.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
300	980	2,99	33,45	1

PACIENTE 7

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Paciente con buen volumen muscular

. Se observa simetría bilateral en miembro inferior

. Se observa limitación en miembro inferior bilateral moderada

. Presenta simetría en movimiento

. Presenta buena fuerza muscular a nivel de miembro inferior bilateral, específicamente en gastrocnemios

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. Presenta buena fuerza muscular de gastrocnemio derecho

. Ángulos de movimiento articular, 18° de extensión de cadera, posible debilidad muscular de glúteo medio

. Cumple con el promedio establecido dentro de los rangos de movilidad articular

. 18° de platiflexion indica debilidad de gastrocnemio izquierdo

Tabla 44. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 7.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
150	230	2,9	36,84	1

PACIENTE 8

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Disminución de trofismo en miembro inferior derecho con diferencia de 1cm a nivel del cuádriceps

. Presenta disminución de fuerza muscular

. Se observa paciente desacondicionado

. Disminución en cuanto al rango de movilidad articular en miembro izquierdo

. Presenta aumento en flexión de rodilla bilateral

. Retracción de tibial anterior y peroneos miembros inferiores derechos

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. Flexión cadera compensación y debilidad muscular abdominal

. Extensión de cadera, cumple con los rangos de movilidad articular

. Buena fuerza muscular

Tabla 45. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 8.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
130	420	2,85	39,43	110

PACIENTE 9

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Paciente presenta buena fuerza muscular

. Trofismo muscular, mejorar la fuerza, volumen en miembro inferior izquierdo ya que tiene una diferencia de 1cm

. Ángulos de movimiento articular, presenta buena movilidad miembro inferior bilateral

. Buen balanceo en cuanto a la deambulación

. Mejorar las condiciones de la actividad física y ergonomía postural

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. La fuerza es fuerte con buena respuesta a la contracción muscular, se recomienda continuar con actividad física

. Ángulos de movimiento articular, 80° de angulos de movimiento articular por posible limitación y retracción muscular en iliopsoas

. Buena movilidad articular bilateral

Tabla 46. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 9.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
150	370	4,05	27,14	1,10

PACIENTE 10

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Presenta disminución fuerza muscular con pérdida de trofismo muscular

. Ángulos de movimiento articular, miembro inferior izquierdo se encuentra que los ángulos de movimiento articular han disminuido

. La limitación articular y disminución de fuerza muscular se da también por el diagnostico fisioterapéutico que presenta "Fractura del calcáneo"

. Disminución de fuerza en glúteo medio

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. Disminuye la fuerza con cada movimiento realizado

. Inicia con una contracción fuerte con una fuerza moderada al realizar varias repeticiones

. Ángulos de movimiento articular, de flexión de cadera es disminuido por limitación y disminución de iliopsoas, ya que el fisioterapeuta da calificación de 3

. Disminución de la fuerza del glúteo medio

. 2˚ de extensión de rodilla inicial, retracción en isquiotibiales

. 9˚ de platiflexion indica debilidad de tibia anterior, concuerda porque al fisioterapeuta lo indica como fuerza moderada

Tabla 47. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 10.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
250	630	3,4	32,86	1

PACIENTE 11

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Paciente con buen trofismo muscular

. Buena fuerza muscular

. Buena movilidad articular

. Retracción tibial anterior derecho

. Retracción muscular en pie derecho

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. Fuerza no es evaluada

. Ángulos de movimiento articular, 86° cadera flexión, debilidad

. Iliopsoas derecho y abdominal

. 13° de extensión de cadera derecho, se evidencia debilidad muscular por el movimiento y la compensación corporal para mantener el equilibrio

. Se observa que para realizar movimientos presenta mucha retracción muscular y compensación

Tabla 48. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 11.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
0	0	2,23	44,77	1

PACIENTE 12

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Buena fuerza muscular, debilidad moderada en glúteo medio

. Retracción miembro inferior derecho a nivel toda la musculatura

. Gastrocnemios fuerzas musculares buenas, calificación escala de Daniel 4 (buena)

. Ángulos de movilidad articular, se observa que miembro inferior derecho presenta limitaciones leves con respecto al izquierdo, ya que el miembro inferior derecho disminuye los valores de rango de movilidad comparado al izquierdo

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. Inicia con poca fuerza muscular, pero con las repeticiones mejora, lo que indica que presenta buena fuerza muscular

. Ángulos de movimiento articular, flexión de cadera, debilidad muscular de abdomen

. Extensión de cadera, corrobora la debilidad muscular en glúteo medio por ende el grado de movilidad articular se encuentra disminuido

Tabla 49. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 12.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
240	340	3,49	28,63	1

PACIENTE 13

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA.

. Fuerza, desbalance en la musculatura de miembro inferior bilateral, se recomienda acondicionamiento

. Limitación o debilidad abdominal

. No se puede determinar muchos valores cuantitativos por la edad y limitación de la paciente

EVALUACION POR PARTE DEL FISIOTERAPEUTA EN BASE AL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL Y EMG.

. No se evalúa fuerza muscular ya que su iel es irritable

. Retracción iliopsoas derecho

. Extensión rodilla 3˚, indica que presenta retracción en isquiotibiales

. 0˚ en plantiflexion indica la debilidad muscular al realizar el movimiento con su propio cuerpo en peso

Tabla 50. *Datos de fuerza y velocidad del sistema paciente 13.*

Fuerza mínima (mV)	Fuerza máxima (mV)	Tiempo de marcha (s)	Velocidad de marcha (cm/s)	Distancia (mt)
0	0	4,6	23,89	1,10

Figura 70. *Gráfico de valores promedio de los parámetros de, tiempo, velocidad y distancia.*

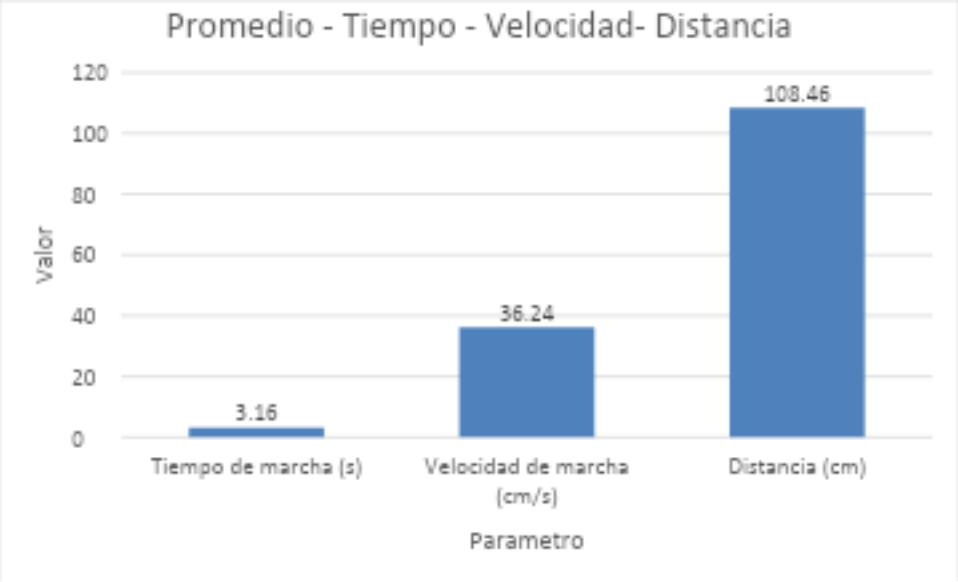


Figura 71. *Gráfico del de los valores de fuerza medido por el fisioterapeuta vs EMG.*

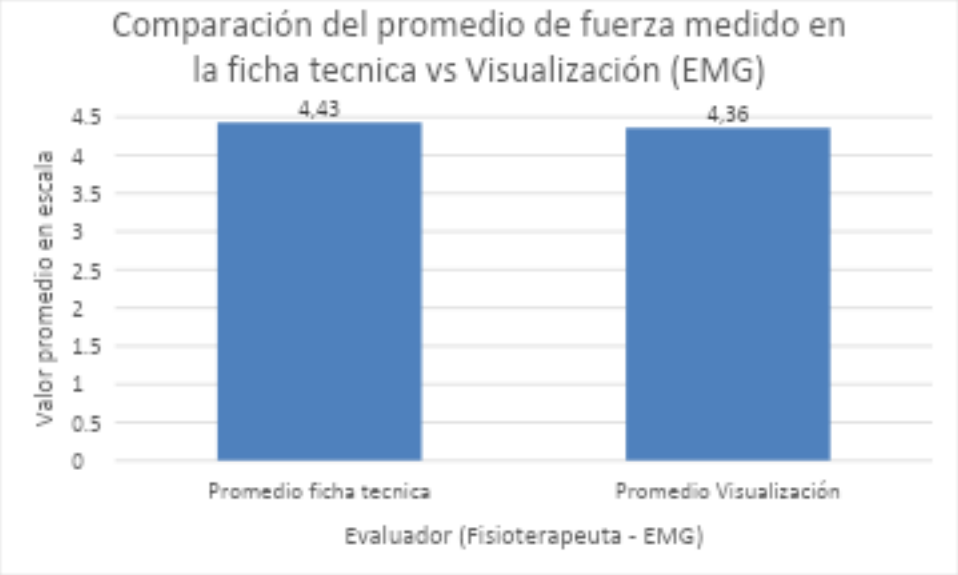


Tabla 51. *Valores promedio de la actividad muscular registrada por el fisioterapeuta y el sensor (EMG).*

PACIENTE	PROMEDIO FICHA TECNICA	PROMEDIO VISUALIZACION
1	4	4
2	5	4,3
4	5	4,3
6	5	5
7	4	4,6
8	4	4
12	4	4,3

CAPITULO V

CONCLUSIONES

El dispositivo ha demostrado ser capaz de evaluar pacientes con diferentes edades, estaturas y pesos, lo que evidencia su versatilidad, además, se ha identificado una diferencia significativa respecto a la metodología tradicional, mientras que el fisioterapeuta realiza las mediciones con el paciente en posición estática sobre una camilla es decir de manera pasiva, el sistema de visión artificial permite registrar al paciente durante una marcha activa y funcional. Esta nueva perspectiva incorpora variables como el peso corporal, el equilibrio, la coordinación y la dinámica natural del movimiento, lo que enriquece el análisis y proporciona una evaluación más realista de la condición del paciente.

A lo largo del desarrollo y validación del sistema de visión artificial basado en MediaPipe y una configuración de cámaras estéreo sin marcadores, se han obtenido resultados que evidencian su funcionalidad, precisión y aplicabilidad práctica en el análisis de la marcha humana.

El sistema ha demostrado ser una herramienta no invasiva, funcional y técnicamente viable, con una precisión destacada en la medición de ángulos articulares de rodilla (flexión y extensión) y un rendimiento aceptable en otras articulaciones, como la cadera y el tobillo, dependiendo de la visibilidad y postura del paciente. En particular, se ha alcanzado una precisión superior al 90% en múltiples pacientes y movimientos, validando su uso como sistema de apoyo al diagnóstico fisioterapéutico.

Uno de los principales beneficios funcionales del sistema es que ha permitido al fisioterapeuta ahorrar tiempo en las evaluaciones clínicas, ya que la captura y procesamiento de datos se realiza de forma automática y en tiempo real. Además, en varios casos, ha resultado más fácil evaluar a ciertos pacientes a través del sistema que por medio de métodos

convencionales, especialmente cuando se trata de pacientes con movilidad reducida y de avanzada edad, que no pueden colocarse sobre una camilla o que presentan dificultad para mantener posiciones pasivas. En estos escenarios, el sistema ha facilitado que el paciente realice los movimientos de manera natural frente a la cámara, simplificando la evaluación y haciendo el proceso más cómodo.

El sistema ha generado un registro en video de cada evaluación, lo que ha facilitado el seguimiento clínico y la posibilidad de comparar la evolución del paciente a lo largo del tiempo. Esta capacidad de consulta posterior ha ampliado el acceso del fisioterapeuta a información visual y cuantitativa relevante en cualquier momento, mejorando la continuidad del tratamiento. Además, el análisis ha permitido obtener valores promedios de parámetros temporales y espaciales fundamentales para contextualizar la marcha de los pacientes, como un tiempo de marcha de 3,16 segundos, una velocidad promedio de 36,24 cm/s y una distancia recorrida de 108,46 cm. En cuanto a los registros de fuerza muscular, se ha identificado un promedio de 4,42 en la ficha técnica y un promedio de 4,3 en la visualización, lo cual refleja una alta correspondencia entre la evaluación técnica del profesional y la observación visual de los datos del sensor de (EMG), fortaleciendo así la fiabilidad del sistema como herramienta de apoyo clínico. Asimismo, se ha comprobado que el dispositivo es capaz de evaluar pacientes con diferentes rangos de edad, estaturas y pesos corporales, lo que demuestra su adaptabilidad, versatilidad y aplicabilidad en diversas condiciones clínicas reales.

Aunque los parámetros temporales como la velocidad y el tiempo de marcha no han sido considerados determinantes para el diagnóstico clínico directo, sí han aportado mayor credibilidad y soporte a los análisis, enriqueciendo el contexto de la evaluación y permitiendo un diagnóstico más integral.

Los resultados obtenidos del análisis de las señales EMG y las calificaciones del fisioterapeuta muestran una correlación positiva moderada ($r = 0,47$) en cuanto a la intensidad de las contracciones musculares, las contracciones consideradas como fuertes en el video coinciden en gran medida con las evaluaciones del fisioterapeuta, especialmente cuando las mediciones EMG se encuentran dentro de los rangos de fuerza normal bajo resistencia leve (valor 4 en la ficha técnica), este nivel de correlación sugiere que el sensor EMG es capaz de detectar la activación muscular con una precisión suficiente para complementar la evaluación subjetiva realizada por el fisioterapeuta. Este nivel de correlación indica que el sensor podría ser útil como herramienta de detección o seguimiento en la práctica clínica, pero no sustituye el juicio clínico del profesional. Por lo tanto, su principal utilidad se enfoca en reforzar el análisis del fisioterapeuta y aportar datos objetivos que apoyen su criterio.

Las tres contracciones realizadas por los pacientes mostraron señales EMG fuertes (en promedio) en todas las mediciones, ver Tabla 50., lo que indica que el sensor fue capaz de registrar adecuadamente la intensidad de las contracciones musculares durante las pruebas. La disminución en la fuerza durante las contracciones posteriores podría estar relacionada con la fatiga muscular, pero los resultados se mantienen dentro de los rangos esperados para las evaluaciones realizadas del fisioterapeuta frente a las del sensor (EMG), en la tabla 50., se observan los valores promedios de todos los pacientes, se muestran los valores medidos por el fisioterapeuta y los valores del sensor (EMG) que son los datos esperados.

Los resultados sugieren que el sistema basado en el sensor EMG tiene el potencial de ser utilizado como una herramienta complementaria en la evaluación de la fuerza muscular en la práctica clínica, especialmente en el seguimiento de pacientes con debilidad muscular o aquellos que requieren un análisis detallado de la activación muscular. Además, la comparación entre los datos obtenidos por el sensor EMG y la evaluación subjetiva del fisioterapeuta refuerza la utilidad del sistema para realizar evaluaciones más objetivas y cuantificables de la fuerza muscular

En conjunto, los resultados obtenidos han validado la funcionalidad del sistema como herramienta de asistencia en el análisis de la marcha. Se concluye que el sistema posee el potencial para integrarse en entornos clínicos reales, facilitando la labor del fisioterapeuta, optimizando recursos y permitiendo un análisis más natural, objetivo y reproducible de la biomecánica de la marcha.

TRABAJOS FUTUROS

A partir de los resultados obtenidos y del análisis funcional del sistema, se han identificado oportunidades de mejora y expansión que permitirían fortalecer su precisión, versatilidad y aplicabilidad clínica.

Durante la validación del sistema se identificó que las diferencias corporales entre pacientes, como estatura, proporciones y masa corporal, pueden influir en la precisión del cálculo angular, especialmente en zonas como la cadera, esto resalta la necesidad de incorporar rutinas de calibración individualizadas, adaptando el sistema a la biomecánica particular de cada usuario. A su vez, la disposición y alineación de las cámaras demostró ser un factor determinante en la calidad del análisis, por lo que se sugiere revisar y optimizar la configuración estéreo, de modo que se garantice una mejor cobertura visual de los segmentos corporales clave, particularmente en movimientos que presentan alta oclusión.

Se evidenció que los errores de estimación se concentraron en zonas centrales del cuerpo, lo cual indica la necesidad de mejorar la detección de puntos clave en zonas como el tronco y la pelvis, esto podría abordarse ajustando los parámetros de herramientas como MediaPipe o integrando modelos entrenados específicamente para estas áreas. Asimismo, la posibilidad de incorporar retroalimentación visual en tiempo real se presenta como una herramienta útil y funcional, ya que permitiría a los profesionales de salud y a los propios pacientes visualizar el movimiento al instante, facilitando correcciones posturales durante la captura y potenciando el valor clínico del sistema.

Aunque el enfoque inicial del desarrollo estuvo centrado en la estimación angular unilateral, se considera importante avanzar hacia un análisis bilateral y secuencial del movimiento, permitiendo así la detección de asimetrías a lo largo del ciclo completo de marcha, este avance junto con la inclusión de variables temporales como la velocidad o la duración de fases específicas, ampliaría la utilidad diagnóstica del sistema y ofrecería un seguimiento más detallado de la evolución del paciente en contextos terapéuticos. Para consolidar su aplicabilidad clínica, será fundamental validar el sistema con una muestra más amplia de pacientes, incluyendo aquellos con distintas patologías neuromusculares o trastornos motores, lo cual permitirá evaluar su sensibilidad y robustez en entornos reales.

Finalmente, en relación con el módulo de electromiografía (EMG), es recomendable continuar las pruebas con un número mayor de pacientes para reforzar la validez externa de los hallazgos. Además, resulta necesario explorar métodos de normalización de señales teniendo en cuenta factores como la ganancia del sensor y la fatiga muscular, con el objetivo de mejorar la consistencia y comparabilidad de los datos, la incorporación de algoritmos de procesamiento más avanzados también podría incrementar la precisión en la detección de contracciones musculares, fortaleciendo el potencial del sistema como herramienta complementaria en la evaluación funcional.

.

REFERENCIAS

Ackermann, M., (2017) *DynamicsandEnergeticsofWalking withProstheses* [Doctor'sDegreeofEngineering(Dr.-Ing.) submitted treatise , University of Stuttgart], <https://d-nb.info/997163992/34>.

Anaconda. (2 de noviembre de 2022). *Anaconda Distribution.* Anaconda. https://www.anaconda.com/products/distribution

Archibald, H., V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proceedings of The RoyalSociety Biological Science., Volumen, B (*126). 136–195. https://doi.org/10.1098/rspb.1938.0050

Atkinson, K., Coutts, F., Hassenkamp, A. M. (2005). *Physiotherapy in Orthopeadics, A problem-solving approach.* (2 ª ed.) Elsevier, Churchill Livingstone.

A. Rahagiyanto, G. E. J. Suyoso, V. Vestine, and A. Iskandar, "A Prototype of MyoWare (Electromyography Muscle Sensor) for Measuring People's Muscle Strengths ", IJHIS, vol. 1, no. 1, pp. 19–26, May 2023.

Caicedo, P., Vargas, L., Sergio, S., Wilson, S. & Rodriguez, L. (2017). Protocolo de Evaluación de un Sistema para Medición de Parámetros de Tiempo de la Marcha Humana. *IX Congreso Iberoamericano de Tecnología de Apoyo a la Discapacidad,* 32-39. https://www.researchgate.net/publication/321492779_Protocolo_de_Evaluacion_de_un_Sistema_para_Medicion_de_Parametros_de_Tiempo_de_la_Marcha_Humana.

Canon España. (s.f.). *Explicación de los sensores de cámara*. Canon España. https://www.canon.es/pro/infobank/image-sensors-explained/

Casado, L., Mari, J. (1979). *Los genios de la pintura: Leonardo.* Gran Biblioteca Sarpe.

Cerda, A., L. (2010). Evaluación del paciente con trastorno de la marcha. *Hospital Clínico Universidad de Chile.* (21), 326 - 336.

Cifuentes, C., Martínez, F., Romero, E. (2010). Análisis teórico y computacional de la marcha normal y patológica: una revisión. *Revista med., Volumen, 18*(2), 182-186. http://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rmed/article/view/1311/1041

Cirec - Centro Integral de Rehabilitación de Colombia. (2015). *Cirec - Centro Integral de Rehabilitación de Colombia*. http://www.cirec.org

Cooper, G., Sheret, I., McMillian, L., Siliverdis, K., Sha, N., Hodgins, D., & Howard, D. (2009). Inertial sensorbased knee flexion/extension angle estimation. *J. Biomech., Volumen 42,* (19), 2678–2685, https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.08.004

Delp, S. L., & Loan, J. P. (1995). A graphics-based software system to develop and analyze models of musculoskeletal structures. *Computers in biology and medicine*, *25*(1), 21–34. https://doi.org/10.1016/0010-4825(95)98882-e

Ducroquet, Robert. Marcha normal y patológica. España: Masson editores, 1991.

Duque, J. R., Agudelo, A. I., Briñez, T. J., Guarin, V., Ruiz, J. P., Zapata, M. C. (2012) *Descripción de los parámetros de referencia de la marcha en adultos de la población antioqueña entre 20 y 54 años* de edad[Tesis de grado, Universidad CES]

Fundación Universitaria María Cano. (2025). *Laboratorio de Análisis de Movimiento 2*. https://www.fumc.edu.co/laboratorio-de-analisis-de-movimiento2/

Gausemeier, j., & moehringer, s. (2003). New guideline vdi 2206 - a flexible procedure model for the design of mechatronic systems.

Gomez, N., Ríos, R. (2009) *Sistema computacional de visión artificial para el diagnostico de patrones de marcha humana, de las prótesis bk* [Tesis de grado,Universidad Pedagógica Nacional], <https://docplayer.es/7388736-Sistema-computacional-de-vision-artificial-para-el-diagnostico-de-patrones-de-marcha-humana-de-las-protesis-bk.html>.

Grande, J. (2015) *Sistema para la evaluación funcional biomecánica en fisioterapia* [Tesis de grado, Benemétria Universidad Autónoma De Puebla]. < https://hdl.handle.net/20.500.12371/9578>.

Guerrero, P., N. (2018) *Análisis Biomecánico Del Cuerpo Humano Mediante El Procesamiento Digital de Imágenes* [Tesis de grado,Universidad Tecnológica Nacional], <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/2872>.

Hererra,A. y Sanchez U. (2018). Sistemas De Captura y Análisis De Datos De La Marcha. *Memorias Del Congreso Nacional De Ingeniería Biomédica, 5*(1), 362-365. https://memoriascnib.mx/index.php/memorias/article/view/686.

Instituto Roosevelt. (2015). *Apoyo diagnóstico: Análisis del movimiento*. https://www.institutoroosevelt.com/nuestros-servicios/apoyo-diagnostico/

Jiang, W., & Yin, Z. (2017). Combining passive visual cameras and active IMU sensors for persistent pedestrian tracking. *J. Vis. Commun. Image R., Volumen 48*, (5), 419–431, https://doi.org/10.1016/j. jvcir.2017.03.015

Logitech. (2024) Logitech. Webcam HD C525 de https://www.logitechstore.com.ar/webcam-hd-c525/p

López C., J., Fernandez, V., A. (2006). *Fisiología del Ejercicio.* (3ª ed.) Ed. Médica Panamericana.

López, J. M. (2017) *Sistema electrónico para el análisis de la marcha humana en el plano sagital* [Tesis de grado, Universidad Del Valle]

López, P., J., M. (2000). *Breve historia de la medicina.* Alianza Editorial.

Magee D. Valoración de la marcha. En: Magee D. Ortopedia. Mé xico: InteramericanaMcGraw-hill, 1994: 558-74.

Martínez, D., Romero, E., & González, C. (2010). Desarrollo de un laboratorio de marcha con integración sincrónica mediante una arquitectura en módulos. *Acta Biológica Colombiana*, 15(3), 235-250. https://www.redalyc.org/pdf/3190/319027886017.pdf

Martínez, F. & Aracil, R. (s.f.). *Formación de las imágenes*. Universidad Miguel Hernández. https://isa.umh.es/asignaturas/rvc/cap2VAFormImagv1.pdf

Mendoza, A.I., Santamaria, T.J., Urrego, V.G., Restrepo, J.P., & Garcia, M.C. (2013). Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportados en la literatura.(Gait: description, methods, assessment tools and normality parameters reported in the literature). *CES movimiento y salud*. 1(1), 29-43

Microsoft. (2024). Visual Studio Code. Visual Studio Code de https://code.visualstudio.com

Ministerio de Salud de Colombia. (1993). *Resolución Nº 008430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF

Muñoz, E., Muñoz, C. A., Yanza, E. A., Meza C. A. & Mamian, V. J. (2019) *Funcionamiento y operación de un sistema tridimensional de análisis de parámetros cinemáticos de la marcha en infantes* [Tesis de grado, Fundación Universitaria María Cano]

Oberg, T., Karsznia, A., & Oberg, K. (1993). Basic gait parameters: reference data for normal subjects, 10-79 years of age. *Journal of rehabilitation research and development*, *30*(2), 210-223.

OpenCV. (20 de noviembre 2021). *¿Qué es OpenCV?* OpenCV https://opencv.org/?s=what+is+opencv

Orbe, E. (2022) *Diseño e implementacion de un sistema de deteccion de caidas en el adulto mayor mediante vision artificial utilizando redes neuronales convolucionales (deep learning)* [Tesis de grado, Universidad De Las Fuerzas Armadas]. http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/31742

Organización Mundial de la salud.(8 de febrebro de 2021). *Trastornos musculoesqueléticos.* https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions#:~:text=Datos%20y%20cifras,de%20568%20millones%20de%20personas.

Ortiz , F., Rincón, M.,Mendoza, J. C., (2016). *Texto de Medicina Física y Rehabilitación.* (1ª ed.). El Manual Moderno (Colombia) S.A.S.

Python. (31 de enero de 2023). *Preguntas frecuentes generales sobre Python.* Python. https://docs.python.org/3/faq/general.html

Sanabria S., J. J., & Archila D., J. F. (2011). Detección y análisis de movimiento usando visión artificial. *Scientia Et Technica*, XVI(49), 180-188.

Sanabria, J., Archila J. (2011). Detección y análisis de movimiento usando visión artificial. *Scientia Et Technica*, *Volumen, 3*(49), 180-188. https://doi.org/10.22517/23447214.1513

Santiago. (12 noviembre 2019) *¿Conoces Jupyter?* CEUPE. https://ceupe.mx/blog/conoces-jupyter-notebook.html

Saunders, J. B., Inman, V. T., & Eberhart, H. D. (1953). The major determinants in normal and pathological gait. *The Journal of bone and joint surgery. American Volumen*, *35-A*(3), 543-558.

Seel , T., Raisch, J., Schauer, T. (2014). Imu-based joint angle measurement for gait analysis. *Sensors, Volumen 14,* (4), 6891-6909, https://doi.org/10.3390/s140406891

Universidad Autónoma de Manizales. (2017, 23 de febrero). La UAM estrena Laboratorio de Análisis de Movimiento. Portal WEB de Universidad Autónoma de Manizales. Recuperado de https://www.autonoma.edu.co/blog/noticias/la-uam-estrena-laboratorio-de-analisis-de-movimiento

Universidad CES. (2025). *Biomecánica y análisis de movimiento*. https://www.ces.edu.co/laboratorios-y-simulacion/biomecanica-y-analisis-de-movimiento/

Vicente, S., Lerma, S., de Benito, L., Gutierrez, M., Alfayate, J. & Fontcuberta, J. (2018). Caracterización cinemática, electromiográfica y mediante ecodoppler del retorno venoso durante la marcha humana normal,Angiología. *Elsevier España S.L., 70(3),* 106-112. https://doi.org/10.1016/j.angio.2018.01.006

Villa, A., Gutiérrez, E., Pérez, J. (2008). Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnicas de videogrametría, electromiografía y dinamometría. *Revista Ingeniería Biomédica, Volumen 2,*(3),16-26.

Vivas, O. A., Valencia, D. C., Quijano, K. J. y Bonett, V. D. (2020). Estimación de la cinemática de las articulaciones de miembro inferior por medio del filtro de Kalman extendido. *INGE CUC, 16*(1), 252-266. https://doi.org/10.17981/ingecuc.16.1.2020.19

Vlinder Center. (s.f). *Alteraciones de la marcha.* https://www.vlindercenter.com/single-post/alteraciones-marcha

Whittle, M. (2007). *Gait Analysis an Introduction.* (4ª ed.)Butterworth Heine-mann Elsevier.

ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUCCIONES PARA USAR LA INTERFAZ DE MANERA ADECUADA EN LA ADQUISICIÓN Y REGISTRO DE LOS DATOS

1. Ingresar nombre del paciente y tipo de evaluación a realizar en el cuadro de texto denominado “Nombre de paciente y evaluación:” como se muestra en la Figura 41.

Figura 72. *Ingresar nombre del paciente y tipo de evaluación.*



2. Iniciar cámaras dando clic al botón “Iniciar Cámara”, ver Figura 42.

Este paso ha permitido verificar que la imagen de las cámaras se esté trasmitiendo correctamente.

Figura 73. *Botón iniciar cámara.*



3. Iniciar grabación dando clic al botón “Iniciar grabación”, Ver Figura 43.

En este paso luego de que se ha iniciado la grabación tenemos las opciones de pausar y reanudar si tenemos alguna interrupción de la evaluación, ver Figura 44.

Figura 74. *Botón iniciar grabación.*

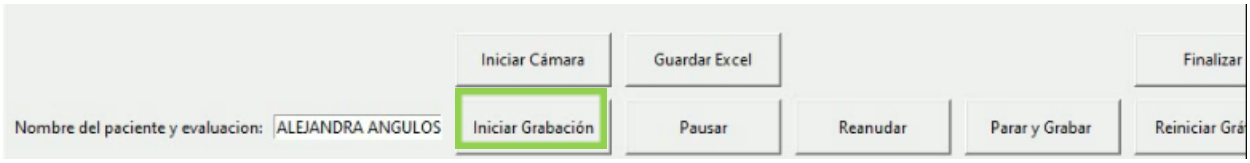
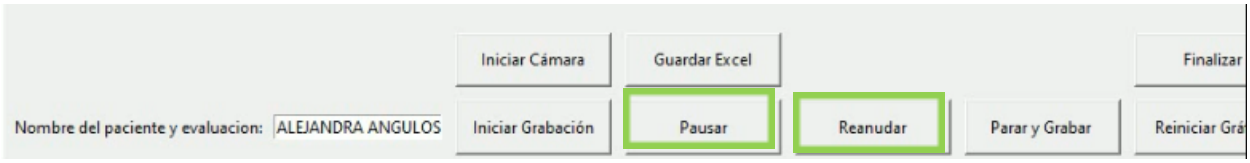


Figura 75. *Botones pausar y reanudar.*



4. Parar y grabar dando clic al botón “Parar y grabar”, ver Figura 45.

Luego de que ha terminado cada sección de evaluación esta función ha permitido guardar un archivo MP4 en la PC de manera local en donde se registran las variables de interés para un posterior análisis e histórico de datos.

Figura 76. *Botón parar y grabar.*



5.Reiniciar graficas dando clic al botón “Reiniciar gráficas”, ver Figura 46.

Es importante reiniciar las gráficas para una nueva evaluación, esto ha permitido reiniciar todos los valores a 0 de cada parámetro.

Figura 77. *Botón reiniciar graficas.*



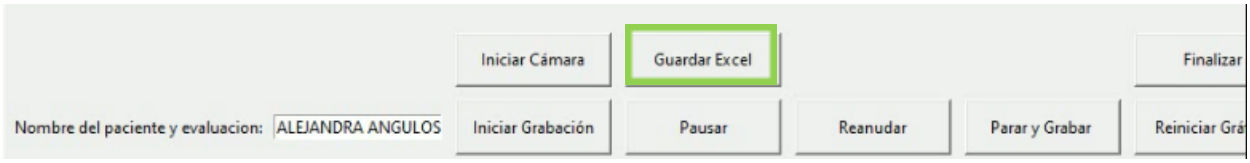
6. Por último se ha finalizado el programa dando clic al botón “Finalizar”, ver Figura 47.

Figura 78. *Botón finalizar.*



7. Es opcional usar la función “Guardar Excel” dando clic en el botón “Guardar Excel”. Ver Figura 48.

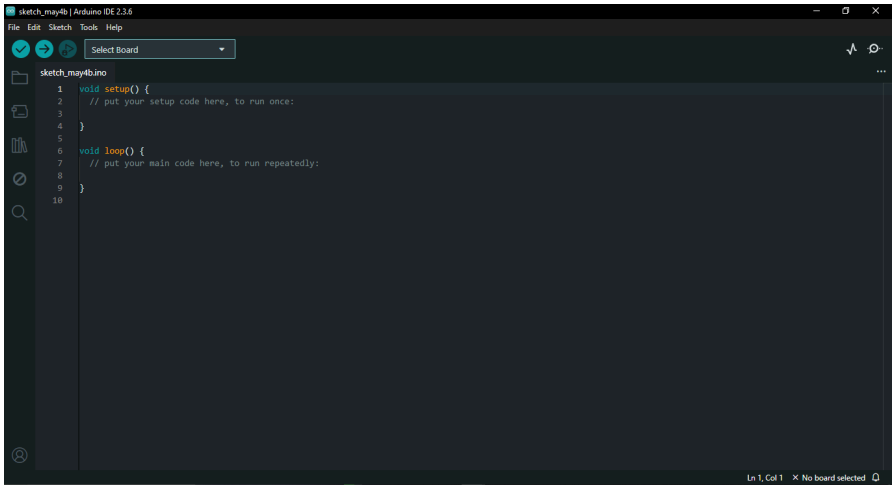
Figura 79. *Botón guardar Excel.*



INSTRUCCIONES PARA REGISTRAR LA ACTIVIDAD MUSCULAR (EMG)

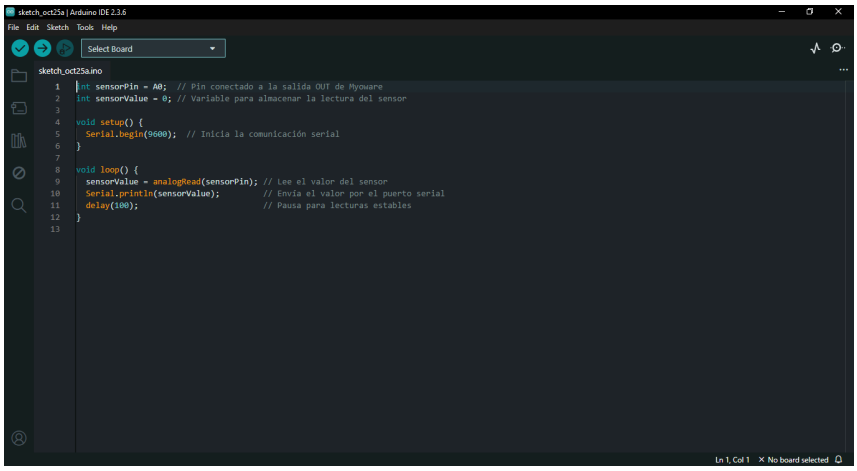
1. Iniciar el entorno de desarrollo Arduino IDE, ver Figura 49.

Figura 80. *Entorno de desarrollo Arduino IDE.*



2. Abrir el código descrito en la Figura 34, ver Figura 50.

Figura 81. *Código para leer la actividad muscular (EMG) mediante Arduino IDE.*



3. Dar clic en “Verificar el código”, ver Figura 51.

Figura 82.*Botón verificar código en Arduino IDE.*



4. Dar clic en “Cargar el código”, ver Figura 52.

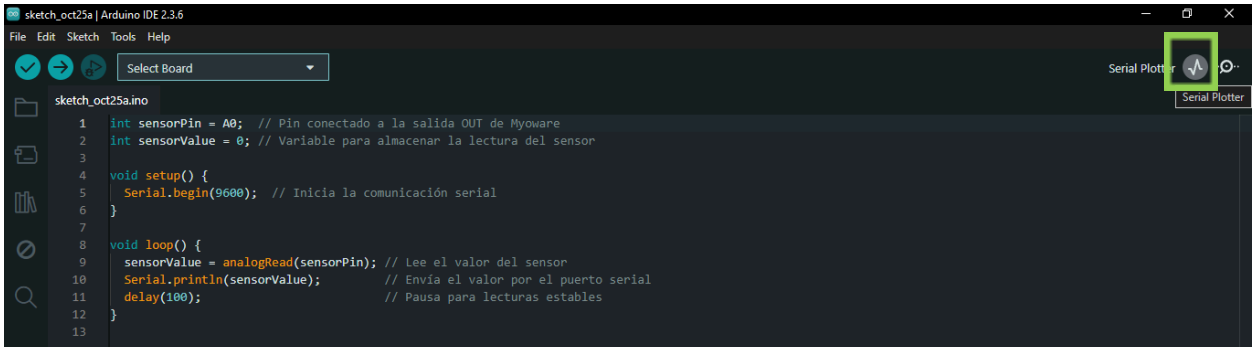
Figura 83.*Botón cargar código en Arduino IDE.*



5. Dar clic en “Serial Plotter”, ver Figura 53.

Este paso nos va a permitir ver la gráfica del comportamiento de la actividad muscular (EMG).

Figura 84. *Botón serial plotter para ver grafica del comportamiento EMG.*



6. Iniciar grabación de pantalla
7. Finalizar grabación de pantalla
8. Guardar grabación de pantalla
9. Cerrar

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PARA MENOR DE EDAD

Popayán, noviembre 12 de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TECNICAS DE VISION ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.

Yo, _____, en calidad de [padre/madre/tutor legal] de _____, menor de edad identificado(a) con número de identificación _____, expedida en _____, declaro que he recibido toda la información necesaria sobre el proyecto de grado:
"Desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana mediante análisis espacial, temporal y angular con visión artificial", desarrollado con fines educativos por un estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca - Unicomfacauca.

1. Autorizo que mi representado(a) participe de forma voluntaria en los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto.
2. Se me ha informado que, en cualquier momento, puedo decidir que el menor se retire del proceso sin que esto genere represalias en su contra ni en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir, y se me informará del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asume el menor al participar, los cuales están limitados fundamentalmente a una caída de su propia altura o algún síntoma como percepción de fatiga o mareo, lo cual se deberá reportar, y los evaluadores estarán atentos a cualquier eventualidad. También se me aclara que pueden existir riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores, la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para el menor. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza.
6. Autorizo además la publicación de los resultados, siempre y cuando se respete la reserva de identidad del menor.

Se me ha informado que tengo derecho a clarificar cualquier duda que se me presente y podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o cualquier tema relacionado con el proceso, en el momento que desee.

Para resolver alguna duda debe comunicarse con Jose Daniel Ordoñez Obando, Tel: 3102540858

Nombre completo representante legal: _____

C.C. No:_____

Índice derecho

ANEXO 3. CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca –Unicomfacauca– está desarrollando su trabajo de grado denominado "desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial" con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo _____ con número de identificación _____ expedida en _____, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
8. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con **##################################**

Nombre completo: _____
C.C. No:_____

Índice derecho

ANEXO 4. ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre		Edad	
Apellido		Sexo	
Identificacion		Estado Civil	
Fecha de nacimiento		Lugar de residencia	

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestria
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
b. Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domésticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
b. SI
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. SI
b. No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
b. SI
Diario _____
Semanal _____
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
b. SI

ANEXO 5. FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA

FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS: FECHA: / / /

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO						DOCUMENTO				
PESO		TALLA		IMC		SEX	M	F	EDAD	
ESTADO CIVIL			HIJOS			OCUPACION				
DIRECCION						TELEFONO				
DIAGNOSTICO						TIEMPO				
CIRUGIAS	SI	NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA		DIABETES		CARDIOPATIA		FRACTURAS			
	ALERGI		CANCER		OTRO					
FAMILIARES						TTO	SI	NO		
DATOS										
TIEMPO EVOLUCION						TIPO DOLOR				
INTENSIDAD	ACTUAL		REPOSO		ACTIVIDA	TT FARMAC	SI	NO		
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO										
INFLAMACION	SI	NO	INFECCION		SI		NO			
POSTURA										
VISTA ANTERIOR										
CABEZA	ALINEADA		LATERALIZADA		ROTADA		NORMAL			
HOMBROS	NIVELADO		DESCENDIDO		DERECHO		IZQUIERDO			
NIVEL TETILLA	NIVELADO		DESCENDIDO		DERECHO		IZQUIERDO			
PELVIS	NIVELADO		DESCENDIDO		DERECHO		IZQUIERDO			
RODILLAS	ALINEADAS				GENU VARO		GENU VALGO			
TIBIA	ALINEADAS				VARAS					
TOBILLOS	ALINEADOS		TALO VALGO				TALO VARO			
PIE	PRONADO						SUPINADO			
OBSERVACION										
VISTA POSTERIOR										
CABEZA	ALINEADA		LATERALIZADA		ROTADA		NORMAL			
HOMBROS	NIVELADO		DESCENDIDO		DERECHO		IZQUIERDO			
NIVEL TETILLA	NIVELADO		DESCENDIDO		DERECHO		IZQUIERDO			
PELVIS	NIVELADO		DESCENDIDO		DERECHO		IZQUIERDO			
RODILLAS	ALINEADAS				GENU VARO		GENU VALGO			

FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2

TIBIA	ALINEADAS		VARAS		
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO	
PIE	PRONADO			SUPINADO	
OBSERVACION					
VISTA LATERAL					
CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI		RETRAIDA	
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO		RETRACCION	
DORSAL	ALINEADO	APLANADO		HIPERCIFOCIS	
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA		HIPELORDOSIS	
PELVIS	ALINEADA		ANTEVERSION	RETROVERSION	
MMII	ALINEADAS		RECURVATUM		
OBERVACION					
PIE	HIPERLAXITUD			SI	NO
TONO MUSCULAR					
NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR		
TROFISMO MUSCULAR					
MIEMBRO INFERIOR					
CADERA	DCHO		IZDO		
CUADRICEPS	DCHO		IZDO		
PANTORRILLA	DCHO		IZDO		
FUERZA MUSCULAR					
GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO				
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO				
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD				
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD				
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE				
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER				
MIEMBRO INFERIOR					
ILIOSOAPS	DCHO		IZDO		
CUADRICEPS	DCHO		IZDO		
TIBIAL **ANTERIOR**	DCHO		IZDO		
GRASTRONEMIOS	DCHO		IZDO		
ISQUIOTIBIALES	DCHO		IZDO		

FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3

GLUTEO MEDIO		DCHO			IZDO						
MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR											
DERECHO		**CADERA**			IZQUIERDO						
		FLEXION 120º									
		EXTENSION 30º									
RODILLA											
		FLEXION 135º									
		EXTENSION 0º									
PIE											
		DORSIFLEXION 30º									
		PLANTIFLEXION 50º									
ANALISIS DE LA MARCHA											
FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO				**PORCIENTO DE CICLO**							
CONTACTO DE TALON				**DESPEGUE DE DEDOS**							
BALANCE				**USA AYUDAS**		SI			NO		
OBSERVACION											

ANEXO 6. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

Corporación Universitaria Comfacauca
Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre		Edad	
Apellido		Sexo	
Identificacion		Estado Civil	
Fecha de nacimiento		Lugar de residencia	

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 5

2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA

1 2 3 4 5

3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.

1 2 3 4 5

4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 5

5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.

1 2 3 4 5

6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.

1 2 3 4 5

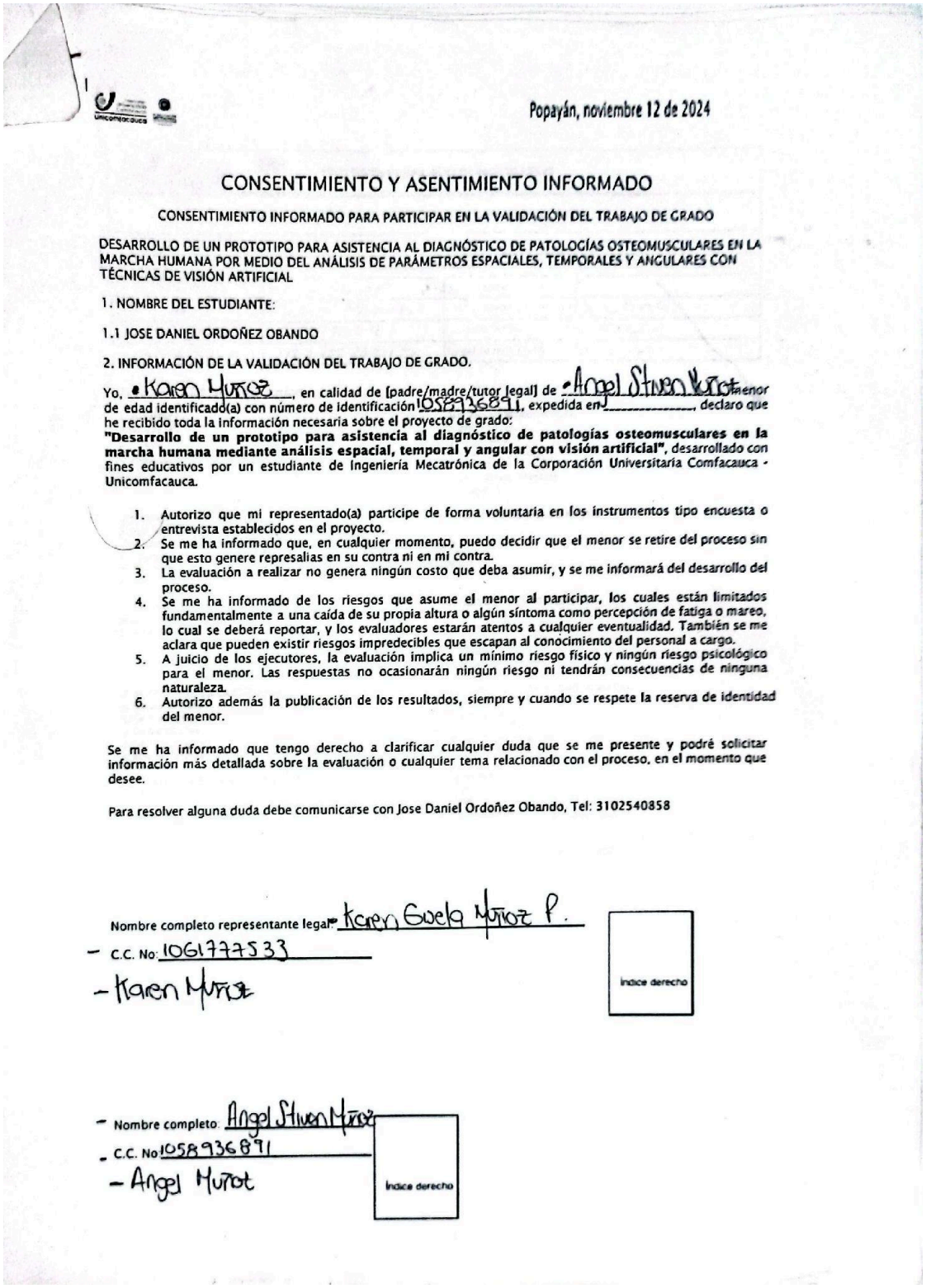
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.

1 2 3 4 5

8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.

1 2 3 4 5

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO MENOR DE EDAD



Popayán, noviembre 12 de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.

Yo, Karen Muñoz, en calidad de [padre/madre/tutor legal] de Angel Steven Muñoz menor de edad identificadd(a) con número de identificación 1058936891, expedida en _____, declaro que he recibido toda la información necesaria sobre el proyecto de grado:
"Desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana mediante análisis espacial, temporal y angular con visión artificial", desarrollado con fines educativos por un estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca - Unicomfacauca.

1. Autorizo que mi representado(a) participe de forma voluntaria en los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto.
2. Se me ha informado que, en cualquier momento, puedo decidir que el menor se retire del proceso sin que esto genere represalias en su contra ni en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir, y se me informará del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asume el menor al participar, los cuales están limitados fundamentalmente a una caída de su propia altura o algún síntoma como percepción de fatiga o mareo, lo cual se deberá reportar, y los evaluadores estarán atentos a cualquier eventualidad. También se me aclara que pueden existir riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores, la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para el menor. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza.
6. Autorizo además la publicación de los resultados, siempre y cuando se respete la reserva de identidad del menor.

Se me ha informado que tengo derecho a clarificar cualquier duda que se me presente y podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o cualquier tema relacionado con el proceso, en el momento que desee.

Para resolver alguna duda debe comunicarse con Jose Daniel Ordoñez Obando, Tel: 3102540858

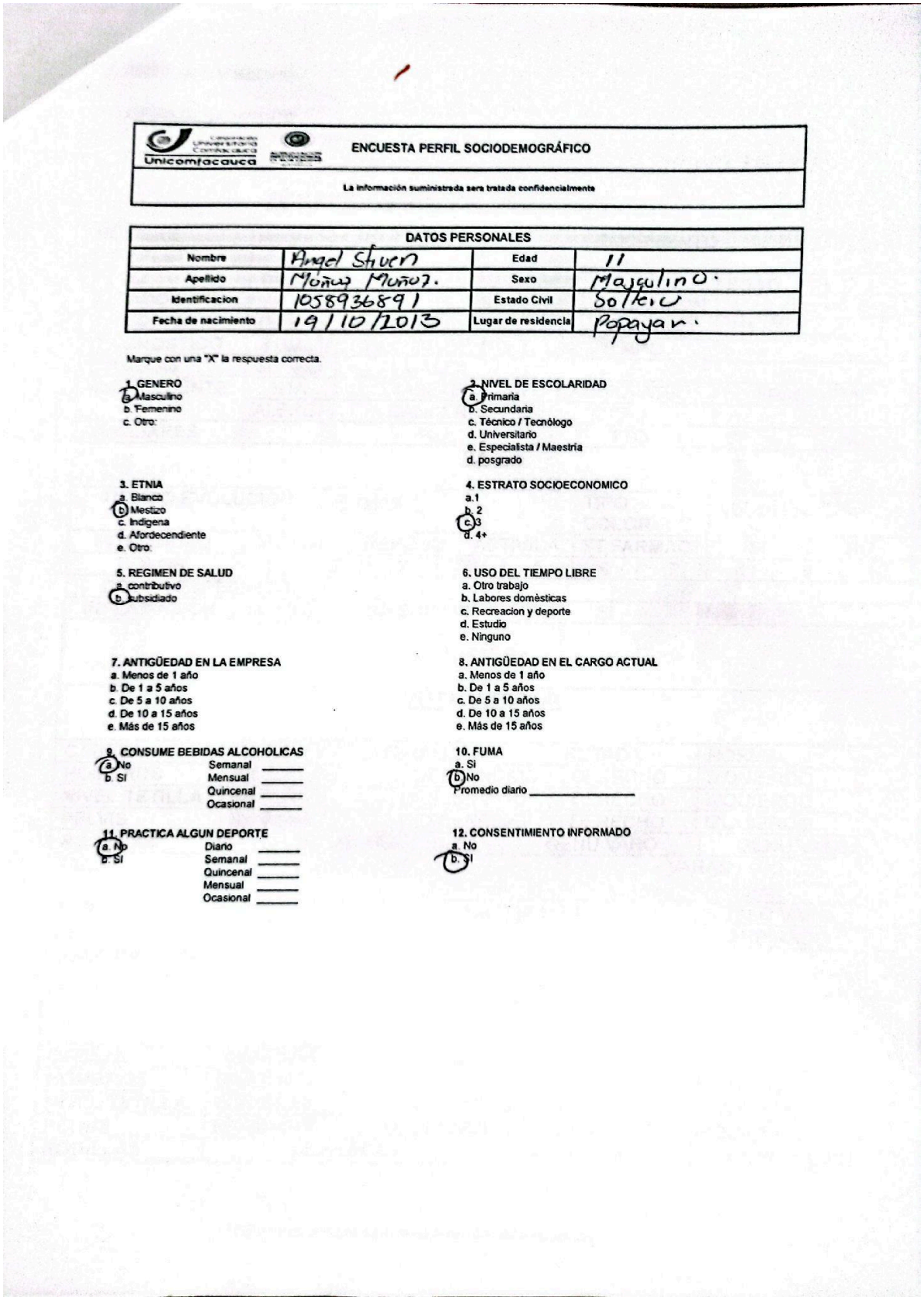
Nombre completo representante legal: Karen Gisela Muñoz P.
C.C. No: 1061777533
Karen Muñoz

Indice derecho

Nombre completo: Angel Steven Muñoz
C.C. No: 1058936891
Angel Muñoz

Indice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 1



Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Angel Stiven	Edad	11
Apellido	Muñoz Muñoz.	Sexo	Masculino.
Identificacion	1058936891	Estado Civil	Soltero
Fecha de nacimiento	19/10/2013	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestría
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
b. Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domèsticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
b. SI
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. Si
b. No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
b. SI
Diario _____
Semanal _____
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
b. SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 1

FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS:

FECHA: 12/11/24

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Angel Stiven Nuñez.				DOCUMENTO		1008936891.		
PESO 31	TALLA 136	IMC 16	SEX	M	F	EDAD	11		
ESTADO CIVIL		HIJOS	NO.	OCUPACION	Estudiante.				
DIRECCION	Calle 2C # 41-30.			TELEFONO	3126387302				
DIAGNOSTICO	Fascia Plantar; pie plano Izq			TIEMPO					
CIRUGIAS	SI NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS					
	ALERGI	CANCER	OTRO						
FAMILIARES			TTO	SI	NO				

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	8 meses			TIPO DOLOR	localizado.					
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA	TT FARMAC	SI	NO				
DOLOR	1	2	3	X	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO										
INFLAMACION	SI NO	INFECCION	SI	NO.						

POSTURA

VISTA ANTERIOR

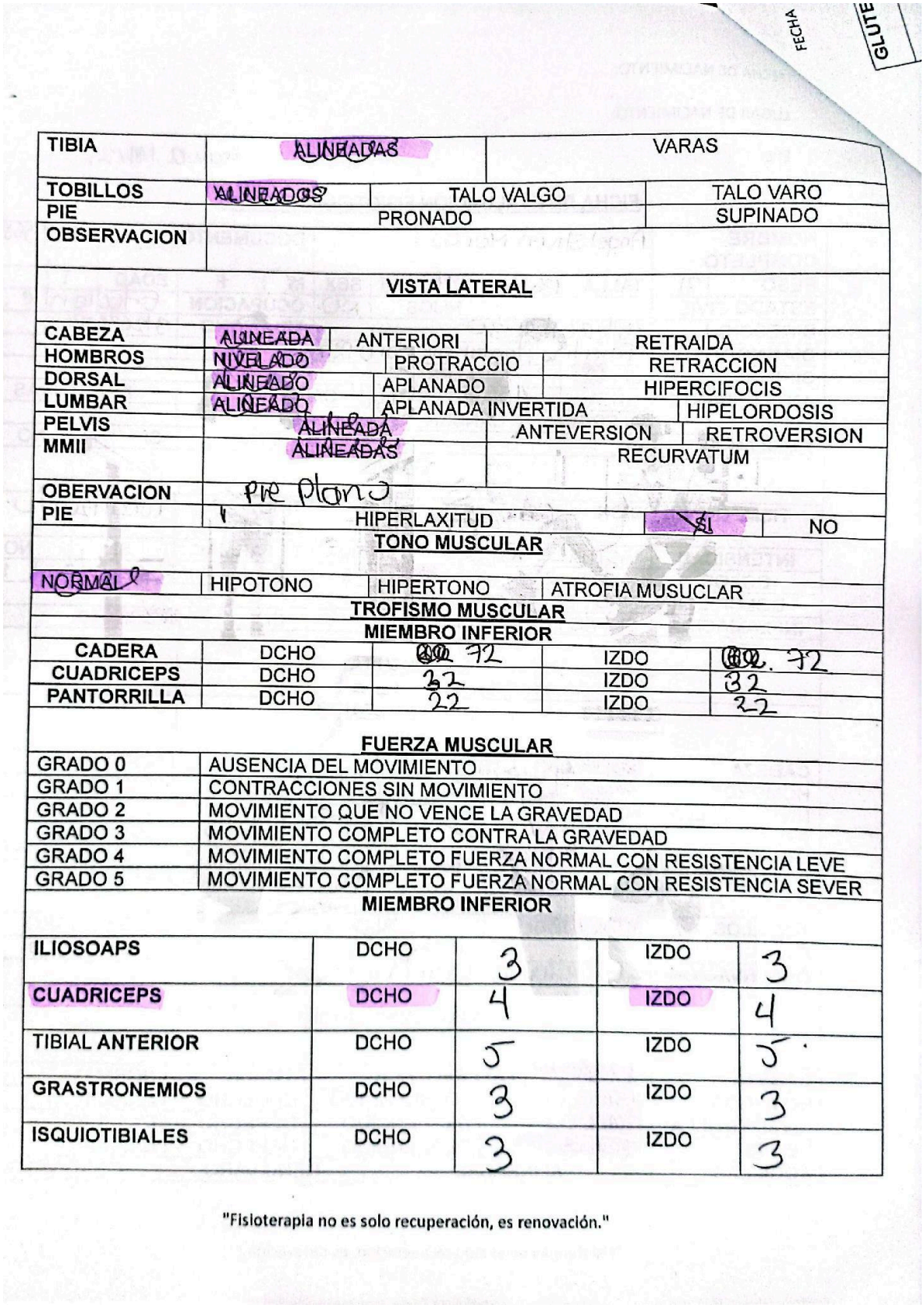
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION	Pie plano derecho.			

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 1



FECHA

GLUTE

TIBIA	ALINEADAS		VARAS
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION			

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA	
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION	
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS	
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPELORDOSIS	
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION	
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM		
OBERVACION	PIE plano			
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO	

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	72	IZDO	72
CUADRICEPS	DCHO	32	IZDO	32
PANTORRILLA	DCHO	22	IZDO	22

FUERZA MUSCULAR

GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	3	IZDO	3
CUADRICEPS	DCHO	4	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	5	IZDO	5
GRASTRONEMIOS	DCHO	3	IZDO	3
ISQUIOTIBIALES	DCHO	3	IZDO	3

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 1

FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	3	IZDO	3

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

DERECHO		CADERA	IZQUIERDO	
130°	75°	FLEXION 120°	130°	
30°	12°.	EXTENSION 30°	30°	
		RODILLA		
120°	126°	FLEXION 135°	120	
0°	0°	EXTENSION 0°	0°	
		PIE		
10°	16°	DORSIFLEXION 30°	30°	
20°	20°	PLANTIFLEXION 50°	30°	

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON			90%		DESPEGUE DE DEDOS			90%			
BALANCE			90%		USA AYUDAS		SI		NO		
OBSERVACION	Limitacion en pie derecho por dolor de pie plano.										

Fisioterapeuta

- Se observa hipolaxitud
- buena FZA muscular.

prototipo

FZA = minimo: 850
maximo: 980

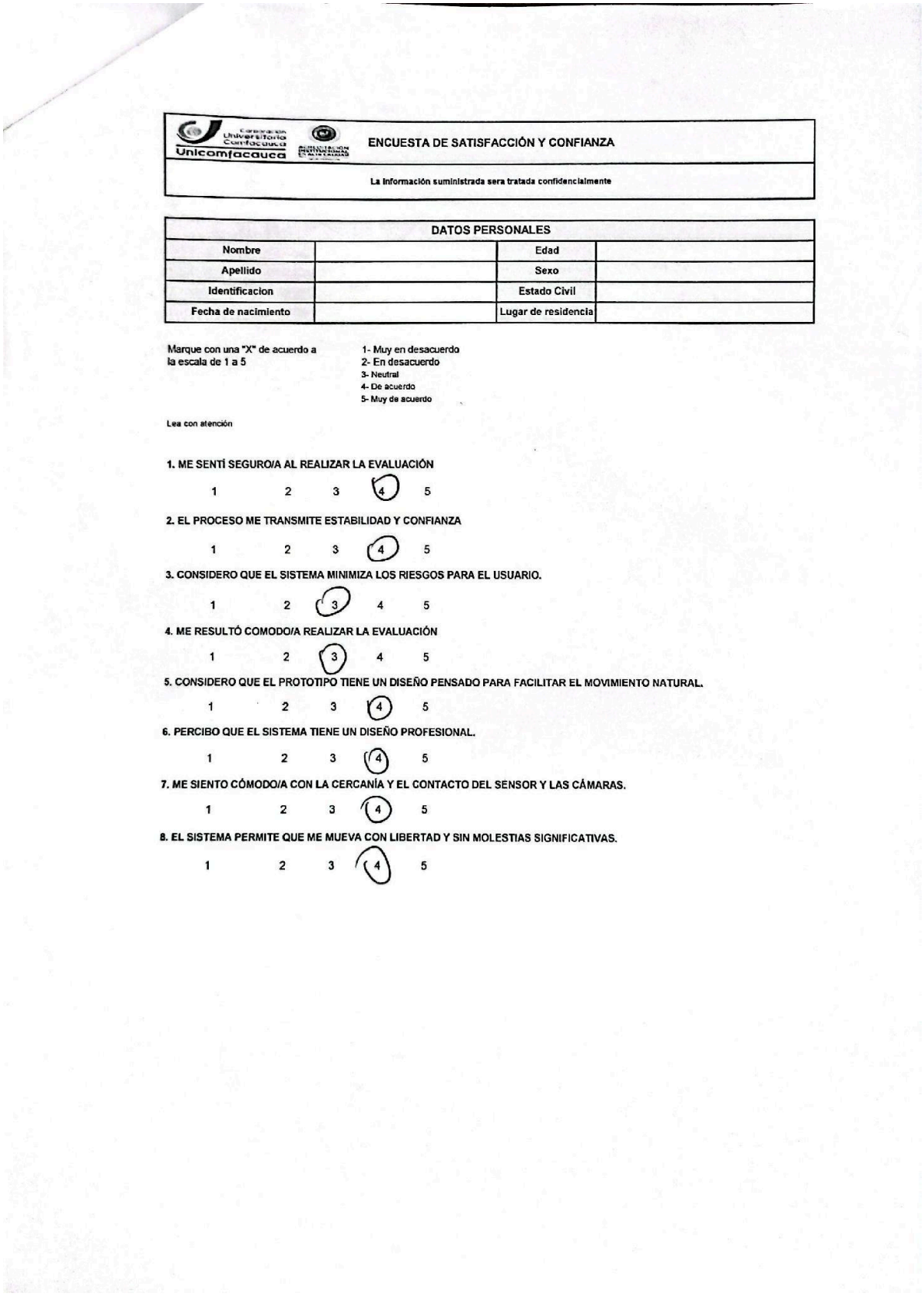
- Igualdad de ama en pie derecho son disminuidas por lo que conversa con el diagnostico medico.
pie plano derecho

-tiempo marcha: 2.86
velocidad marcha 35
Distancia 1mts.

Edgar Alberto Yanez D.
FISIOTERAPEUTA
COLFI - 13048

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 1



Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre		Edad	
Apellido		Sexo	
Identificacion		Estado Civil	
Fecha de nacimiento		Lugar de residencia	

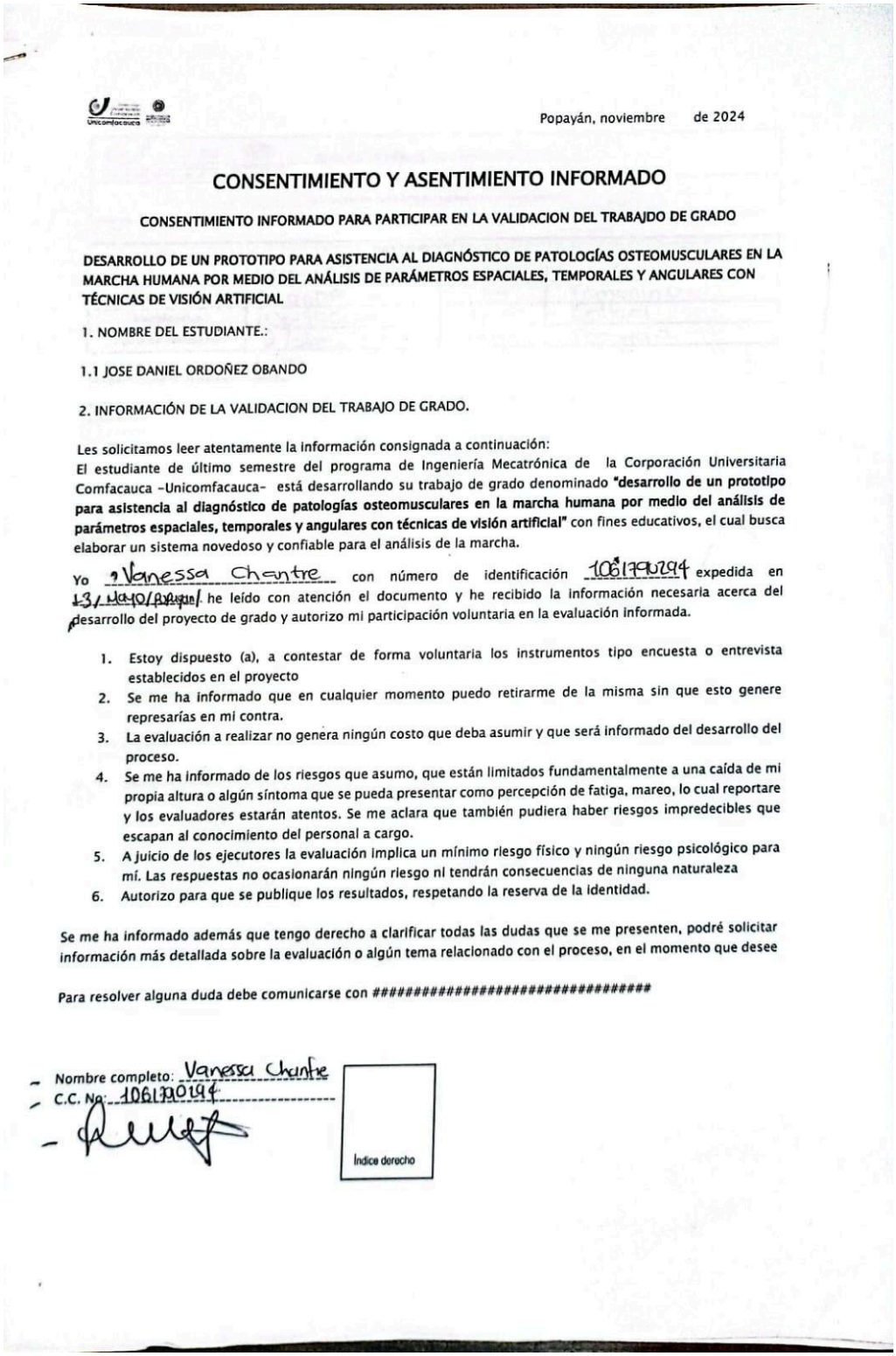
Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 (4) 5
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 (3) 4 5
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 (3) 4 5
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 (4) 5
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 (4) 5
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 (4) 5
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 (4) 5

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 2



Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Vanessa Chantre con número de identificación 1061790294 expedida en 13/ MAYO/ [illegible] he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

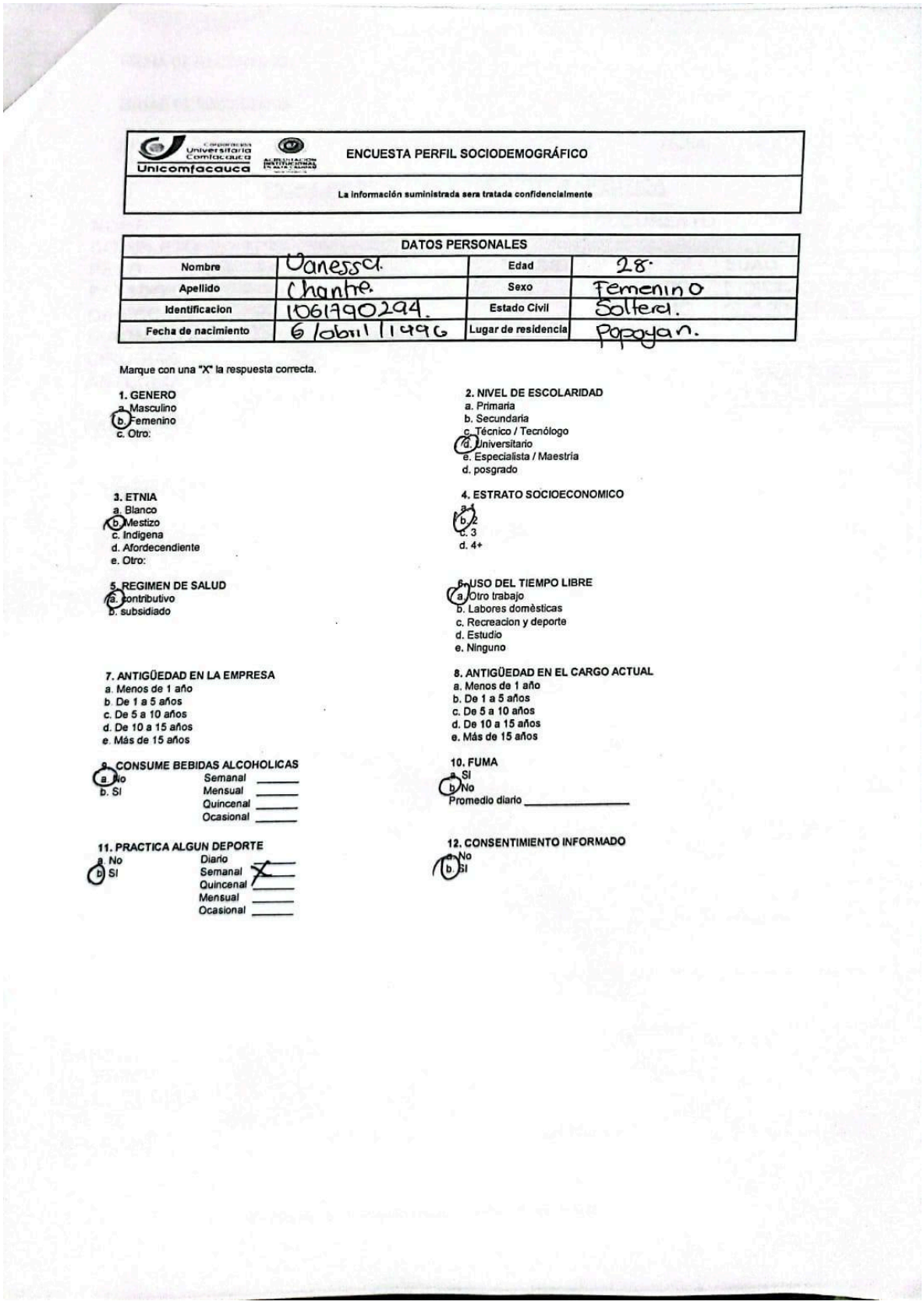
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##########

Nombre completo: Vanessa Chantre
C.C. No: 1061790294

Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 2



Corporación Universitaria Comfacauca — Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Vanessa.	Edad	28.
Apellido	Chante.	Sexo	Femenino
Identificacion	1061990294.	Estado Civil	Soltera.
Fecha de nacimiento	6/06/1996	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
(b) Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
(d) Universitario
e. Especialista / Maestría
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
(b) Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a. 1
(b) 2
c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
(a) contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
(a) Otro trabajo
b. Labores domèsticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

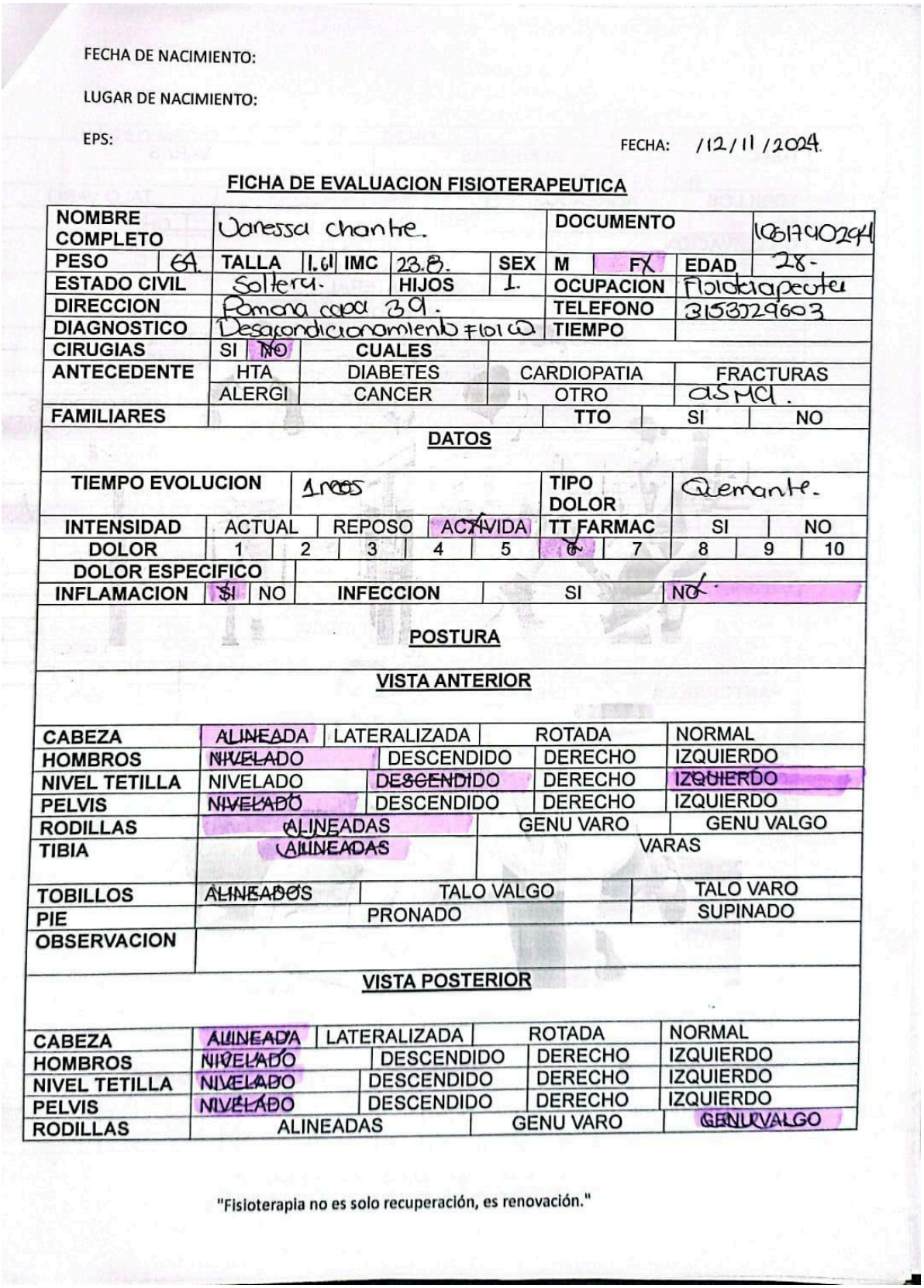
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
(a) No
b. SI
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. SI
(b) No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
(b) SI
Diario _____
Semanal X
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
(b) SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 2



FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS:

FECHA: /12/11/2024.

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Vanessa chantre.					DOCUMENTO			1061740244	
PESO	64.	TALLA	1.61	IMC	23.8.	SEX	M	FX	EDAD	28.
ESTADO CIVIL	Soltera.			HIJOS	1.		OCUPACION		Fisioterapeuta	
DIRECCION	Romana casa 39.						TELEFONO		3153729603	
DIAGNOSTICO	Desacondicionamiento físico						TIEMPO			
CIRUGIAS	SI	NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA		DIABETES		CARDIOPATIA			FRACTURAS		
	ALERGI		CANCER		OTRO			asma.		
FAMILIARES						TTO	SI		NO	

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	1 mes					TIPO DOLOR		Quemante.		
INTENSIDAD	ACTUAL		REPOSO		ACTIVIDA	TT FARMAC		SI		NO
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO										
INFLAMACION	SI	NO	INFECCION			SI		NO		

POSTURA

VISTA ANTERIOR

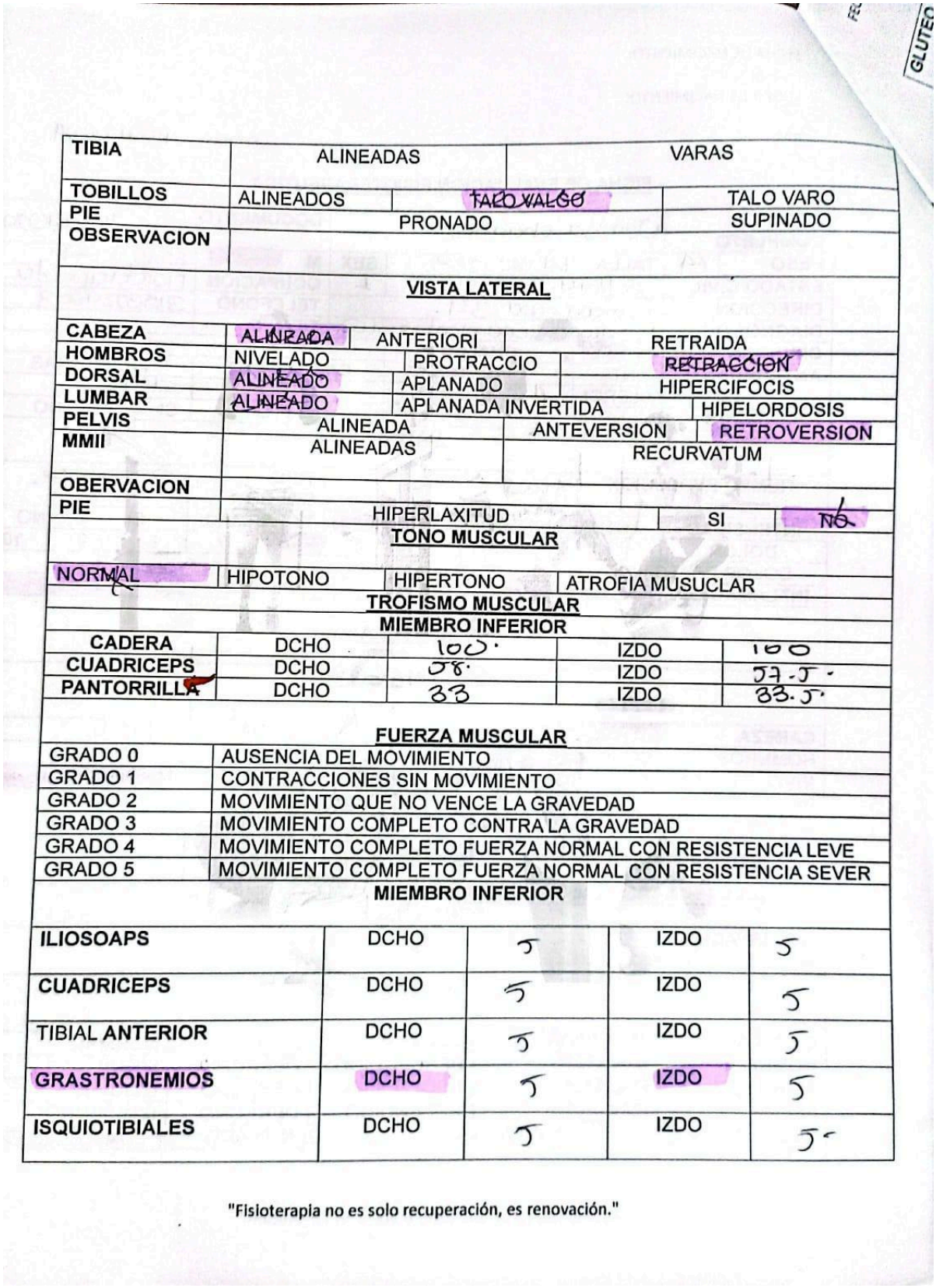
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 2



TIBIA	ALINEADAS	VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION			

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPELORDOSIS
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM	
OBERVACION			
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	100.	IZDO	100
CUADRICEPS	DCHO	38.	IZDO	37.5.
PANTORRILLA	DCHO	33	IZDO	33.5.

FUERZA MUSCULAR

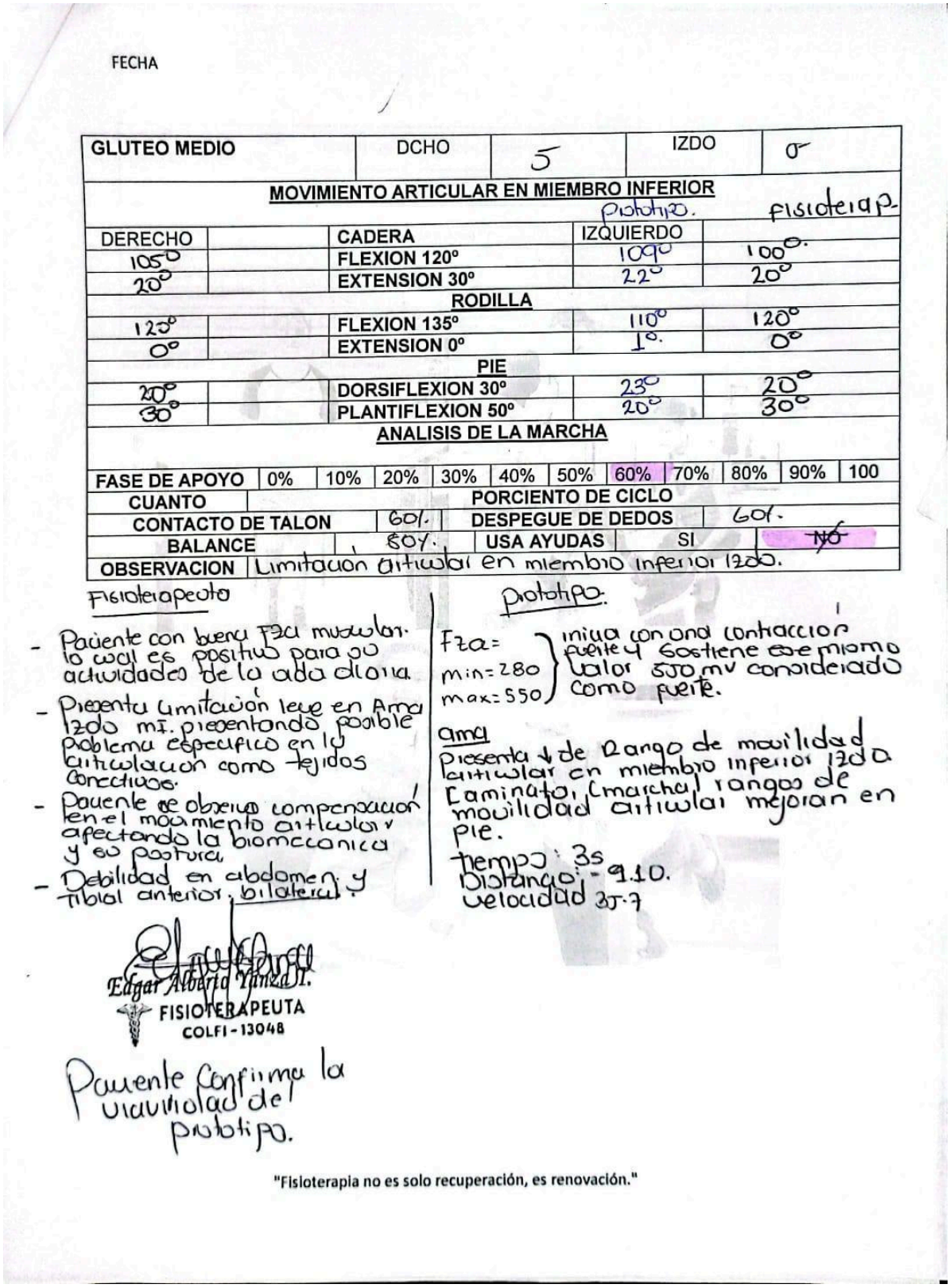
GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	5	IZDO	5
CUADRICEPS	DCHO	5	IZDO	5
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	5	IZDO	5
GRASTRONEMIOS	DCHO	5	IZDO	5
ISQUIOTIBIALES	DCHO	5	IZDO	5

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 2



FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	5	IZDO	0

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

Prototipo. Fisioterap.

DERECHO			IZQUIERDO	
		CADERA		
105°		**FLEXION 120°**	109°	100°
20°		**EXTENSION 30°**	22°	20°
		RODILLA		
120°		**FLEXION 135°**	110°	120°
0°		**EXTENSION 0°**	1°	0°
		PIE		
20°		**DORSIFLEXION 30°**	23°	20°
30°		**PLANTIFLEXION 50°**	20°	30°

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										

CONTACTO DE TALON	60%.	**DESPEGUE DE DEDOS**	60%.		
BALANCE	80%.	**USA AYUDAS**	SI	~~NO~~	
OBSERVACION	Limitacion artiwlar en miembro inferior Izdo.				

Fisioterapeuta

- Paciente con buena Fza muscular. lo cual es positivo para su actividades de la vida diaria
- Presenta limitación leve en Ama Izdo mI. presentando posible problema especifico en la artiwlacion como tejidos conectivos.
- Paciente se observa compensacion en el movimiento artiwlar y afectando la biomecanica y su postura.
- Debilidad en abdomen y Tibial anterior, bilateral.

Edgar Alberto Yanez D.
FISIOTERAPEUTA
COLFI-13048

Paciente confirma la viavilidad del prototipo.

Prototipo.

Fza= min=280 max=550 } inicia con una contraccion fuerte y sostiene este mismo valor 550 mV considerado como fuerte.

ama
Presenta ↓ de rango de movilidad artiwlar en miembro inferior Izdo Laminatoria, marcha, rangos de movilidad artiwlar mejoran en pie.
tiempo: 3s
Distancia: 9.10.
velocidad 3D.7

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 2

Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Vanessa	Edad	28.
Apellido	Chantre.	Sexo	femenino
Identificacion	1061790294	Estado Civil	soltero
Fecha de nacimiento	06/06/1996	Lugar de residencia	popayan.

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 (5)

2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA

1 2 3 4 (5)

3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.

1 2 3 (4) 5

4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 (5)

5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.

1 2 3 4 (5)

6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.

1 2 3 4 (5)

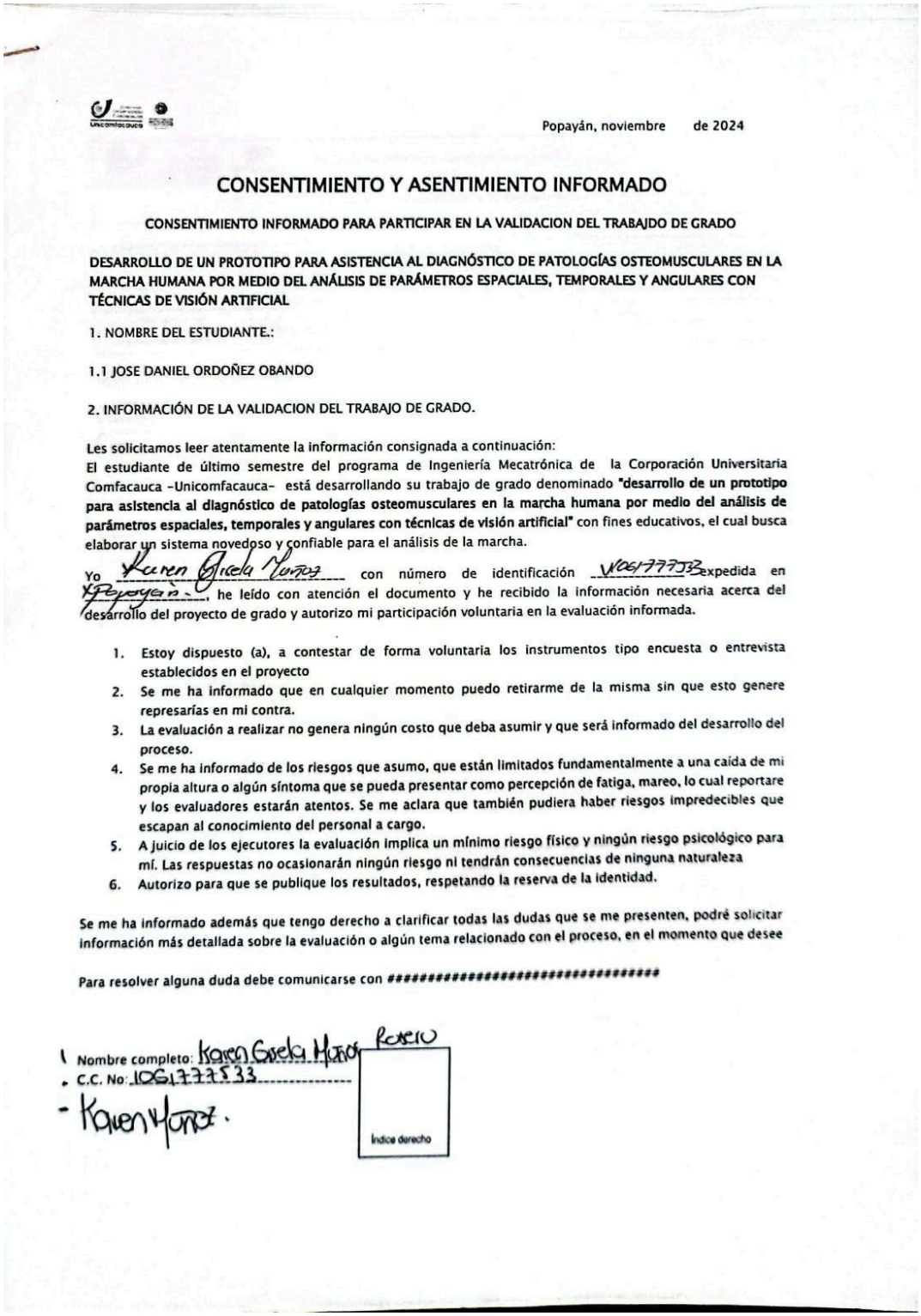
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.

1 2 3 4 (5)

8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.

1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 3



Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Karen Gisela Muñoz con número de identificación 1061777533 expedida en Popayán, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

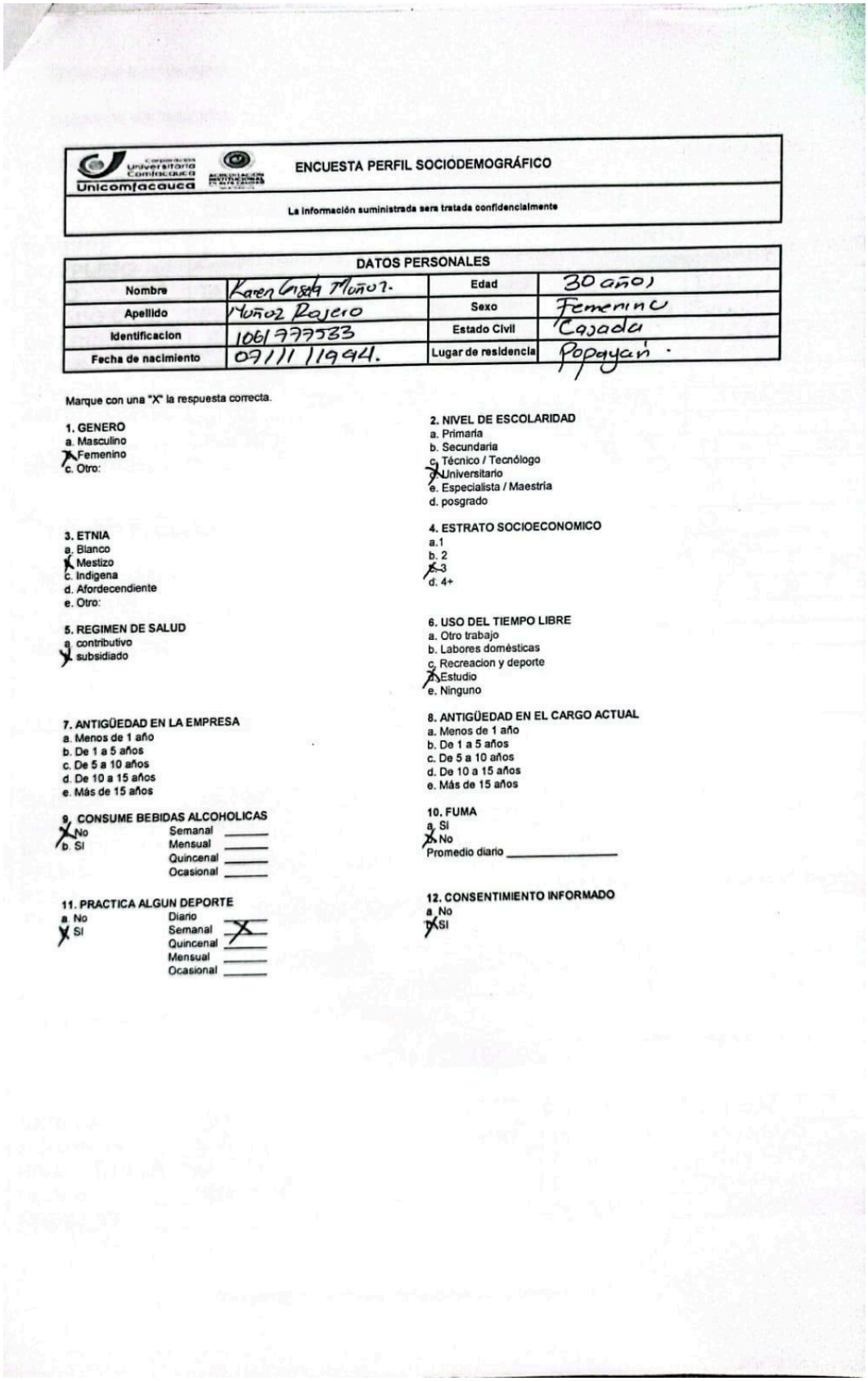
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##########

Nombre completo: Karen Gisela Muñoz Rosero
C.C. No: 1061777533
Karen Muñoz.

Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 3



Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Karen Gisela Muñoz.	Edad	30 años
Apellido	Muñoz Rojero	Sexo	Femenino
Identificacion	1061777583	Estado Civil	Casada
Fecha de nacimiento	07/11/1994.	Lugar de residencia	Popayán.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
X b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
X d. Universitario
e. Especialista / Maestria
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
X b. Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
X c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
X b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domésticas
c. Recreacion y deporte
X d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
X a. No
b. SI
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. SI
X b. No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
X b. SI
Diario _____
Semanal X
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
X b. SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 3

FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS: FECHA: 12/ 11 /2024.

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Karen Gisela Muñoz				DOCUMENTO		1061777533.		
PESO 59	TALLA 155	IMC 23.	SEX	M F	EDAD	30			
ESTADO CIVIL	Casada.	HIJOS 1			OCUPACION	Estudiante.			
DIRECCION	calle 24 #4-30				TELEFONO	3126385302.			
DIAGNOSTICO	Tendinitis Rotuliana Derecha.				TIEMPO	4 Meses.			
CIRUGIAS	SI NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS					
	ALERGI	CANCER	OTRO						
FAMILIARES			TTO	SI	NO				

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	4 meses				TIPO DOLOR	Punzante.				
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA		TT FARMAC	SI	NO			
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO	Rodilla Derecha.									
INFLAMACION	SI NO	INFECCION	SI	NO						

POSTURA

VISTA ANTERIOR

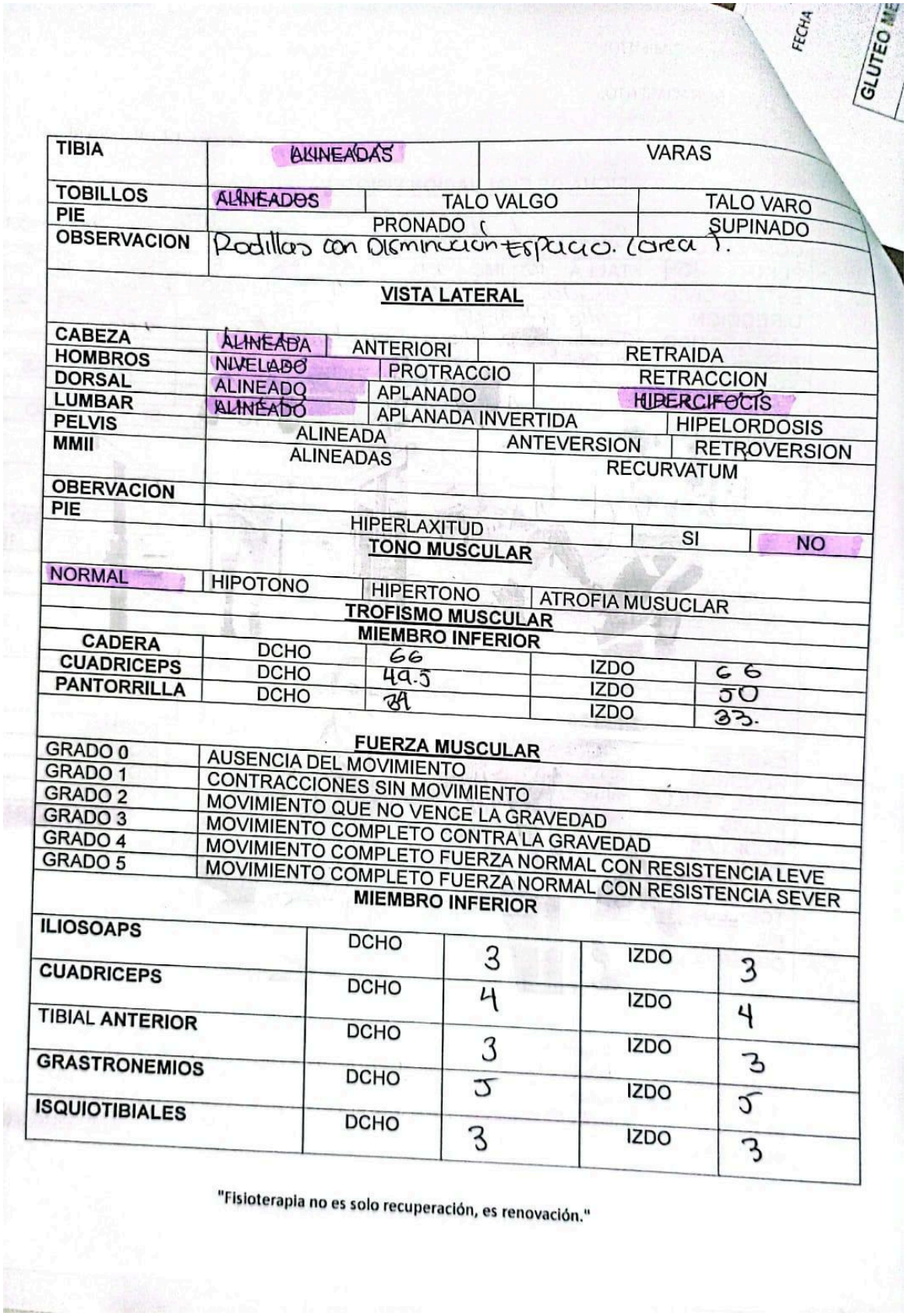
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION	Rodillas anterior.			

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 3



FECHA

GLUTEO ME

TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO (			SUPINADO
OBSERVACION	Rodillas con Disminucion Espacio. (area).			

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA	
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION	
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS	
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA		HIPELORDOSIS
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION		RETROVERSION
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM		
OBERVACION				
PIE	HIPERLAXITUD		SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	66	IZDO	66
CUADRICEPS	DCHO	49.5	IZDO	50
PANTORRILLA	DCHO	34	IZDO	33.

FUERZA MUSCULAR

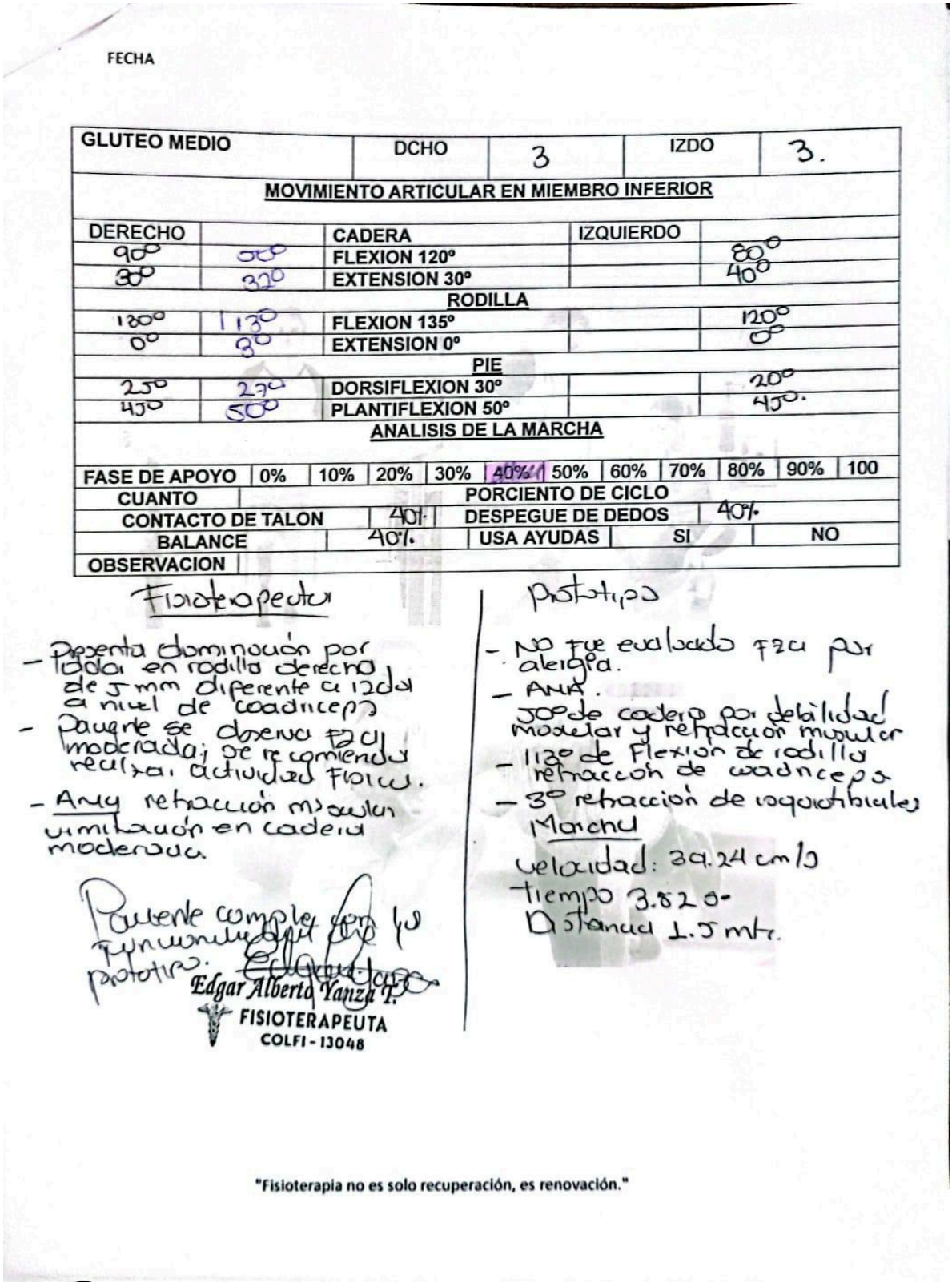
GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	3	IZDO	3
CUADRICEPS	DCHO	4	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	3	IZDO	3
GRASTRONEMIOS	DCHO	5	IZDO	5
ISQUIOTIBIALES	DCHO	3	IZDO	3

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 3



FECHA

GLUTEO MEDIO		DCHO	3	IZDO	3.
MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR					
DERECHO		CADERA		IZQUIERDO	
90°	90°	FLEXION 120°			80°
30°	32°	EXTENSION 30°			40°
RODILLA					
130°	113°	FLEXION 135°			120°
0°	3°	EXTENSION 0°			0°
PIE					
25°	27°	DORSIFLEXION 30°			20°
45°	50°	PLANTIFLEXION 50°			45°.

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON			40%	DESPEGUE DE DEDOS			40%				
BALANCE		40%		USA AYUDAS		SI			NO		
OBSERVACION											

Fisioterapeuta

- Presenta dominación por tibial en rodilla derecha de 5 mm diferente a izdo a nivel de cuadriceps
- Paciente se observa FZa moderada; se recomienda realizar actividad Física.
- Ang retracción muscular limitación en cadera moderada.

Paciente completa con la funcionalidad del prototipo.

Edgar Alberto Yanza T.
FISIOTERAPEUTA
COLFI - 13048

Prototipo

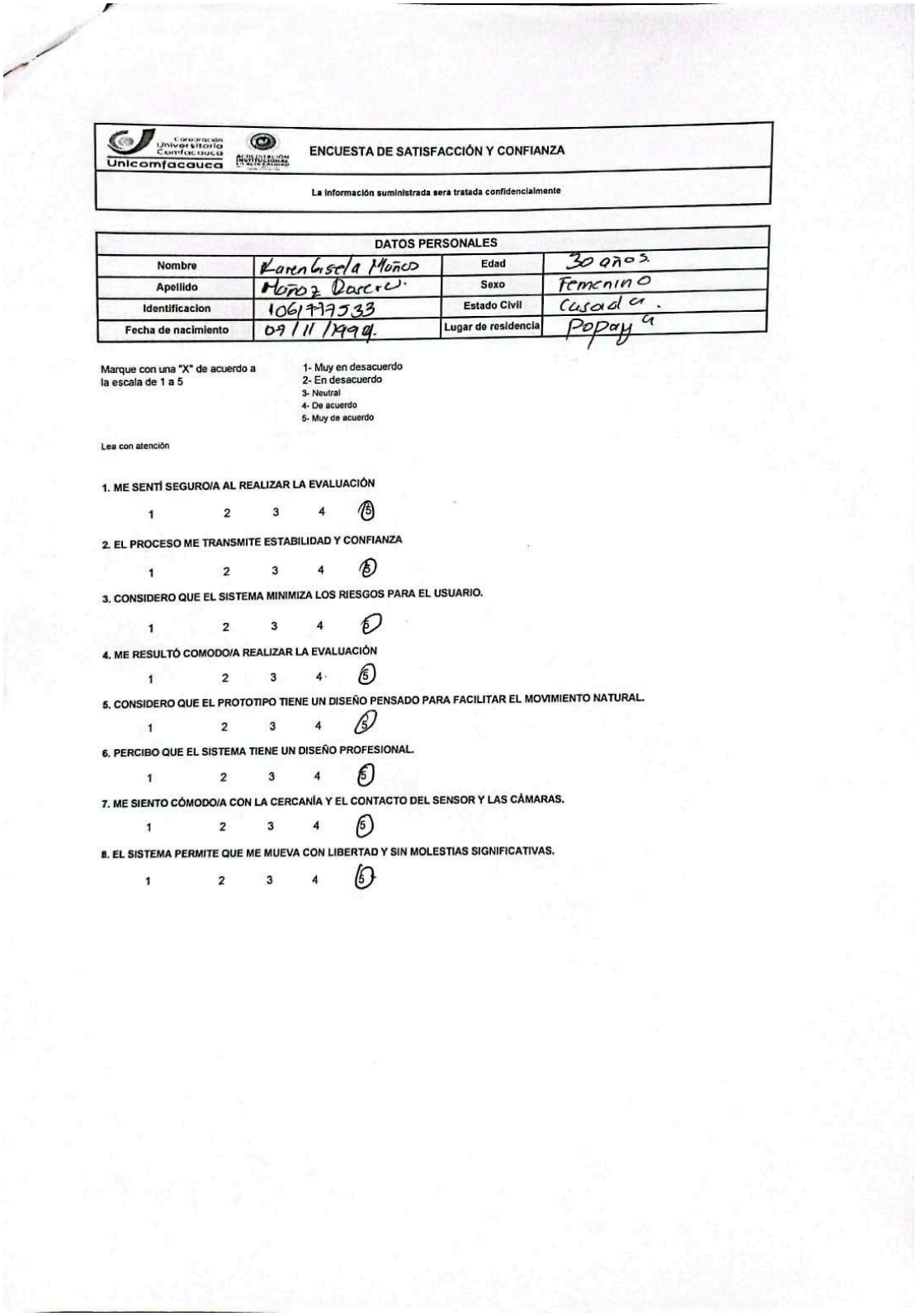
- No fue evaluado FZa por alergia.
- ANA.
  30° de cadera por debilidad muscular y retracción muscular
- 113° de Flexion de rodilla retracción de cuadriceps
- 3° retracción de isquiotibiales

Marcha

velocidad: 39.24 cm/s
Tiempo 3.82 s.
Distancia 1.5 mts.

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 3



Corporación Universitaria Comfacauca
Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Karen Gisela Muñoz	Edad	30 años
Apellido	Muñoz Dorado	Sexo	Femenino
Identificacion	1061777533	Estado Civil	Casada.
Fecha de nacimiento	09/11/1994.	Lugar de residencia	Popayán

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 (5)

2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA

1 2 3 4 (5)

3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.

1 2 3 4 (5)

4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 (5)

5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.

1 2 3 4 (5)

6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.

1 2 3 4 (5)

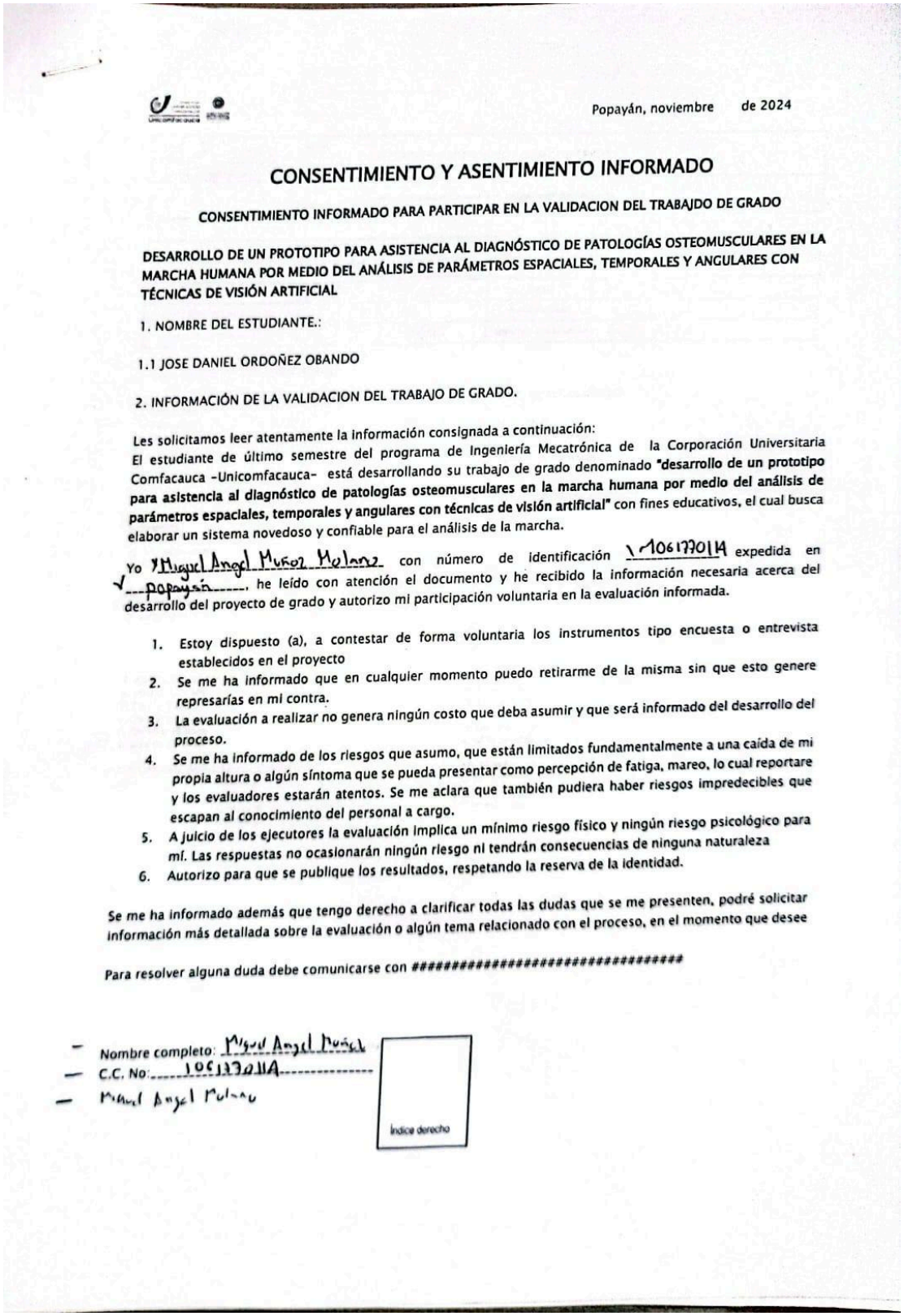
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.

1 2 3 4 (5)

8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.

1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 4



Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Miguel Angel Muñoz Molano con número de identificación 1061770114 expedida en Popayán, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##########

- Nombre completo: Miguel Angel Muñoz
- C.C. No: 1061770114
- Miguel Angel Muñoz

Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 4

Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	miguel angel	Edad	30
Apellido	Muñoz Molano	Sexo	Masculino.
Identificacion	1061770114	Estado Civil	casado.
Fecha de nacimiento	04/06/1994.	Lugar de residencia	Popayan

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestría
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
b. Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domésticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
b. SI
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. SI
b. No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
b. SI
Diario _____
Semanal X
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
b. SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 4

FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS:

FECHA: 12/11/2024

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Miguel Angel Hurtz Holano				DOCUMENTO		1061790174.		
PESO 97	TALLA 181	IMC 29.6	SEX	M X	F	EDAD 30			
ESTADO CIVIL	Casado	HIJOS		OCUPACION	Comerciante.				
DIRECCION	Calle 2C #41-30			TELEFONO	3209784090.				
DIAGNOSTICO	Fascitis Plantar Izdo.			TIEMPO					
CIRUGIAS	SI NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS					
	ALERGI	CANCER	OTRO	Clavicula Izdo.					
FAMILIARES			TTO	SI	NO				

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	3meses			TIPO DOLOR	moderado.					
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA	TT FARMAC	SI	NO				
DOLOR	1	2	3	4	5	6	(7)	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO	Pie plantar. Izdo.									
INFLAMACION	SI (NO)	INFECCION	SI	(NO).						

POSTURA

VISTA ANTERIOR

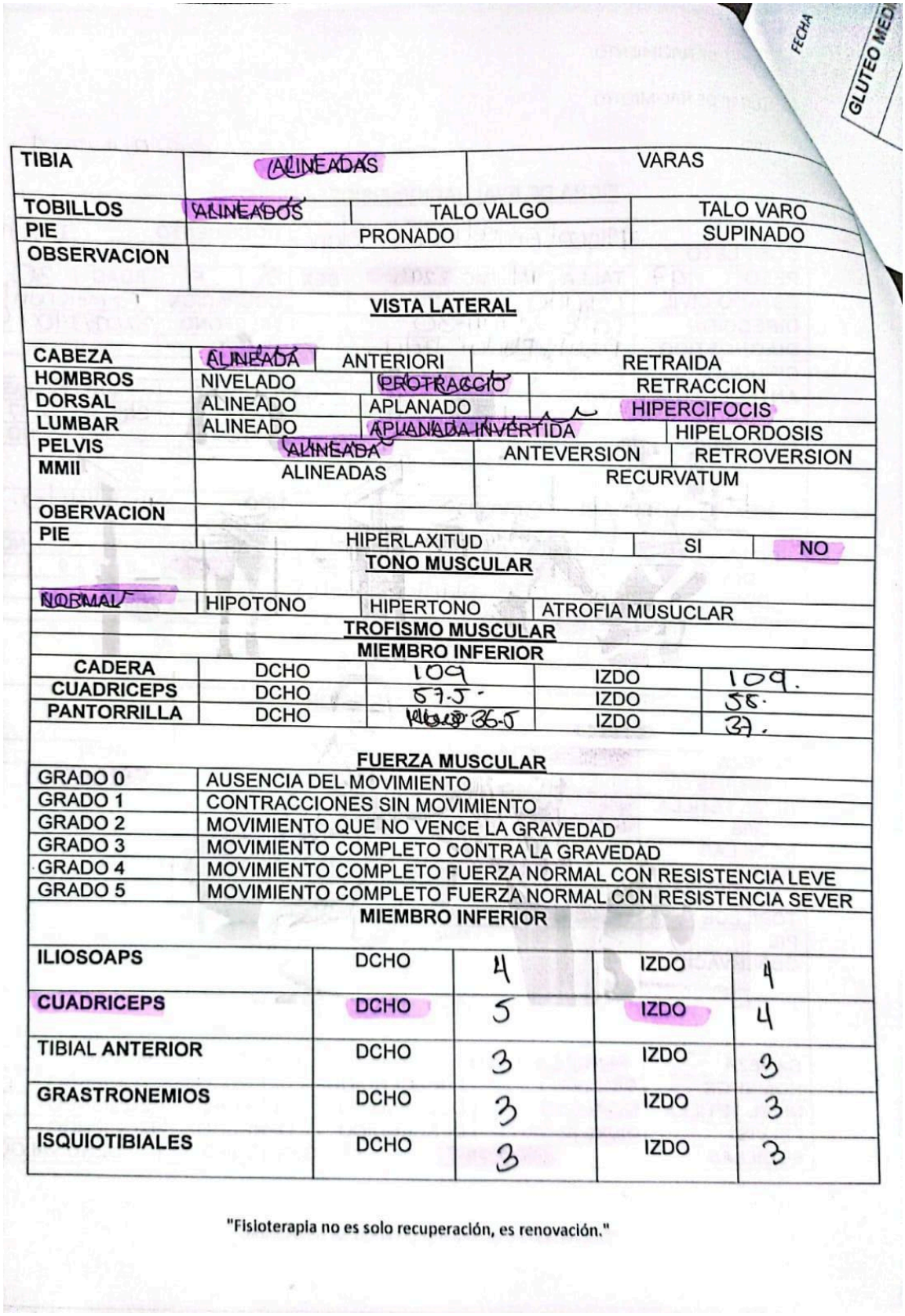
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS	GENU VARO	GENU VALGO	
TIBIA	ALINEADAS	VARAS		
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO	
PIE	PRONADO	SUPINADO		
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS	GENU VARO	GENU VALGO	

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 4



TIBIA	ALINEADAS	VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION			

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA	
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION	
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS	
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPELORDOSIS	
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION	
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM		
OBERVACION				
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO	

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	109	IZDO	109.
CUADRICEPS	DCHO	57.5	IZDO	55.
PANTORRILLA	DCHO	36.5	IZDO	37.

FUERZA MUSCULAR

GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	4	IZDO	4
CUADRICEPS	DCHO	5	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	3	IZDO	3
GRASTRONEMIOS	DCHO	3	IZDO	3
ISQUIOTIBIALES	DCHO	3	IZDO	3

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 4

FECHA

GLUTEO MEDIO		DCHO	4	IZDO	4.
MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR					
DERECHO		CADERA		IZQUIERDO	
82°	83°	FLEXION 120°		70°	
10°	9.1°	EXTENSION 30°		20°	
RODILLA					
120°	116°	FLEXION 135°		130°	
0°		EXTENSION 0°		0°	
PIE					
20°	15°	DORSIFLEXION 30°		20°	
30°	25°.	PLANTIFLEXION 50°		10°	
ANALISIS DE LA MARCHA					

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON			60%.		DESPEGUE DE DEDOS			60%.			
BALANCE			70%.		USA AYUDAS		SI		NO		
OBSERVACION	Dominación de plantiflexion izda por el dolor que presenta, caracteriza el diagnostico										

Fisioterapeutu

- Miembro inferior izdo tiene menos Fza que el deho por limitación de dolor.
- Presenta buena Fza muscular cuadriceps.
- amg: Limitación iliosoapo y abdomen

Edgar Alberto Yanza T.
FISIOTERAPEUTA
COLFI - 13048

Paciente #4.
Comple con la funcionalidad del prototipo.

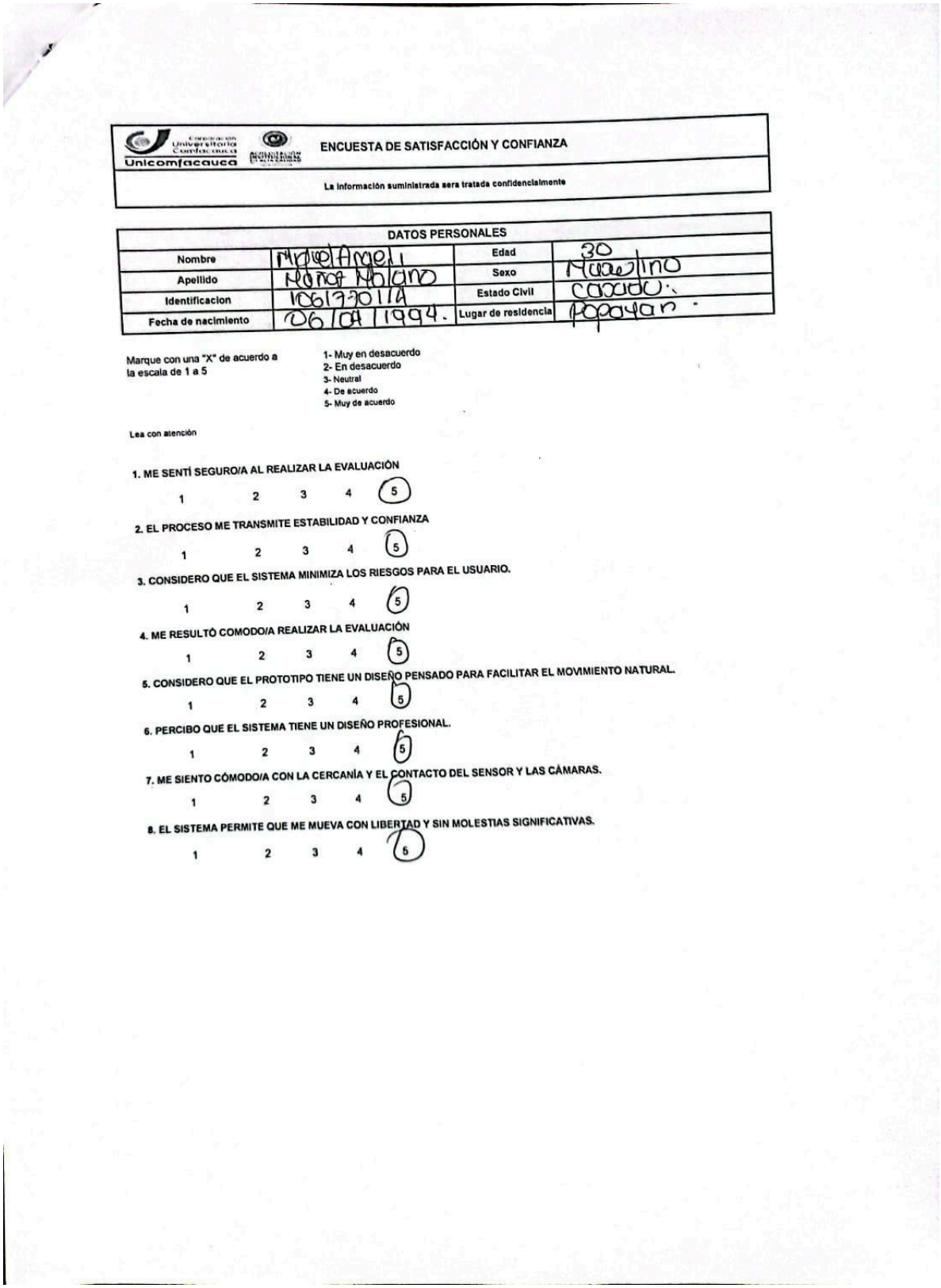
prototipu.
Fza: min = 180 mV
max = 810
comienza contraccion ligera y finaliza con una maxima.

AHA: Comple con los valores especificos fta vs prototipu
velocidad: 38.29cm/s.
tiempo marcha: 2.9seg.
distancia 110m



"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 4



Corporación Universitaria Comfacauca — Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada será tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Miguel Angel	Edad	30
Apellido	Mora Molano	Sexo	Masculino
Identificacion	1061770114	Estado Civil	casado.
Fecha de nacimiento	26/04/1994.	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 4 (5)
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 4 (5)
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 3 4 (5)
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 4 (5)
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 4 (5)
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 4 (5)
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 4 (5)
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 5

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo David leonardo Bustago V con número de identificación 1062083415 expedida en Ibet - Belalcazar, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

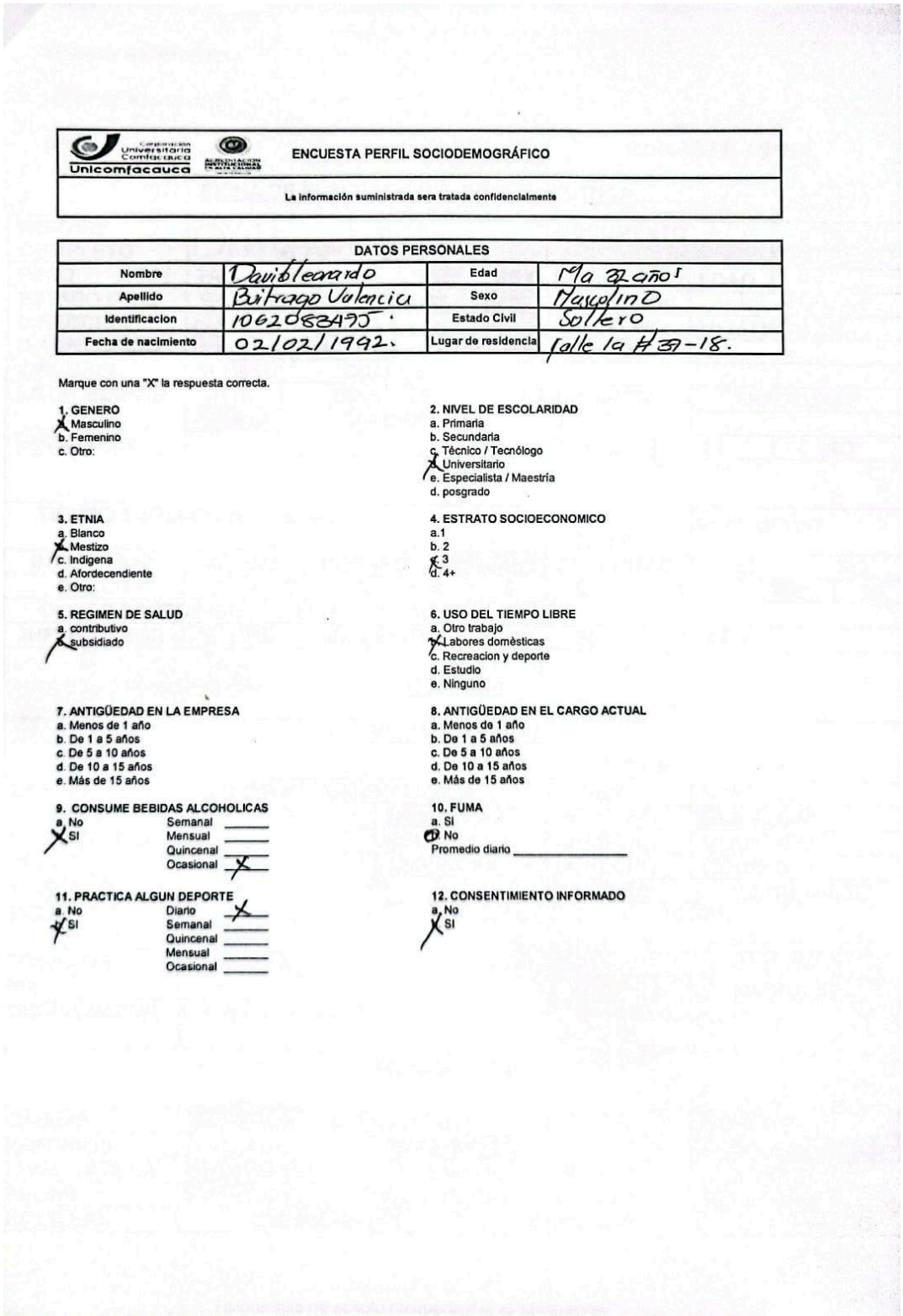
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##################################

Nombre completo David leonardo Bustago V
C.C. No: 1062083415

Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 5



Corporación Universitaria Comfacauca — Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	David Leonardo	Edad	19a 32 años
Apellido	Buitrago Valencia	Sexo	Masculino
Identificacion	1062082495	Estado Civil	Soltero
Fecha de nacimiento	02/02/1992	Lugar de residencia	Calle 1a #37-18.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
X a. Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
X d. Universitario
e. Especialista / Maestría
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
X b. Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
X c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
X b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
X b. Labores domèsticas
X c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

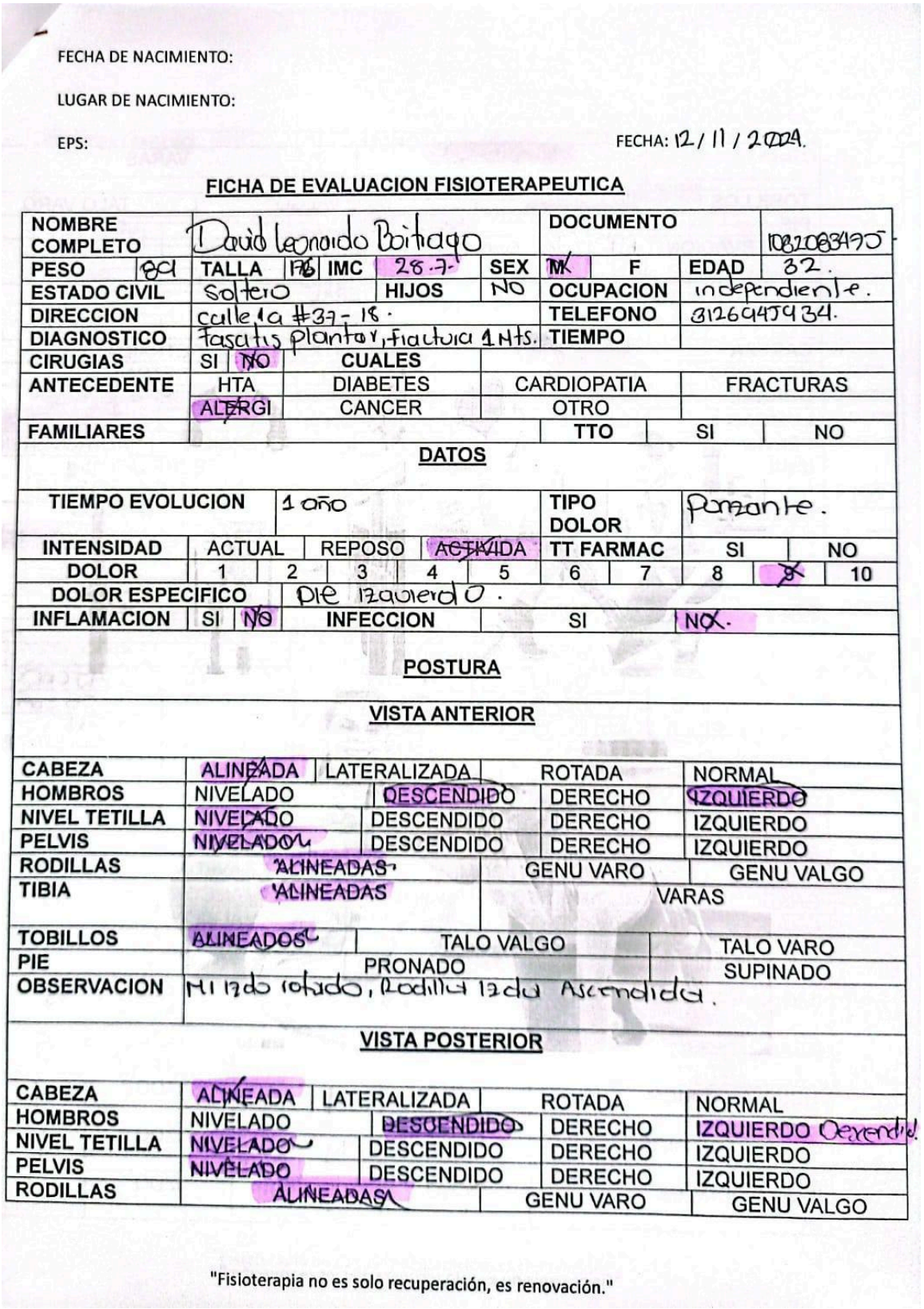
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
X SI
Semanal ____
Mensual ____
Quincenal ____
Ocasional X

10. FUMA
a. SI
X No
Promedio diario ____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
X SI
Diario X
Semanal ____
Quincenal ____
Mensual ____
Ocasional ____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
X SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 5



FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS:

FECHA: 12 / 11 / 2024.

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	David Leonardo Bohago				DOCUMENTO			1082083495	
PESO 80	TALLA 176	IMC 28.7	SEX	M F	EDAD	32.			
ESTADO CIVIL	Soltero	HIJOS	NO		OCUPACION	independiente.			
DIRECCION	calle 1a #37-18.				TELEFONO	3126949934.			
DIAGNOSTICO	fasatis plantar, fractura 1 Mts.				TIEMPO				
CIRUGIAS	SI NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS					
	ALERGI	CANCER	OTRO						
FAMILIARES					TTO	SI	NO		

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	1 año				TIPO DOLOR	punzante.				
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA		TT FARMAC	SI	NO			
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO	pie izquierdo.									
INFLAMACION	SI NO	INFECCION	SI	NO.						

POSTURA

VISTA ANTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION	Hombro izdo rotado, Rodilla izda Ascendida.			

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO Descendido
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 5

TIBIA	ALINEADAS		VARAS
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION	MI Izdo Genu valgo.		

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA	
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION	
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS	
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPERLORDOSIS	
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION	
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM		
OBERVACION	Normal			
PIE	HIPERLAXITUD		SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	45cm	IZDO	45cm
CUADRICEPS	DCHO	58 cm	IZDO	58 cm.
PANTORRILLA	DCHO	38.8m.	IZDO	41

Obse: 3cm diferencia pantorrilla Izq dcha.

FUERZA MUSCULAR

GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	3	IZDO	3
CUADRICEPS	DCHO	5	IZDO	5
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	4	IZDO	4
GRASTRONEMIOS	DCHO	4	IZDO	4
ISQUIOTIBIALES	DCHO	4	IZDO	4

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 5

FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	5	IZDO	5.

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

DERECHO		CADERA	IZQUIERDO	
90°	76°	FLEXION 120°	100°	
20°	17°	EXTENSION 30°	20°	
		RODILLA		
100°	102°	FLEXION 135°	110°	
0°	0°	EXTENSION 0°	0°	
		PIE		
22°	24°	DORSIFLEXION 30°	20°.	
40°.	45°	PLANTIFLEXION 50°	20°.	

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON	70%.		DESPEGUE DE DEDOS	70%.							
BALANCE	70%.		USA AYUDAS	SI	NO						
OBSERVACION	Disminución Plantiflexión por Fractura del dedo pie Izdo.										

Fisioterapeuta

- Disminución Tiopismo muscular en gastronemio izquierdo diferencia 3 cm. al derecho.
- Disminución Fza Iliosoas, psoas, por ende abdominal
- buena fuerza resto de musculos.
- Limitación Anq en cadera, rodilla por aumento de Tiopismo muscular.
- se observa rangos disminuidos pie Izdo por EU ex de pie fracturado.

Paciente cumple con Fisioterapia

Edgar Alberto Yanza T.
FISIOTERAPEUTA
COLFI - 13048

protocolo

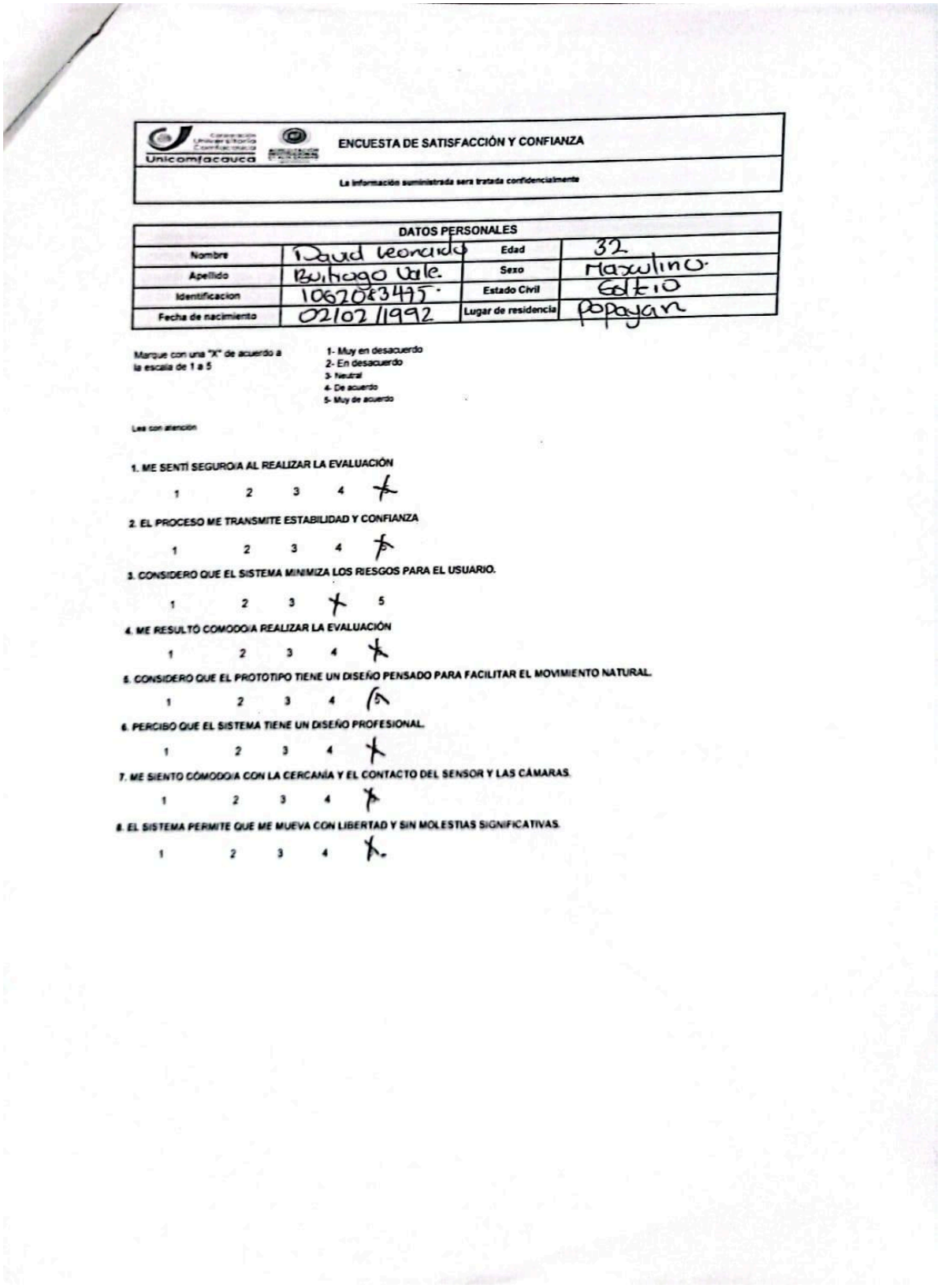
No se evalua Fuerza por patologia dermatologica.

- Ama
- cadera ↓ por debilidad y limitacion en abdomen e Iliosoas.
- debilidad muscular gluteo medio.

Marcha
Tiempo: 35
velocidad 0.47 seg.
Distancia 1.10 mts.

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 5



Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	David Leonardo	Edad	32.
Apellido	Buitrago Vale.	Sexo	Masculino.
Identificacion	1062883495.	Estado Civil	Soltero
Fecha de nacimiento	02/02/1992	Lugar de residencia	Popayan

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 X

2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA

1 2 3 4 X

3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.

1 2 3 X 5

4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 X

5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.

1 2 3 4 X

6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.

1 2 3 4 X

7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.

1 2 3 4 X

8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.

1 2 3 4 X

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 6

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Alejandra Bao con número de identificación 1061747274 expedida en Popayán, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

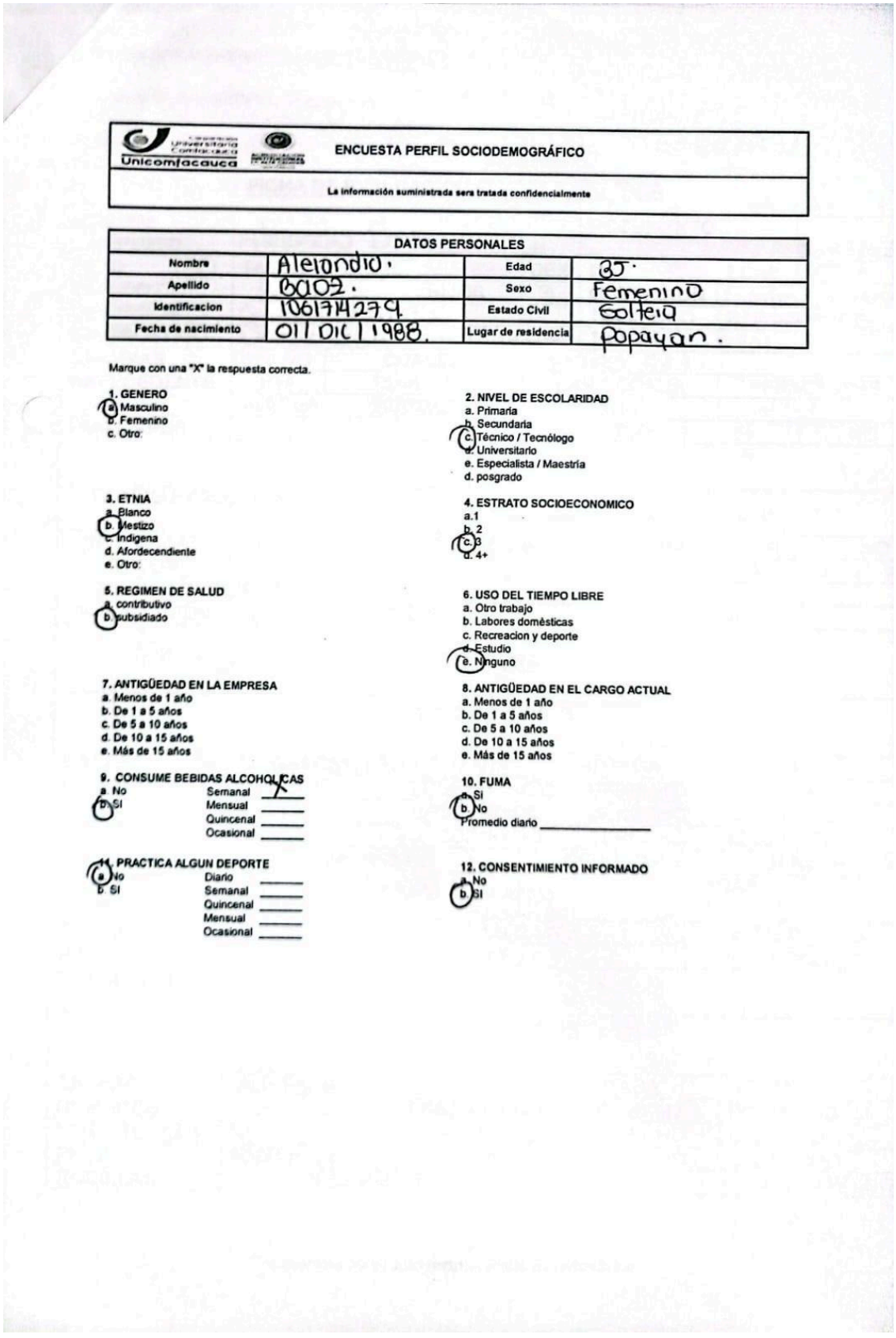
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##################################

Nombre completo: Alejandra Bao
C.C. No: 1061747274
PCP.

Huella
Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 6



Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Aleiondio.	Edad	37.
Apellido	Bolo2.	Sexo	Femenino
Identificacion	1061714279	Estado Civil	Soltera
Fecha de nacimiento	01/DIC/1988.	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
(a) Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
(c) Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestría
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
(b) Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
(c) 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
(b) subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domésticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
(e) Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

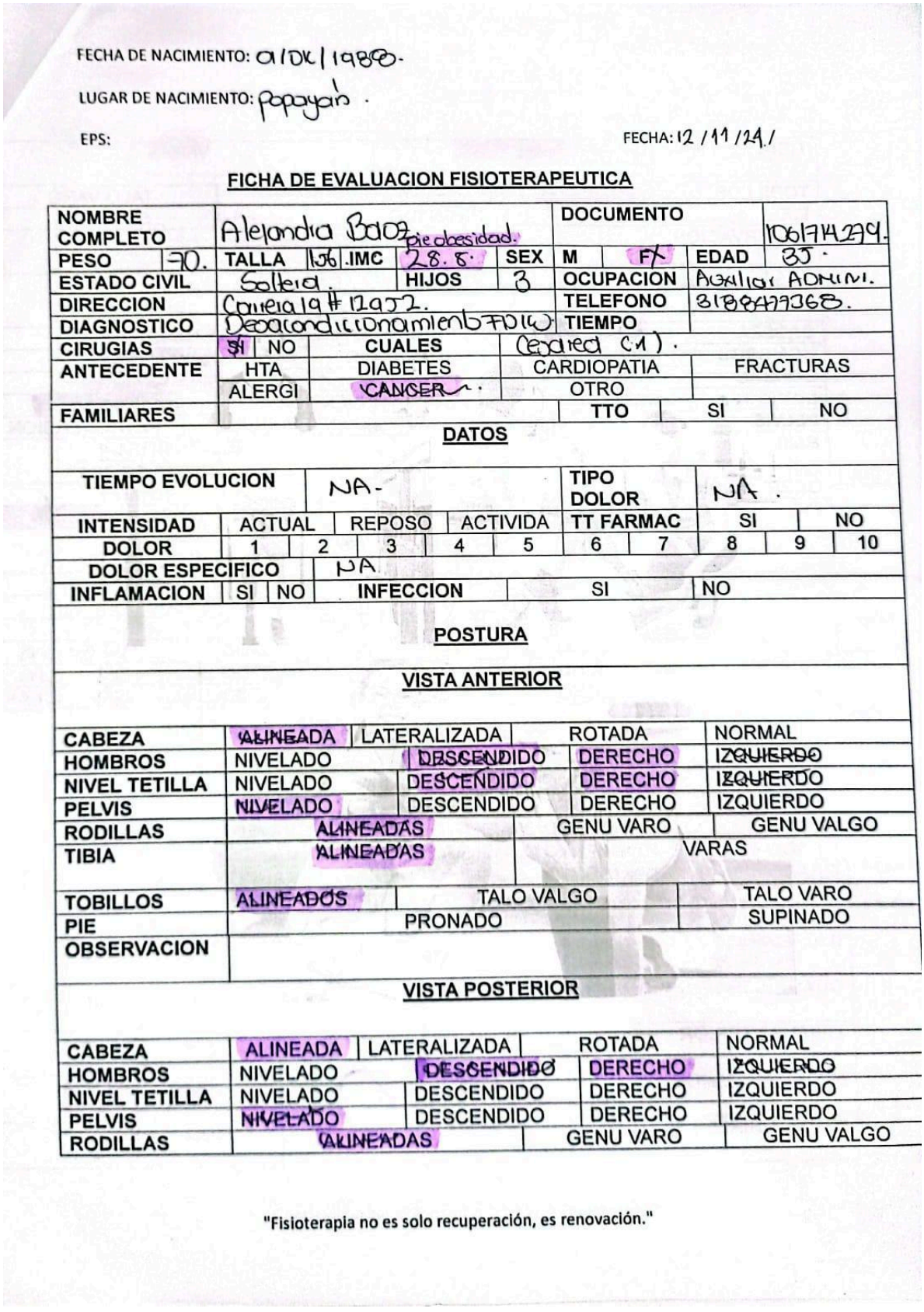
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
(b) SI
Semanal X
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
(a) SI
b. No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
(a) No
b. SI
Diario _____
Semanal _____
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
(b) SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 6



FECHA DE NACIMIENTO: 01/DIC/1988.

LUGAR DE NACIMIENTO: Popayán.

EPS:

FECHA: 12/11/24/

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Alejandra Baos pie obesidad.				DOCUMENTO			1061714279.	
PESO 70.	TALLA 156	IMC 28.8.	SEX		M	F X	EDAD 35.		
ESTADO CIVIL	Soltera.	HIJOS 3			OCUPACION	Auxiliar ADMIN.			
DIRECCION	Carrera 19 # 12952.				TELEFONO	3188477368.			
DIAGNOSTICO	Descondicionamiento FDLO				TIEMPO				
CIRUGIAS	SI / NO	CUALES	Cesarea (1).						
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS					
	ALERGI	CANCER.	OTRO						
FAMILIARES				TTO	SI	NO			

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	NA.			TIPO DOLOR	NA.					
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA	TT FARMAC	SI	NO				
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO	NA									
INFLAMACION	SI / NO	INFECCION	SI	NO						

POSTURA

VISTA ANTERIOR

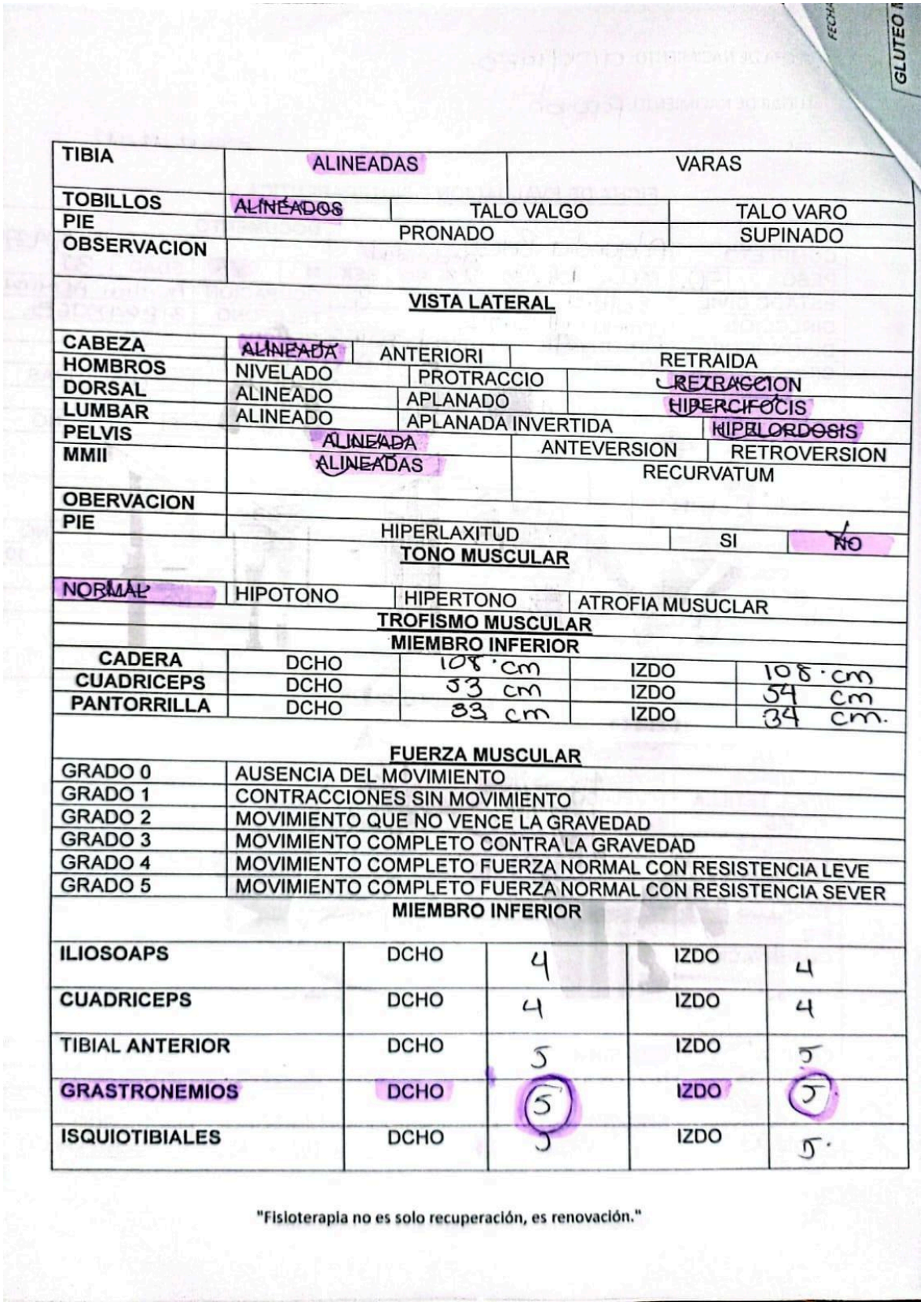
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 6



TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO	
PIE	PRONADO		SUPINADO	
OBSERVACION				

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA	
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION	
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS	
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPERLORDOSIS	
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION	
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM		
OBERVACION				
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO	

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	108 cm	IZDO	108 cm
CUADRICEPS	DCHO	53 cm	IZDO	54 cm
PANTORRILLA	DCHO	33 cm	IZDO	34 cm.

FUERZA MUSCULAR

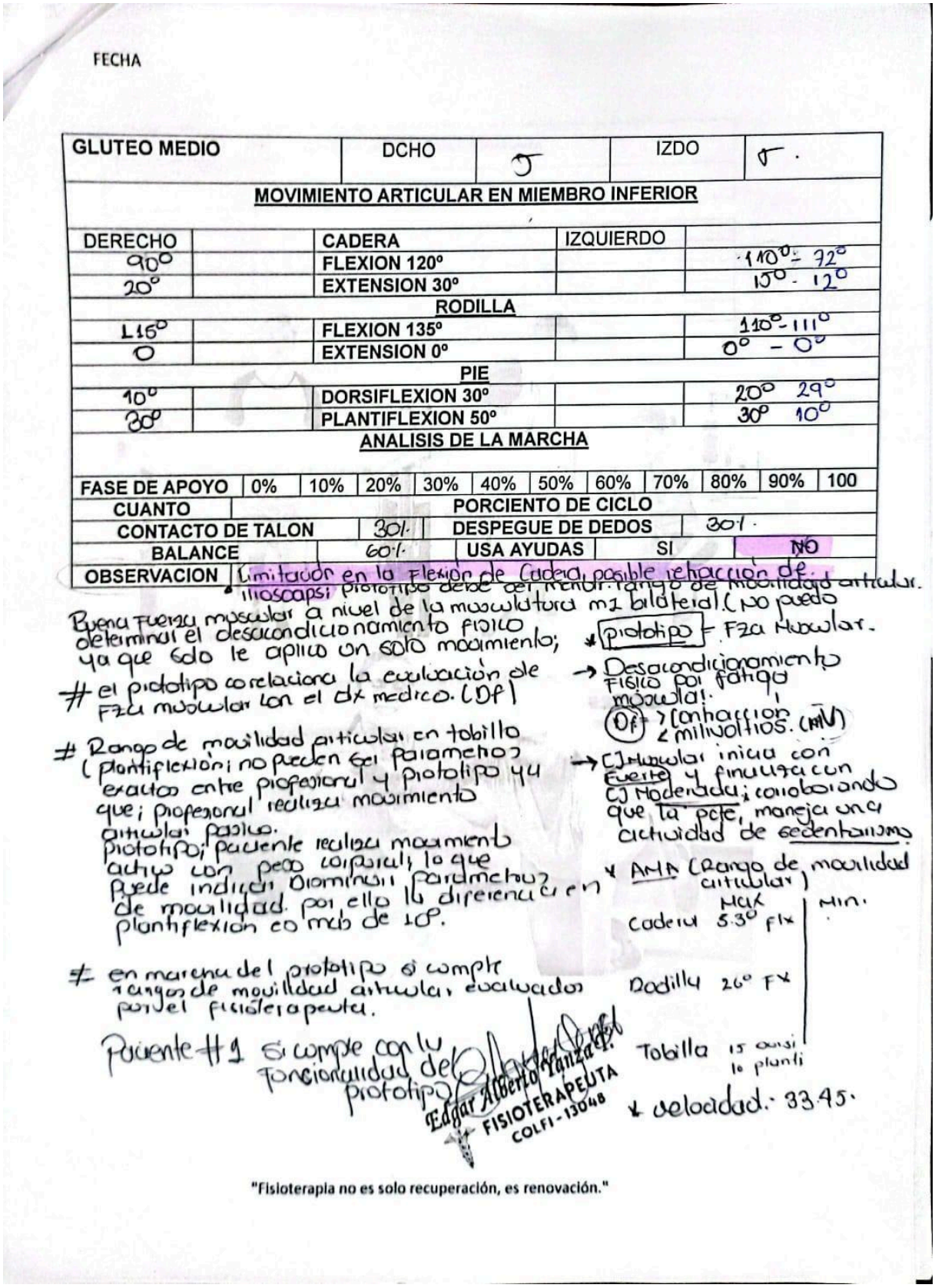
GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	4	IZDO	4
CUADRICEPS	DCHO	4	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	5	IZDO	5
GRASTRONEMIOS	DCHO	5	IZDO	5
ISQUIOTIBIALES	DCHO	5	IZDO	5.

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 6



FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	J	IZDO	J.

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

DERECHO			IZQUIERDO	
90°		CADERA FLEXION 120°		110° - 72°
20°		EXTENSION 30°		15° - 12°
		RODILLA		
L15°		FLEXION 135°		110° - 111°
0		EXTENSION 0°		0° - 0°
		PIE		
10°		DORSIFLEXION 30°		20° 29°
30°		PLANTIFLEXION 50°		30° 10°

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON			30%	DESPEGUE DE DEDOS				30%			
BALANCE			60%	USA AYUDAS			SI		NO		
OBSERVACION	Limitación en la Flexión de Cadera, posible retracción de Iliosoapsi prototipo debe del menor rango de movilidad articular.										

Buena Fuerza muscular a nivel de la musculatura m1 bilateral (no puedo determinar el desacondicionamiento físico ya que Edo le aplico un solo movimiento;

el prototipo correlaciona la evaluación de Fza muscular con el dx medico. (Df)

Rango de movilidad articular en tobillo (plantiflexión) no pueden ser parametros exactos entre profesional y prototipo ya que; profesional realiza movimiento articular pasivo. prototipo; paciente realiza movimiento activo con peso corporal; lo que puede indicar disminuir parámetros de movilidad. por ello la diferencia en plantiflexion es mas de 10°.

en marcha del prototipo si cumple rangos de movilidad articular evaluados por el fisioterapeuta.

Paciente #1 si cumple con la funcionalidad del prototipo

Edgar Alberto Yanza
FISIOTERAPEUTA
COLFI-13048

prototipo ≠ Fza Muscular.

→ Desacondicionamiento Físico por fatiga muscular.

Df > Contraccion < milivoltios. (mV)

→ C muscular inicia con fuerte y finaliza con C moderada; corroborando que la pcte, maneja una actividad de sedentarismo

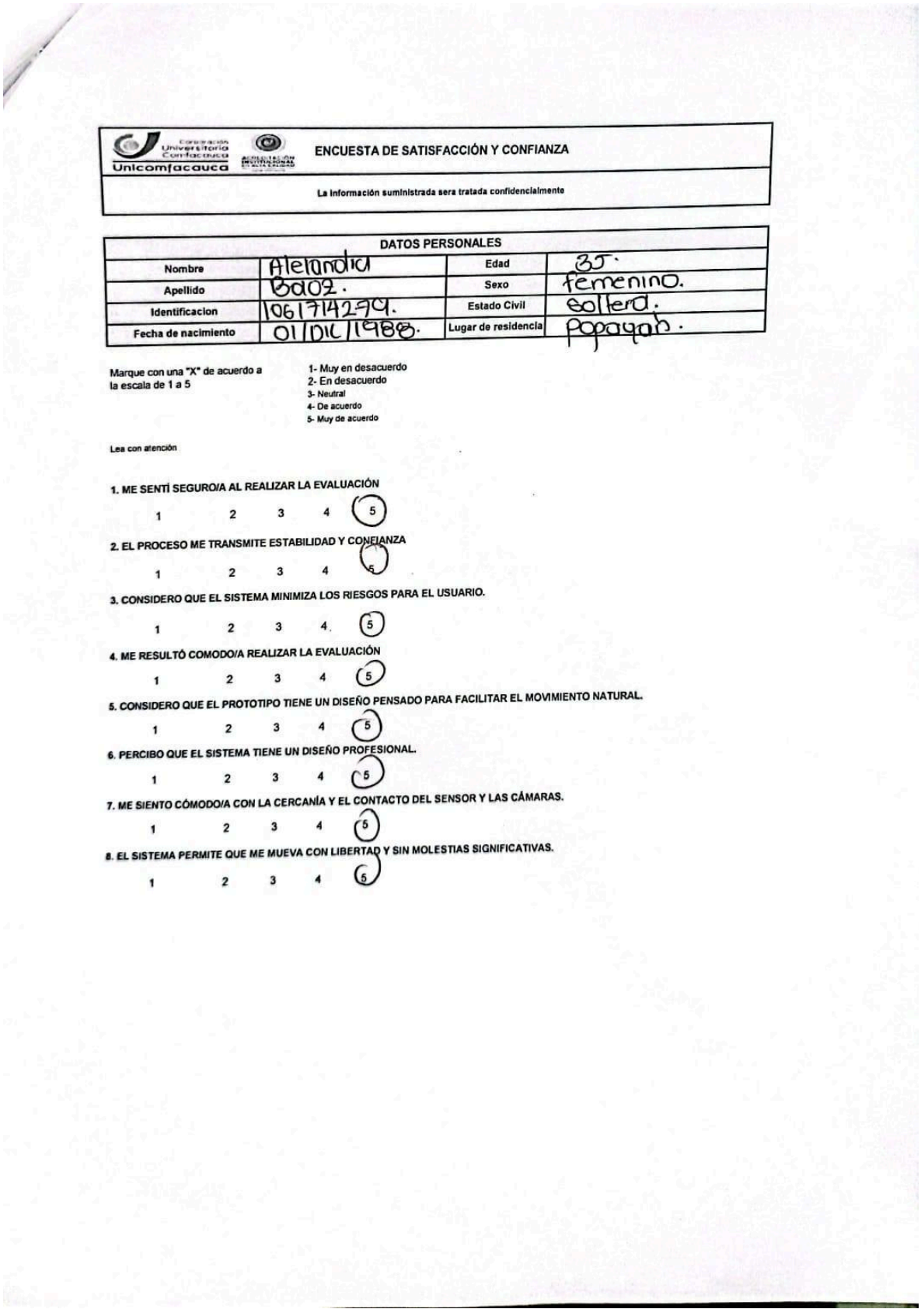
AMA (Rango de movilidad articular)

	MAX	MIN.
Cadera	5.3° Flx	
Rodilla	26° Fx	
Tobilla	15 aprox la planti	

velocidad. 33.45.

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 6



Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Alejandra	Edad	35.
Apellido	Bado.	Sexo	femenino.
Identificacion	1061714294.	Estado Civil	soltera.
Fecha de nacimiento	01/DIC/1988.	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 4 (5)
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 4 (5)
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 3 4 (5)
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 4 (5)
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 4 (5)
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 4 (5)
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 4 (5)
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 7

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Oberjen Orozco con número de identificación 3 76362619 expedida en Cajibio, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

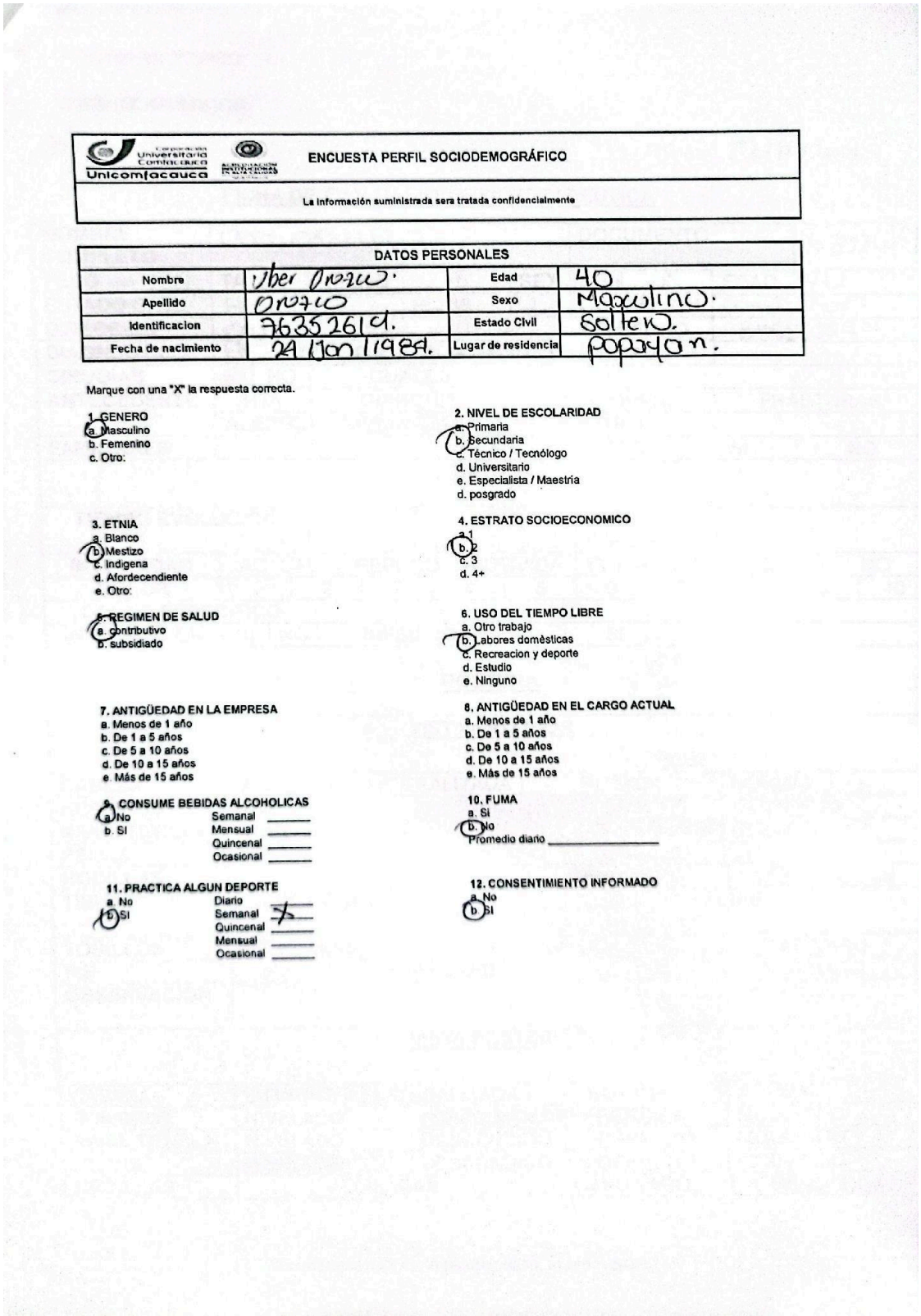
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##################################

Nombre completo Oberjen Orozco
C.C. No 76362619

Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 7



Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Uber Orozco.	Edad	40
Apellido	Orozco	Sexo	Masculino.
Identificacion	76352614.	Estado Civil	Soltero.
Fecha de nacimiento	24 Jun 1984.	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestría
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
b. Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a. 1
b. 2
c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domésticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

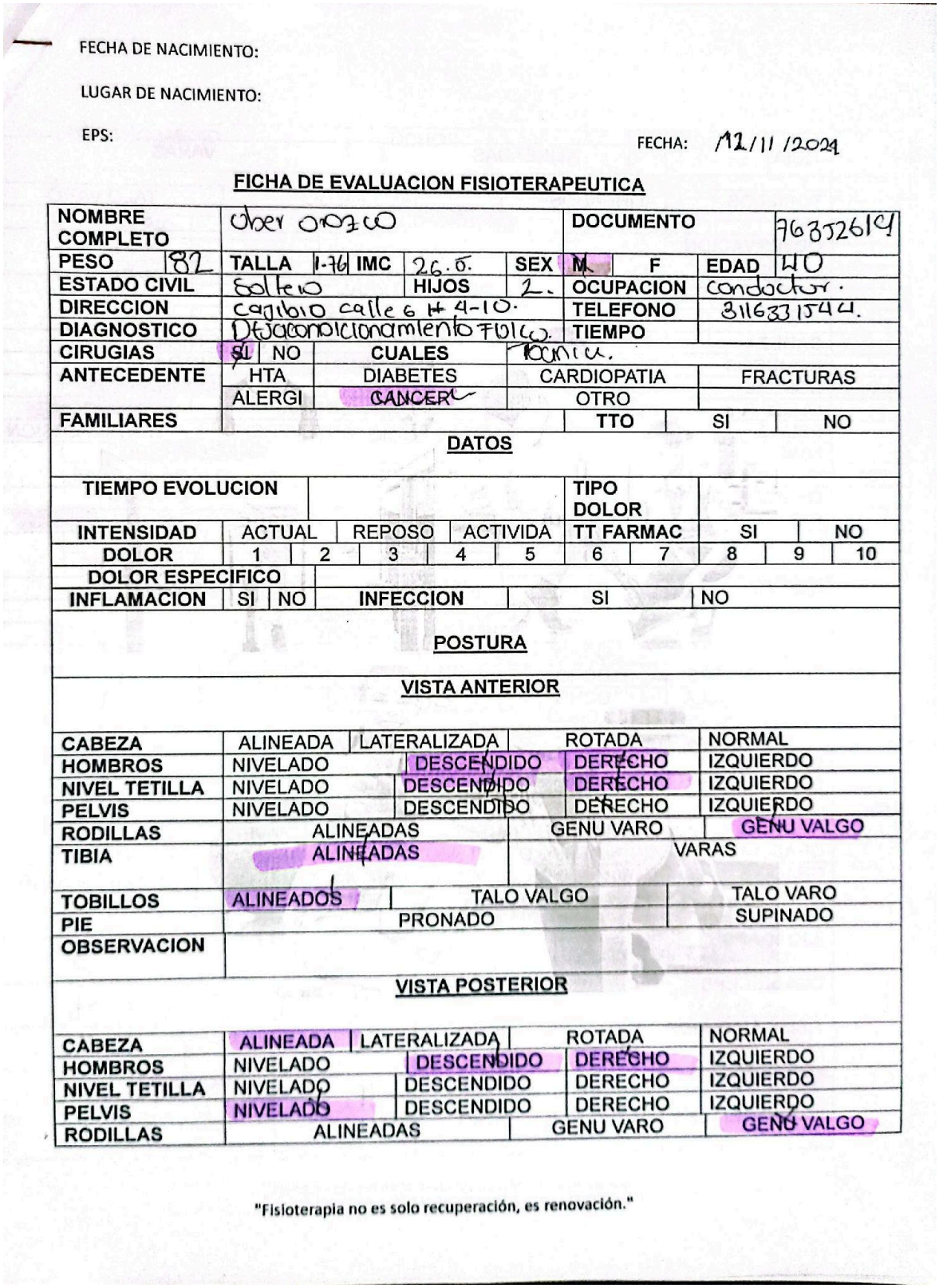
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
b. SI
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. SI
b. No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
b. SI
Diario _____
Semanal 5
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
b. SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 7



FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS:

FECHA: 12/11/2024

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Uber Ordoo					DOCUMENTO		76852614		
PESO 82	TALLA 1.76	IMC 26.5		SEX M	F	EDAD 40				
ESTADO CIVIL	Soltero	HIJOS 2.				OCUPACION	conductor.			
DIRECCION	cagibio calle 6 # 4-10.					TELEFONO	3116331544.			
DIAGNOSTICO	Desacondicionamiento Fisico.					TIEMPO				
CIRUGIAS	SI NO	CUALES	Rodilla.							
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS						
	ALERGI	CANCER	OTRO							
FAMILIARES				TTO	SI	NO				

DATOS

TIEMPO EVOLUCION				TIPO DOLOR						
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA	TT FARMAC	SI	NO				
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO										
INFLAMACION	SI NO	INFECCION	SI	NO						

POSTURA

VISTA ANTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 7

TIBIA	ALINEADAS	VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION			

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPELORDOSIS
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM	
OBERVACION			
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	97	IZDO	97.
CUADRICEPS	DCHO	41	IZDO	41
PANTORRILLA	DCHO	33	IZDO	31.

FUERZA MUSCULAR

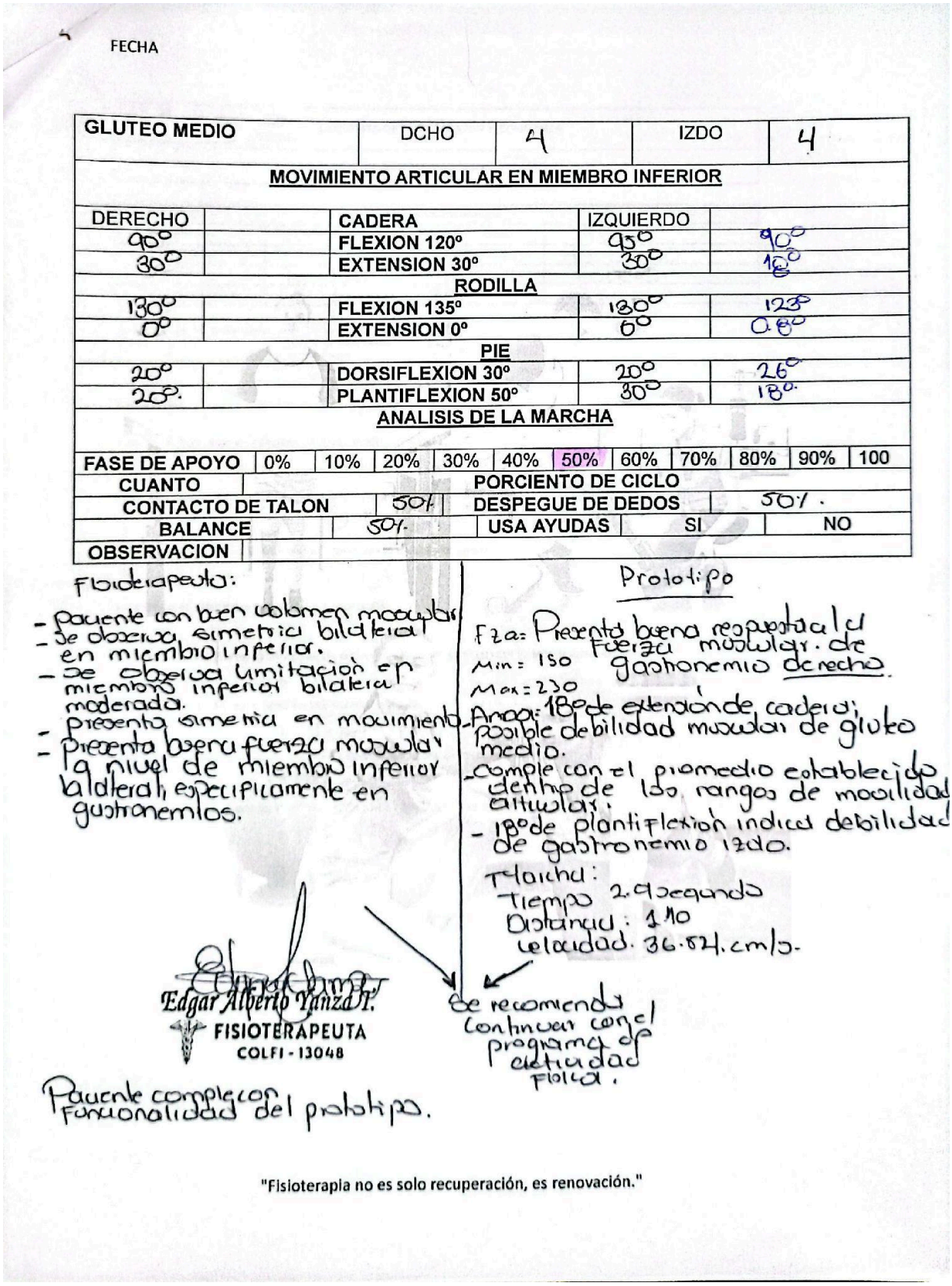
GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	3	IZDO	3
CUADRICEPS	DCHO	4	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	4	IZDO	4
GRASTRONEMIOS	DCHO	4	IZDO	4
ISQUIOTIBIALES	DCHO	4	IZDO	4

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 7



FECHA

GLUTEO MEDIO		DCHO	4	IZDO	4
MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR					
DERECHO		CADERA		IZQUIERDO	
90°		FLEXION 120°		95°	90°
30°		EXTENSION 30°		30°	15°
RODILLA					
130°		FLEXION 135°		130°	123°
0°		EXTENSION 0°		0°	0.8°
PIE					
20°		DORSIFLEXION 30°		20°	26°
20°.		PLANTIFLEXION 50°		30°	18°.

ANALISIS DE LA MARCHA											
FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON		50%		DESPEGUE DE DEDOS				50% .			
BALANCE		50%.		USA AYUDAS		SI			NO		
OBSERVACION											

Fisioterapeuta:

- Paciente con buen volumen muscular
- Se observa simetria bilateral en miembro inferior.
- Se observa limitación en miembro inferior bilateral moderada.
- Presenta simetria en movimiento.
- Presenta buena fuerza muscular a nivel de miembro inferior bilateral, especificamente en gastronemios.

Prototipo

Fza: Presenta buena respuesta a la Fuerza muscular de gastronemio derecho.
Min = 150
Max = 230
Angs: 18° de extensión de cadera; posible debilidad muscular de gluteo medio.
- Cumple con el promedio establecido dentro de los rangos de movilidad articular.
- 18° de plantiflexión indica debilidad de gastronemio izdo.

Marcha:
Tiempo 2.9 segundo
Distancia: 1.10
velocidad. 36.82. cm/s.

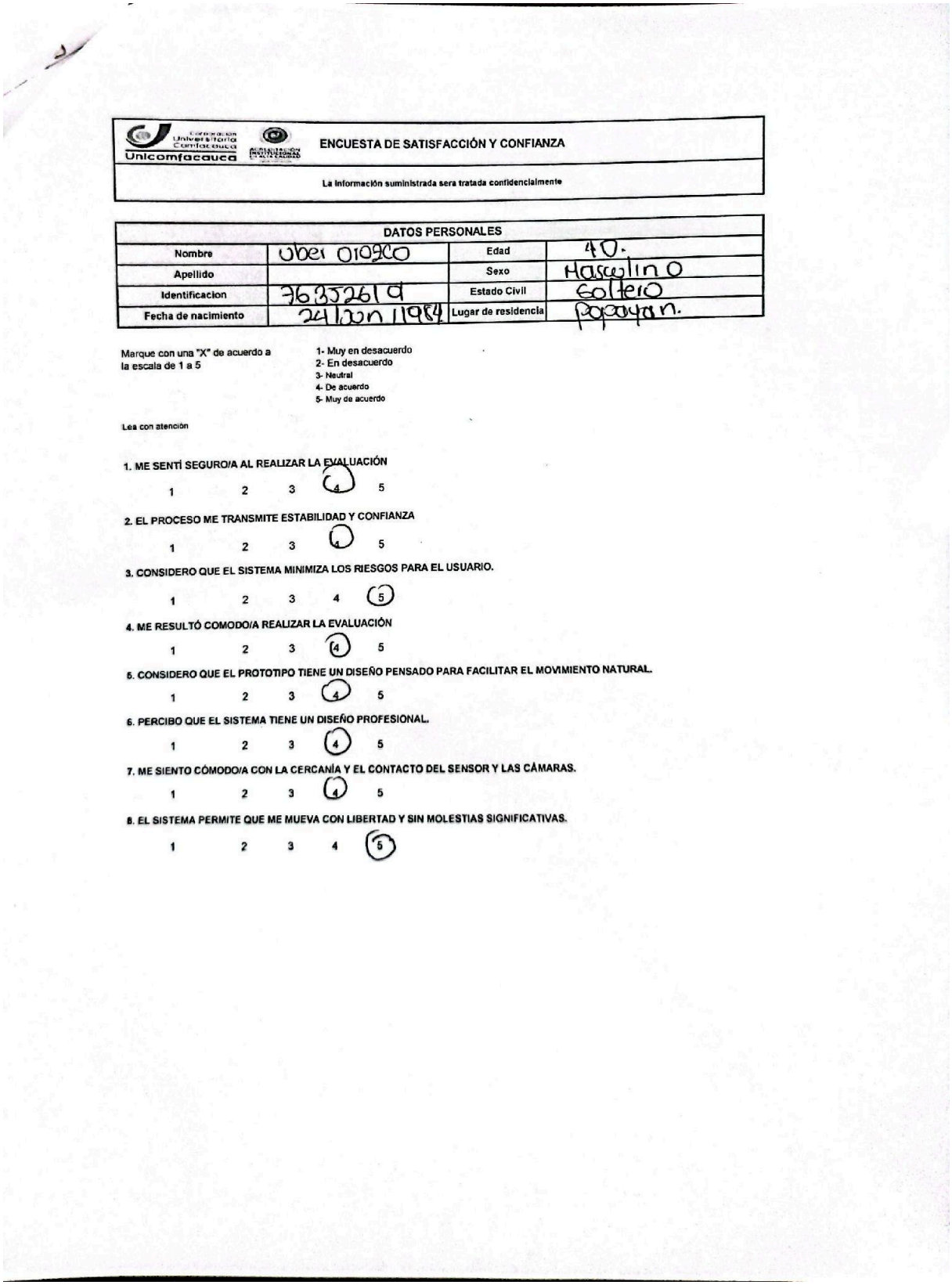
Edgar Alberto Yanza T.
FISIOTERAPEUTA
COLFI - 13048

Se recomienda continuar con el programa de actividad física.

Paciente complace con funcionalidad del prototipo.

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 7



Corporación Universitaria Comfacauca — Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Uber Orozco	Edad	40.
Apellido		Sexo	Masculino
Identificacion	76352619	Estado Civil	Soltero
Fecha de nacimiento	24/Jun/1984	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 (4) 5
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 3 4 (5)
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 (4) 5
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 (4) 5
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 (4) 5
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 8

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Dana Bonilla con número de identificación 25.275.55 expedida en Popayán he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

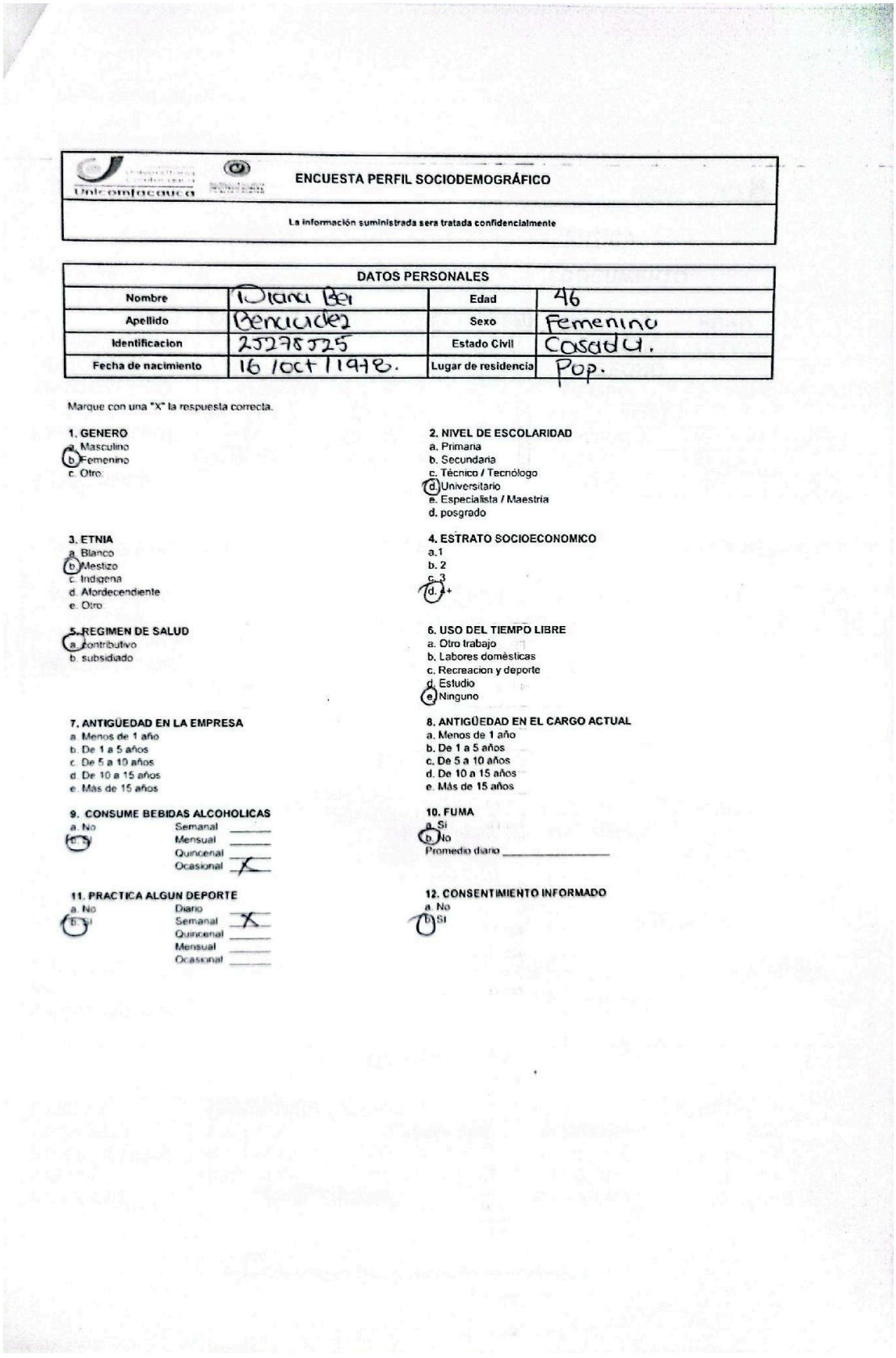
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##########

Nombre completo Dana Bonilla
C.C. No. 25.275.55



SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 8



Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Diana Bet	Edad	46
Apellido	Benavides	Sexo	Femenino
Identificacion	25278525	Estado Civil	Casada.
Fecha de nacimiento	16/oct/1978.	Lugar de residencia	Pop.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestria
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
b. Mestizo
c. Indigena
d. Afrodecendiente
e. Otro

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
d. 4

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domésticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

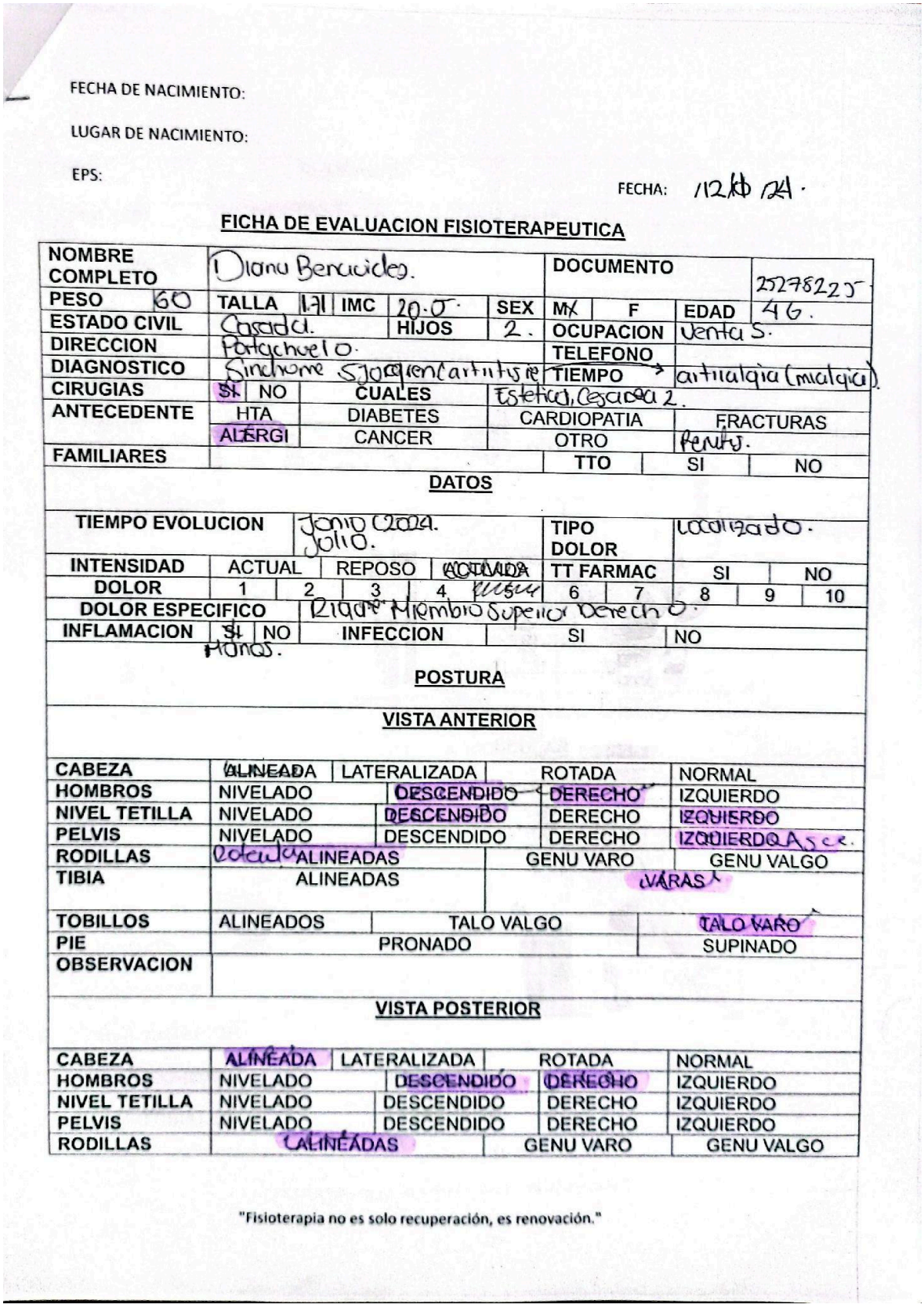
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
b. Si
Semanal ____
Mensual ____
Quincenal ____
Ocasional X

10. FUMA
a. Si
b. No
Promedio diario ____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
b. Si
Diario ____
Semanal X
Quincenal ____
Mensual ____
Ocasional ____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
b. SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 8



FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS:

FECHA: 12/10/24.

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Diana Bernardes.				DOCUMENTO			25278225
PESO 60	TALLA 1.71	IMC 20.5		SEX	M X	F	EDAD	46.
ESTADO CIVIL	Casada.	HIJOS 2.			OCUPACION	Venta S.		
DIRECCION	Patachuelo.				TELEFONO			
DIAGNOSTICO	Sindrome Sjogren Artritis re				TIEMPO →	artralgia (mialgia).		
CIRUGIAS	SI NO	CUALES	Estetica, Cesarea 2.					
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS				
	ALERGI	CANCER	OTRO	Renuy.				
FAMILIARES			TTO	SI	NO			

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	Junio 2024. Julio.				TIPO DOLOR	Localizado.			
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA		TT FARMAC	SI		NO	
DOLOR	1	2	3	4 Fuerte	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO	Rigidez Miembro Superior Derecho.								
INFLAMACION	SI NO	INFECCION	SI	NO					
	Manos.								

POSTURA

VISTA ANTERIOR

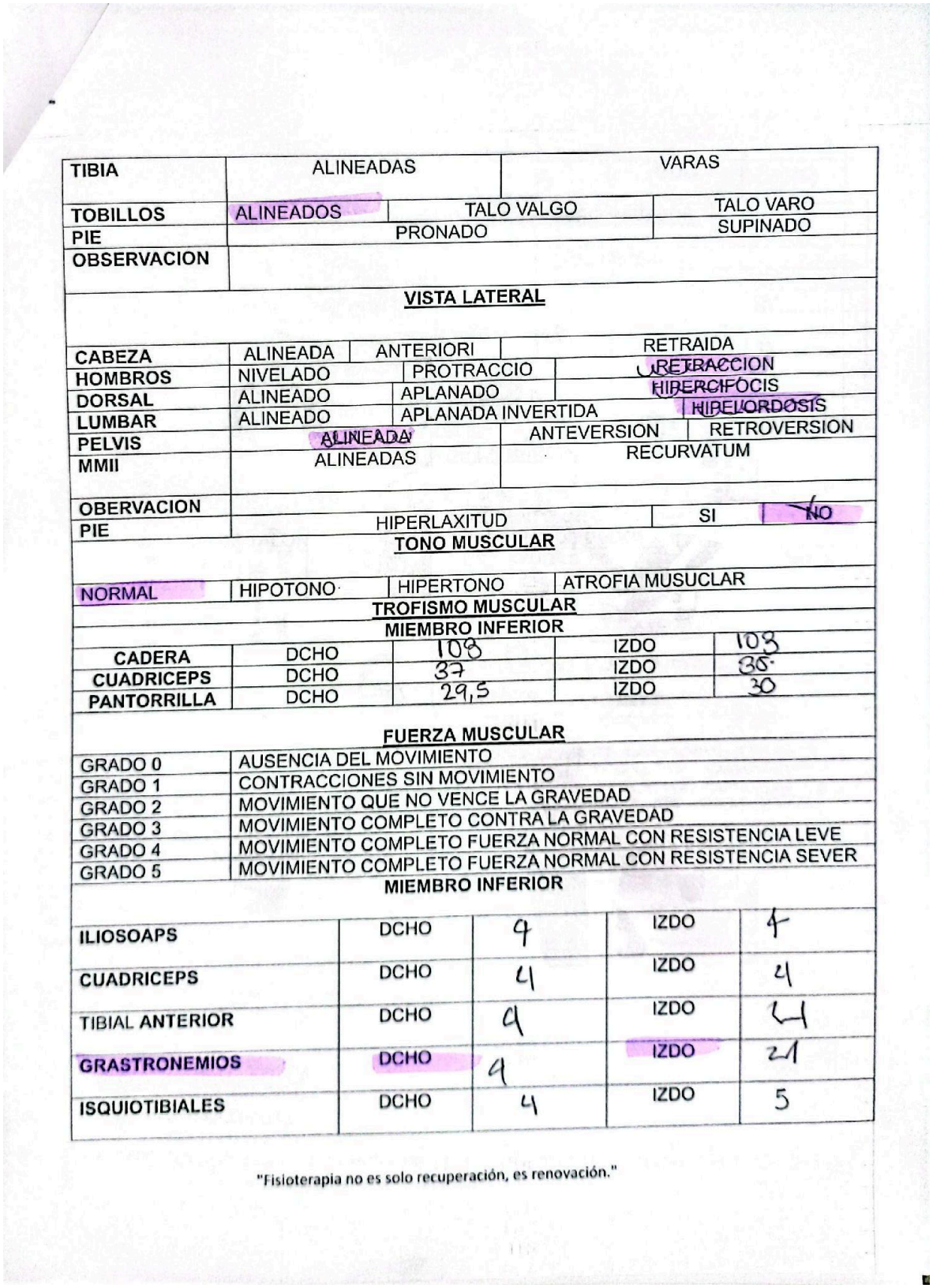
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO A ser.
RODILLAS	Leve ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 8



TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA	
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION	
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFÓCIS	
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPERLORDOSIS	
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION	
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM		
OBERVACION				
PIE	HIPERLAXITUD		SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	108	IZDO	103
CUADRICEPS	DCHO	37	IZDO	35
PANTORRILLA	DCHO	29,5	IZDO	30

FUERZA MUSCULAR

GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	4	IZDO	4
CUADRICEPS	DCHO	4	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	4	IZDO	4
GRASTRONEMIOS	DCHO	4	IZDO	21
ISQUIOTIBIALES	DCHO	4	IZDO	5

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 8

FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	3	IZDO	3

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

DERECHO		CADERA	IZQUIERDO	
116°	100°	FLEXION 120°		90°
23°	20°	EXTENSION 30°		18°
		RODILLA		
125°	150°	FLEXION 135°		145°
0°	0°	EXTENSION 0°		0°.
		PIE		
17°	10°	DORSIFLEXION 30°		13°
60°	50°	PLANTIFLEXION 50°		40°

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON	60%		DESPEGUE DE DEDOS	60%							
BALANCE	60%		USA AYUDAS	SI	NO						
OBSERVACION											

Fisioterapeuta

- Dominación de tiopismo en miembro inferior derecho con diferencia de 1cm a nivel del cuadriceps.
- Presenta Disminución de fuerza muscular.
- Se observa paciente descondicionado.
- se observa debilidad en gluteo medio. bilateral.
- Disminución en cuanto el rangode movilidad articular en MI Izquierdo.
- Presenta aumento Flexión de rodilla bilateral
- retraccion de tibial anterior y peroneos MI derecho.

Edgar Alberto Yanza T.
FISIOTERAPEUTA
COLFI - 13048

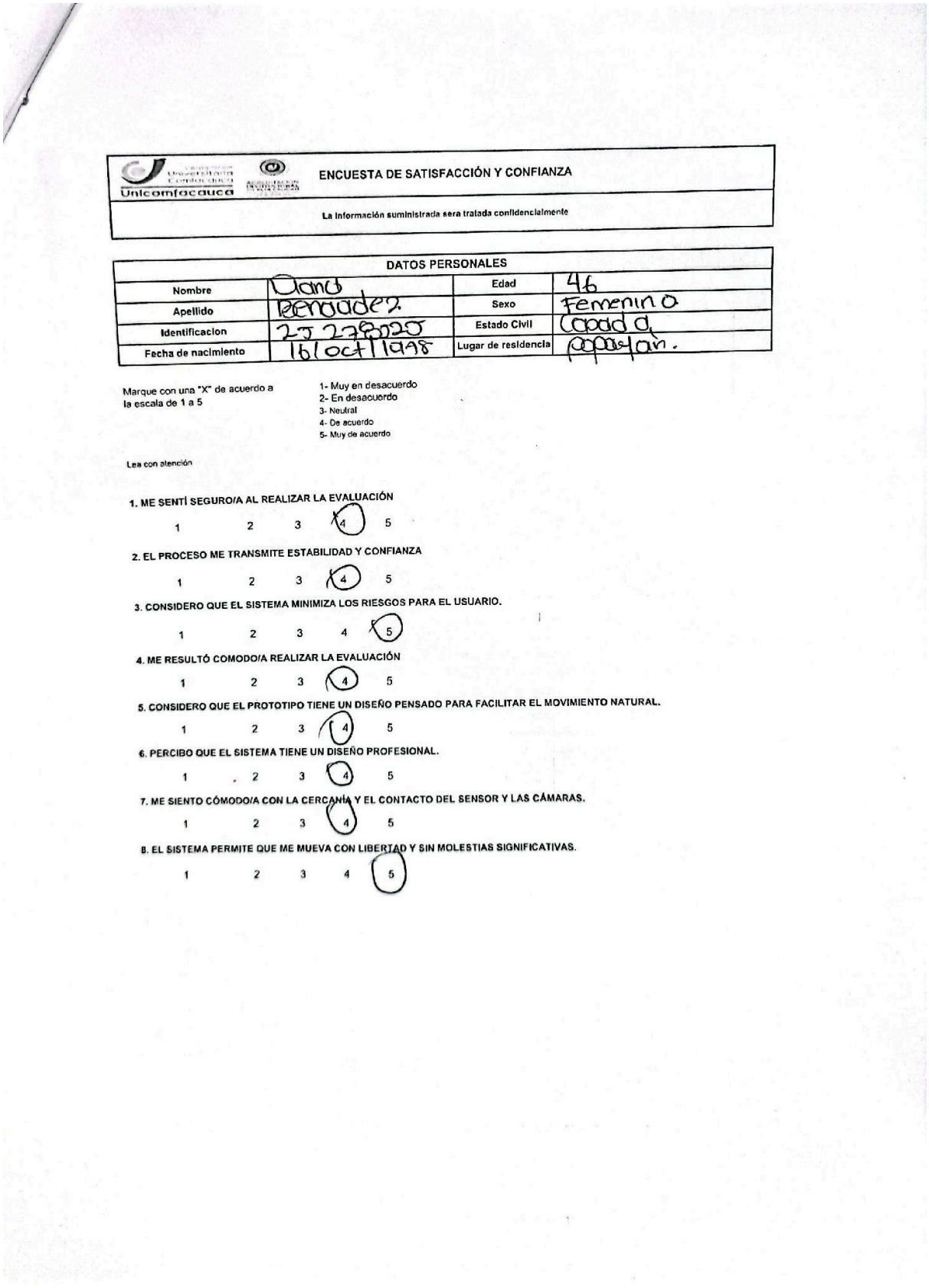
Prototipo

Fza: Buena fuerza. muscular.
min = 200
max = 410
- Flexión cadera compensación y debilidad muscular abdominal
- Extensión de cadera, cumple con los rangos de movilidad articular.
- Marcha
- Tiempo: 2.85
Distancia: 1.20.
Velocidad: 39.43 cm/s

Paciente cumple con la funcionalidad de evaluación del prototipo

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 8



Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Diana	Edad	46
Apellido	Penagos	Sexo	Femenino
Identificacion	27278020	Estado Civil	Casada
Fecha de nacimiento	16 oct 1998	Lugar de residencia	Popayán.

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 (4) 5
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 3 4 (5)
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 (4) 5
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 (4) 5
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 (4) 5
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 9

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Milad Goyeb con número de identificación 25280741 expedida en Popayán he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

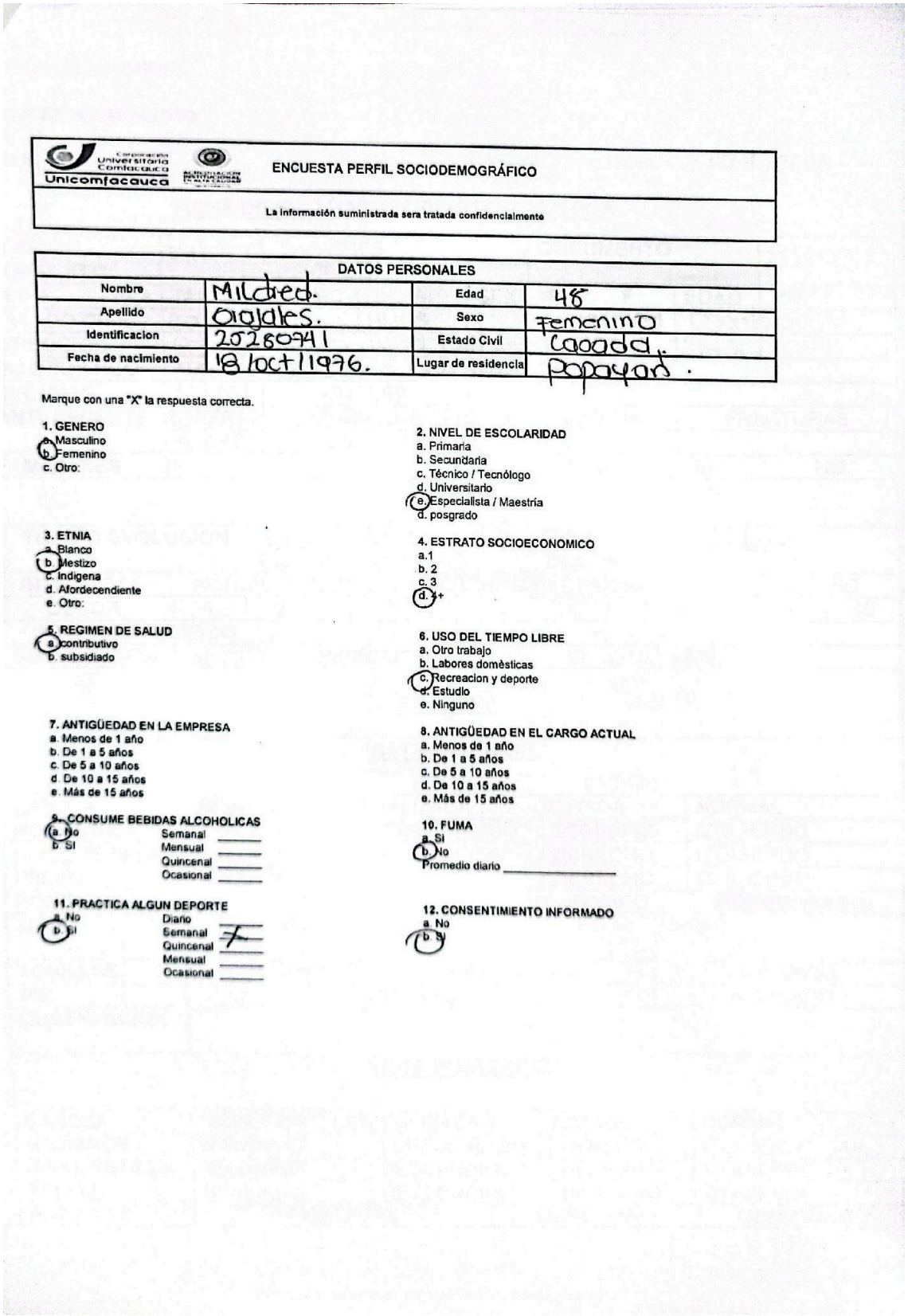
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##########

Nombre completo: Milad Goyeb
C.C. No: 25280741
Milad Goyeb

Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 9



Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Mildred.	Edad	48
Apellido	Ogldes.	Sexo	Femenino
Identificacion	25260741	Estado Civil	Casada.
Fecha de nacimiento	18/oct/1976.	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
(b) Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
(e) Especialista / Maestría
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
(b) Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
(d) 4+

5. REGIMEN DE SALUD
(a) contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domèsticas
(c) Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

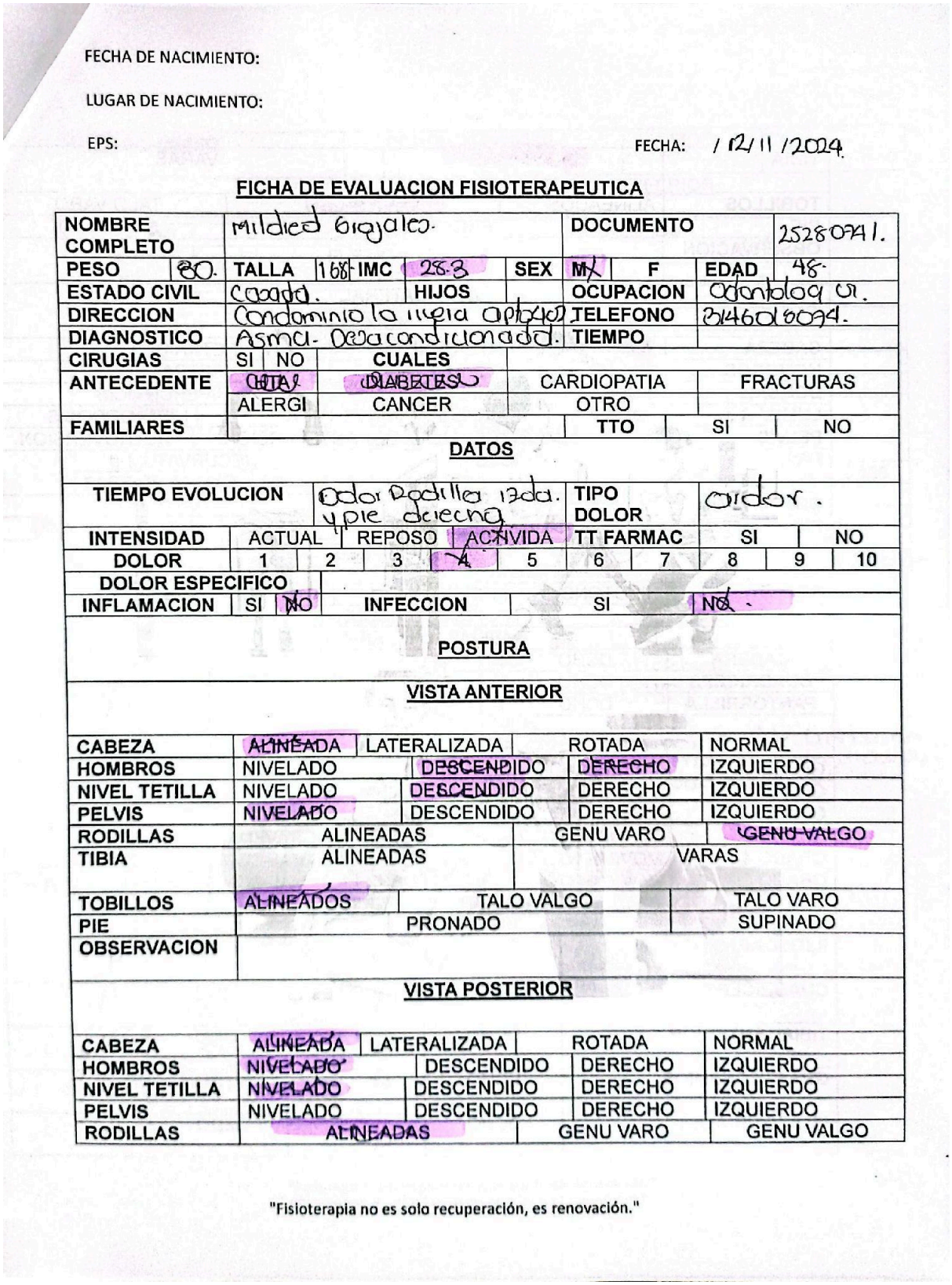
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
(a) No
b. Si
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. Si
(b) No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
(b) Si
Diario _____
Semanal 7
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
(b) Si

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 9



FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS:

FECHA: / 12/11 /2024

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Mildred Grajales.				DOCUMENTO			25280741.	
PESO 80.	TALLA 168	IMC 28.3	SEX	M X	F	EDAD 48.			
ESTADO CIVIL	Casada.	HIJOS		OCUPACION	odontologa ci.				
DIRECCION	Condominio la regia apto 40			TELEFONO	3146050734.				
DIAGNOSTICO	Asma- Dea condicionada.			TIEMPO					
CIRUGIAS	SI NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS					
	ALERGI	CANCER	OTRO						
FAMILIARES			TTO	SI	NO				

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	Dolor Rodilla izda. y pie derecho			TIPO DOLOR	dolor.					
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA	TT FARMAC	SI	NO				
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO										
INFLAMACION	SI	NO	INFECCION	SI	NO					

POSTURA

VISTA ANTERIOR

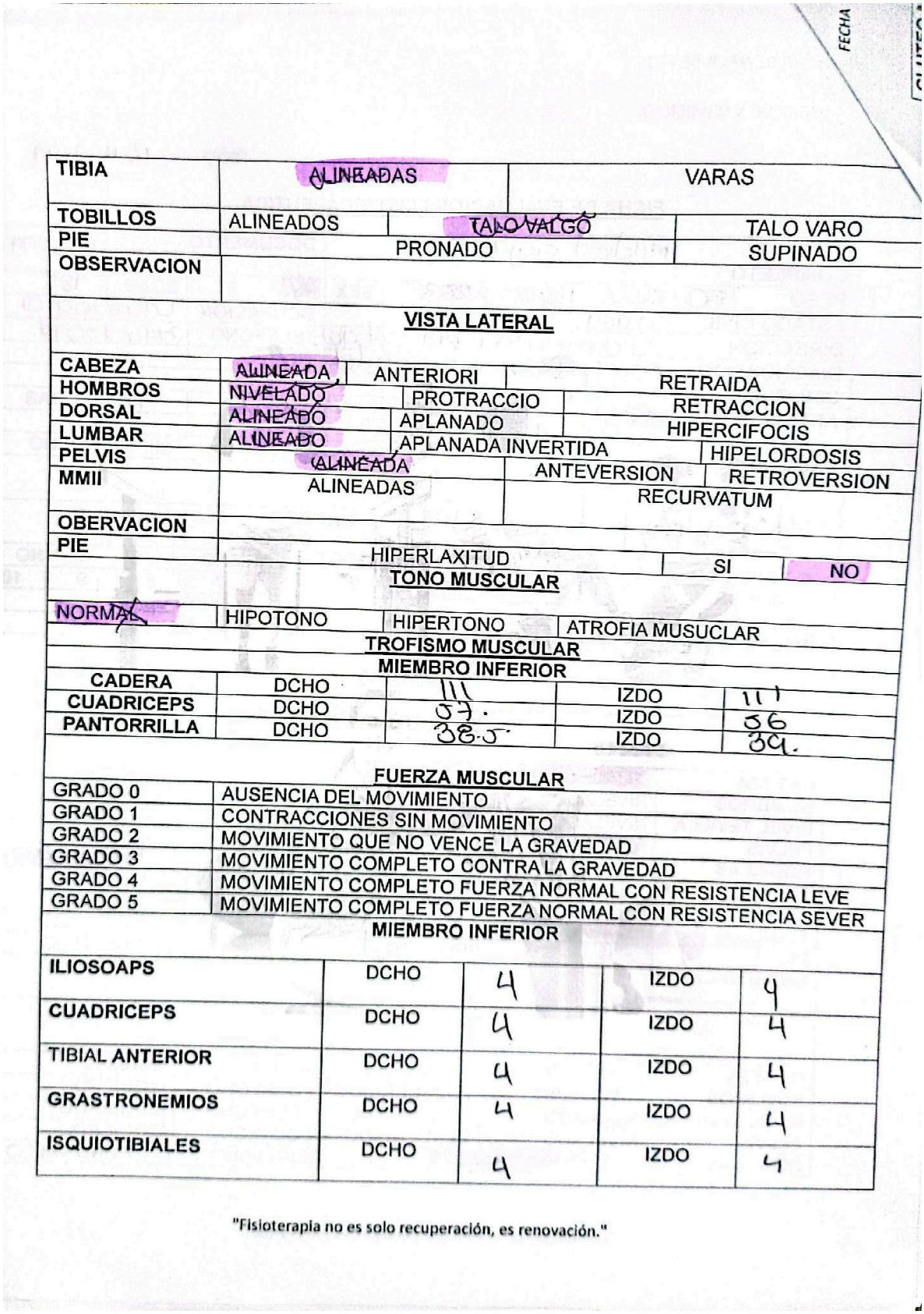
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS	GENU VARO	GENU VALGO	
TIBIA	ALINEADAS	VARAS		
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO	
PIE	PRONADO	SUPINADO		
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS	GENU VARO	GENU VALGO	

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 9



FECHA

TIBIA	ALINEADAS		VARAS
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION			

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPELORDOSIS
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION
MMII	ALINEADAS		RECURVATUM
OBERVACION			
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	111	IZDO	111
CUADRICEPS	DCHO	37.	IZDO	36
PANTORRILLA	DCHO	38.5	IZDO	39.

FUERZA MUSCULAR

GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	4	IZDO	4
CUADRICEPS	DCHO	4	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	4	IZDO	4
GRASTRONEMIOS	DCHO	4	IZDO	4
ISQUIOTIBIALES	DCHO	4	IZDO	4

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 9

FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	4	IZDO	4

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

DERECHO			IZQUIERDO	
		CADERA		
120°		**FLEXION 120°**	120	80°
10°		**EXTENSION 30°**	10°	13°
		RODILLA		
130°		**FLEXION 135°**	130°	120°
0°		**EXTENSION 0°**	0	0.10
		PIE		
25°		**DORSIFLEXION 30°**	20°	23°
40°		**PLANTIFLEXION 50°**	40	35°

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON			70%		DESPEGUE DE DEDOS			70%			
BALANCE			70%		USA AYUDAS		SI		NO		
OBSERVACION	Paciente con buena fuerza; pero puede mejorarse a condici										

Fisioterapia: tratamiento Física

- Paciente presenta buena fuerza muscular
- Trofismo muscular: mejorar la fuerza y la [illegible] volumen en miembro inferior izquierdo ya que tiene una diferencia de 1 cm.
- Arm. presenta buena movilidad miembro inferior bilateral.
- buen balanceo en cuanto la deambulación.
- mejorar las condiciones de la actividad física y ergonomía postural.

Prototipo

Fza= Fuerte con buena respuesta a la contracción muscular se Min=150 recomienda continuar co Max=370 actividad física.

Arm

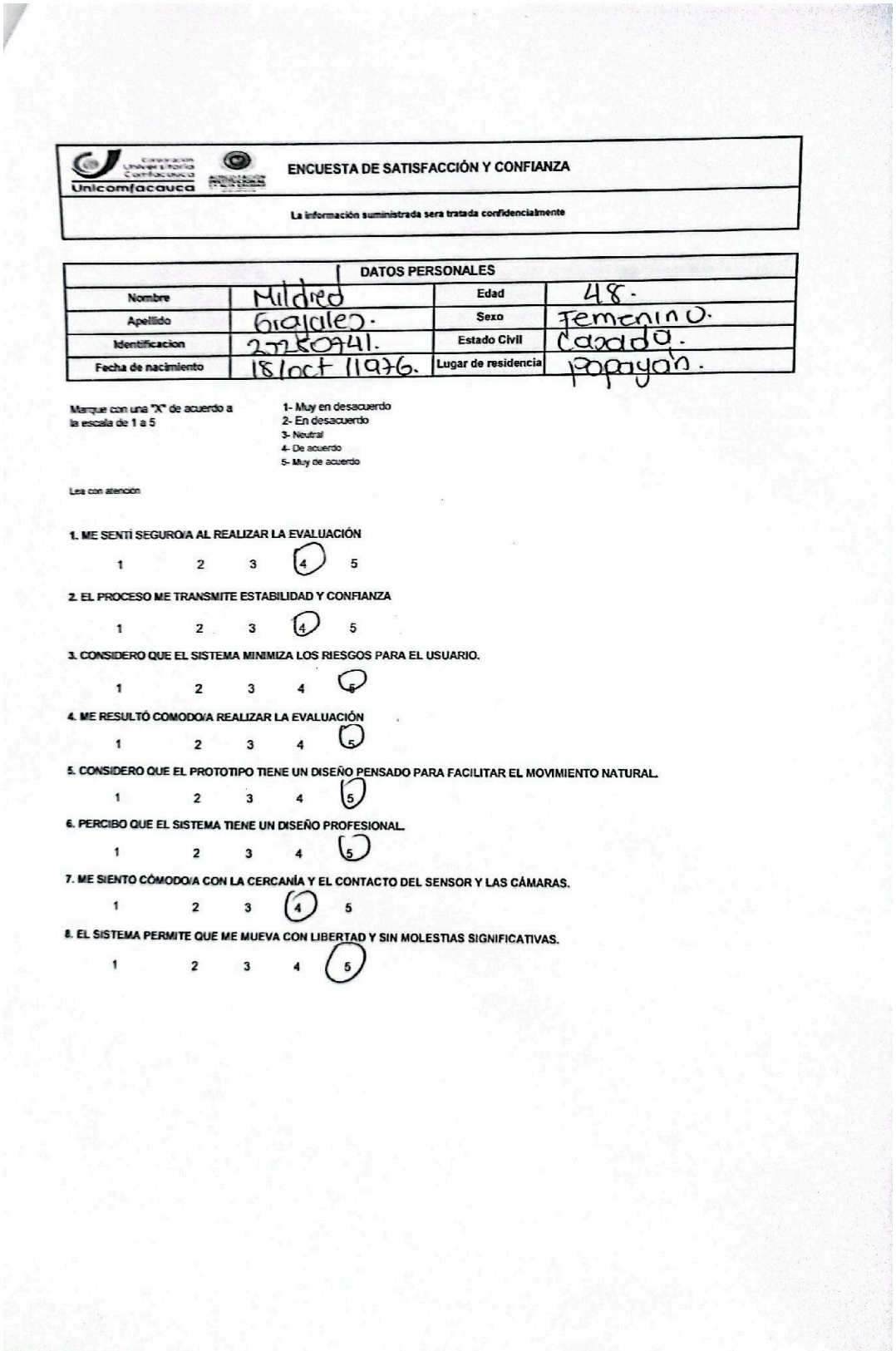
- 80° de arm por posible limitación y retracción muscular en [illegible]
- buena movilidad articular bilateral.

Edgar Alberto Yanza H.
FISIOTERAPEUTA
COLFI-13048

Paciente comple con la funcionalidad del prototipo

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 9



Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Mildred	Edad	48.
Apellido	Giagales.	Sexo	Femenino.
Identificacion	27250941.	Estado Civil	Casada.
Fecha de nacimiento	18 Oct 1976.	Lugar de residencia	Popayán.

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 (4) 5
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 3 4 (5)
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 4 (5)
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 4 (5)
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 4 (5)
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 (4) 5
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 10

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Germán Darío Yanza con número de identificación 10544136 expedida en Popayán, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

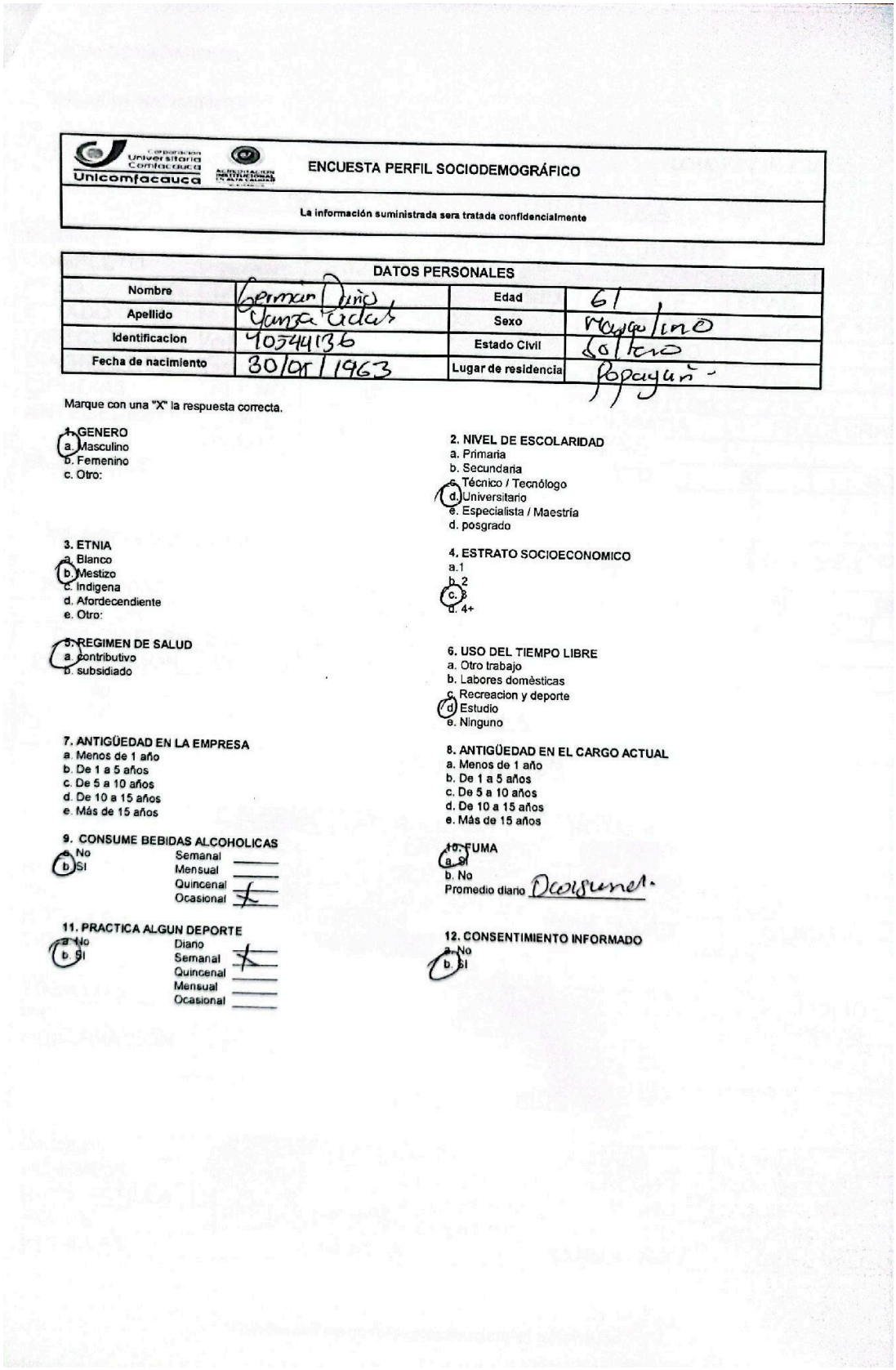
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##########

- Nombre completo: Germán Darío Yanza Ucd!
- C.C. No: 10544136
- Huella

Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 10



Corporación Universitaria Comfacauca
Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Germán Dario	Edad	61
Apellido	Yunda Cadena	Sexo	Masculino
Identificacion	10544136	Estado Civil	Soltero
Fecha de nacimiento	30/05/1963	Lugar de residencia	Popayán -

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestría
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
b. Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domèsticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
b. SI
Semanal ____
Mensual ____
Quincenal ____
Ocasional X

10. FUMA
a. SI
b. No
Promedio diario Ocasional.

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
b. SI
Diario ____
Semanal X
Quincenal ____
Mensual ____
Ocasional ____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
b. SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 10

FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS: FECHA: 12 / 11 / 2024.

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Germán Darío Yanguda					DOCUMENTO				1054136.
PESO	66	TALLA	165	IMC	24	SEX	M X	F	EDAD	61
ESTADO CIVIL				HIJOS			OCUPACION	Docente		
DIRECCION	Calle 2# 21-0-140						TELEFONO			
DIAGNOSTICO	Fractura tibiotalica calcaneo izdo						TIEMPO	1 año.		
CIRUGIAS	SI	NO	CUALES			Fractura calcaneo izdo.				
ANTECEDENTE	HTA		DIABETES			CARDIOPATIA		FRACTURAS		
	ALERGI		CANCER			OTRO				
FAMILIARES						TTO	SI		NO	

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	1 año					TIPO DOLOR	Sociedad o.			
INTENSIDAD	ACTUAL		REPOSO		ACTIVIDA	TT FARMAC	SI		NO	
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO	De izdo									
INFLAMACION	SI	NO	INFECCION			SI		NO		

POSTURA

VISTA ANTERIOR

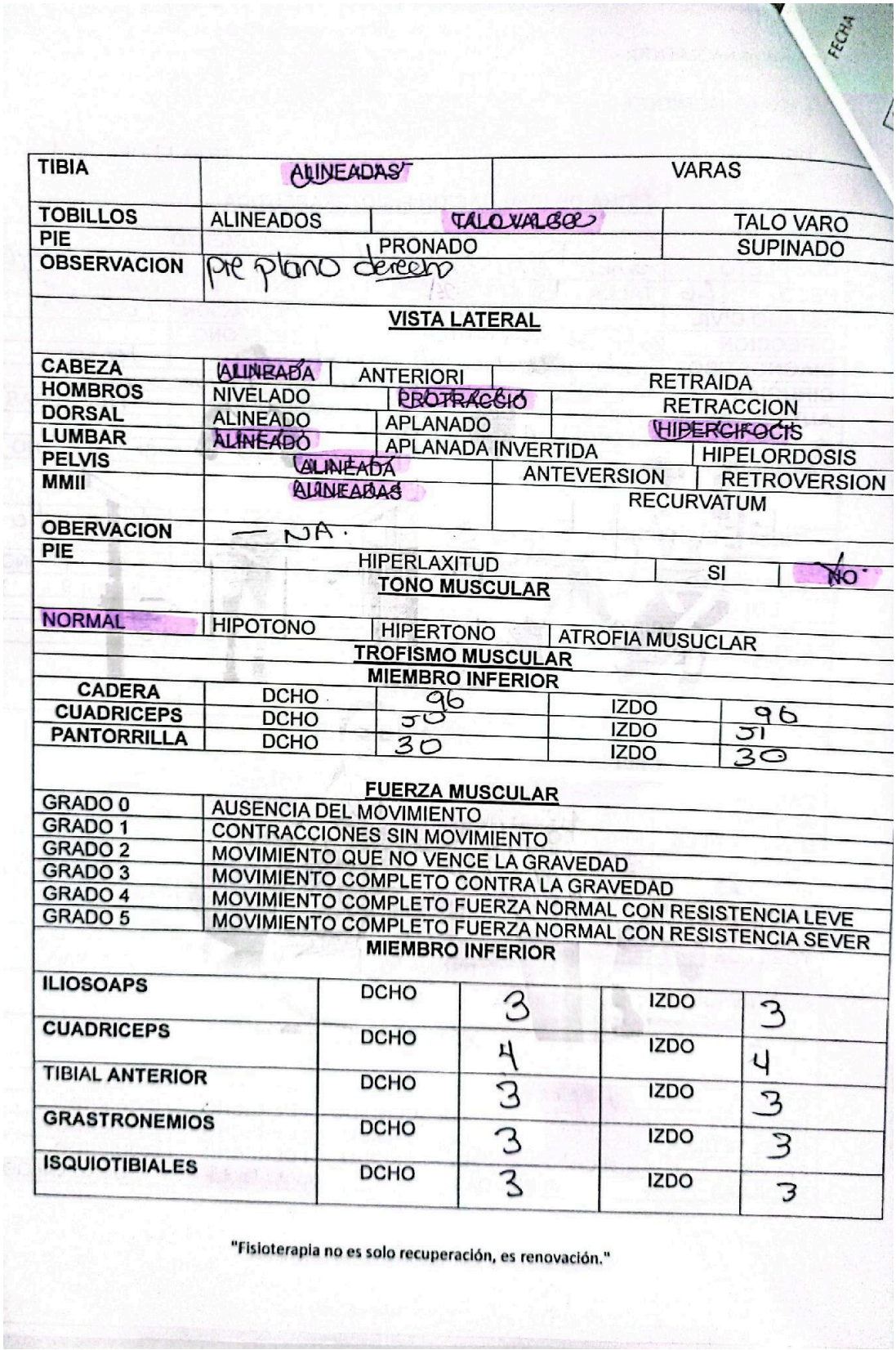
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION	Pie plano.			

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 10



TIBIA	ALINEADAS		VARAS
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION	pie plano derecho		

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIÓ	RETRACCION
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPELORDOSIS
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION
MMII	ALINEADAS		RECURVATUM
OBERVACION	— NA.		
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	96	IZDO	96
CUADRICEPS	DCHO	50	IZDO	51
PANTORRILLA	DCHO	30	IZDO	30

FUERZA MUSCULAR

GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	3	IZDO	3
CUADRICEPS	DCHO	4	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	3	IZDO	3
GRASTRONEMIOS	DCHO	3	IZDO	3
ISQUIOTIBIALES	DCHO	3	IZDO	3

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 10

FECHA

GLUTEO MEDIO		DCHO	3	IZDO	3.
MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR					
DERECHO		CADERA		IZQUIERDO	
120°	2/10	FLEXION 120°		120°.	
10	10	EXTENSION 30°		20°	
RODILLA					
120°	118°	FLEXION 135°		110°	
0°	2	EXTENSION 0°		0°	
PIE					
20°	9°	DORSIFLEXION 30°		10°	
20°	18°	PLANTIFLEXION 50°		20°	

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON			40%		DESPEGUE DE DEDOS			40%			
BALANCE			40%		USA AYUDAS		SI		NO		
OBSERVACION	Mejorar fortalecimiento y estiramientos miembro inferior. Bilateral.										

Fisioterapeuta.

- Presenta Disminución Fza muscular con perdida de tonismo muscular.
- Rma: Izquierdo se encuentra el arma disminuido
- La limitación articular y Disminución de fuerza muscular es la para la diagnostico fisioterapeutico que presenta: = fractura de l calcaneo izquierdo.
- ↓ Fza en gluteo medio

Paciente Capacitada con la evaluacion del prototipo.

Edgar Alberto Yunza T.
FISIOTERAPEUTA
COLFI-13048

Prototipo

Fza: Disminuye la fuerza cada movimiento realizado
Min: 250
Max: 630 ≠ perdida de fuerza.

Inicia con una contracción fuerte con una fuerza moderada al realizar varias repeticiones

Disminución de fuerza muscular es la también que presenta: = fractura de l calcaneo

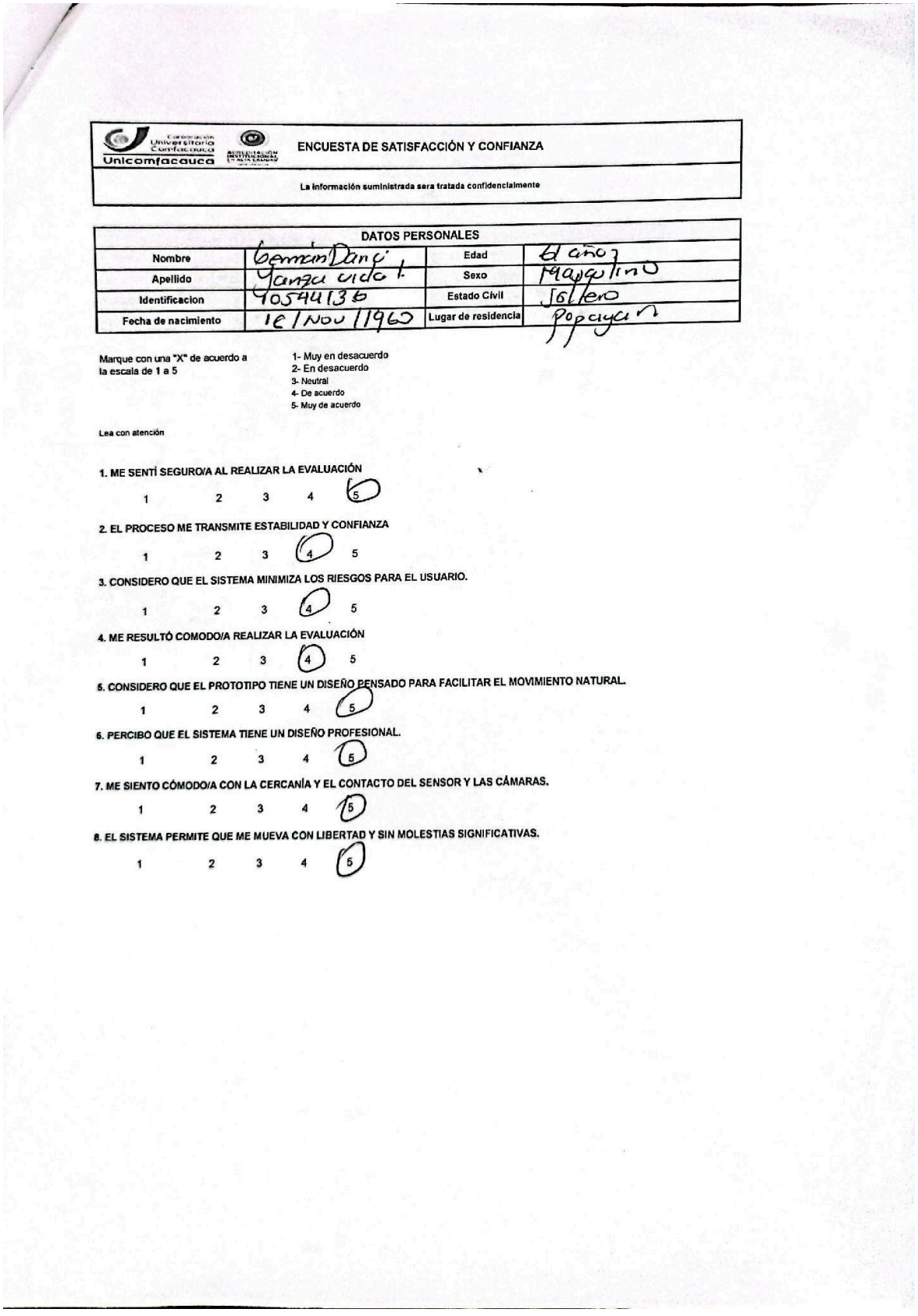
AMA

- arma de flexión de cadera es disminuido, por limitación y Disminución de movilidad ya que al folio da calificación de 3.
- ↓ fuerza gluteo medio.
- 2° de extensión de rodilla; indica retracción en isquiotibiales.
- 6° de plantiflexion indica debilidad de tibial anterior. concuerda porque el folio indica como moderada la fuerza.

MArcha
velocidad = 32.86
tiempo = 34seg.
Distancia = 1 mts.

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 10



Corporación Universitaria Comfacauca — Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Germán Dario	Edad	61 años
Apellido	Yanza Vidal	Sexo	Masculino
Identificacion	4054436	Estado Civil	Soltero
Fecha de nacimiento	16/Nov/1960	Lugar de residencia	Popayan

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 4 (5)
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 (4) 5
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 3 (4) 5
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 4 (5)
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 4 (5)
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 4 (5)
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 11

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo María Elena Agredo con número de identificación 34731427 expedida en Popayán, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarias en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

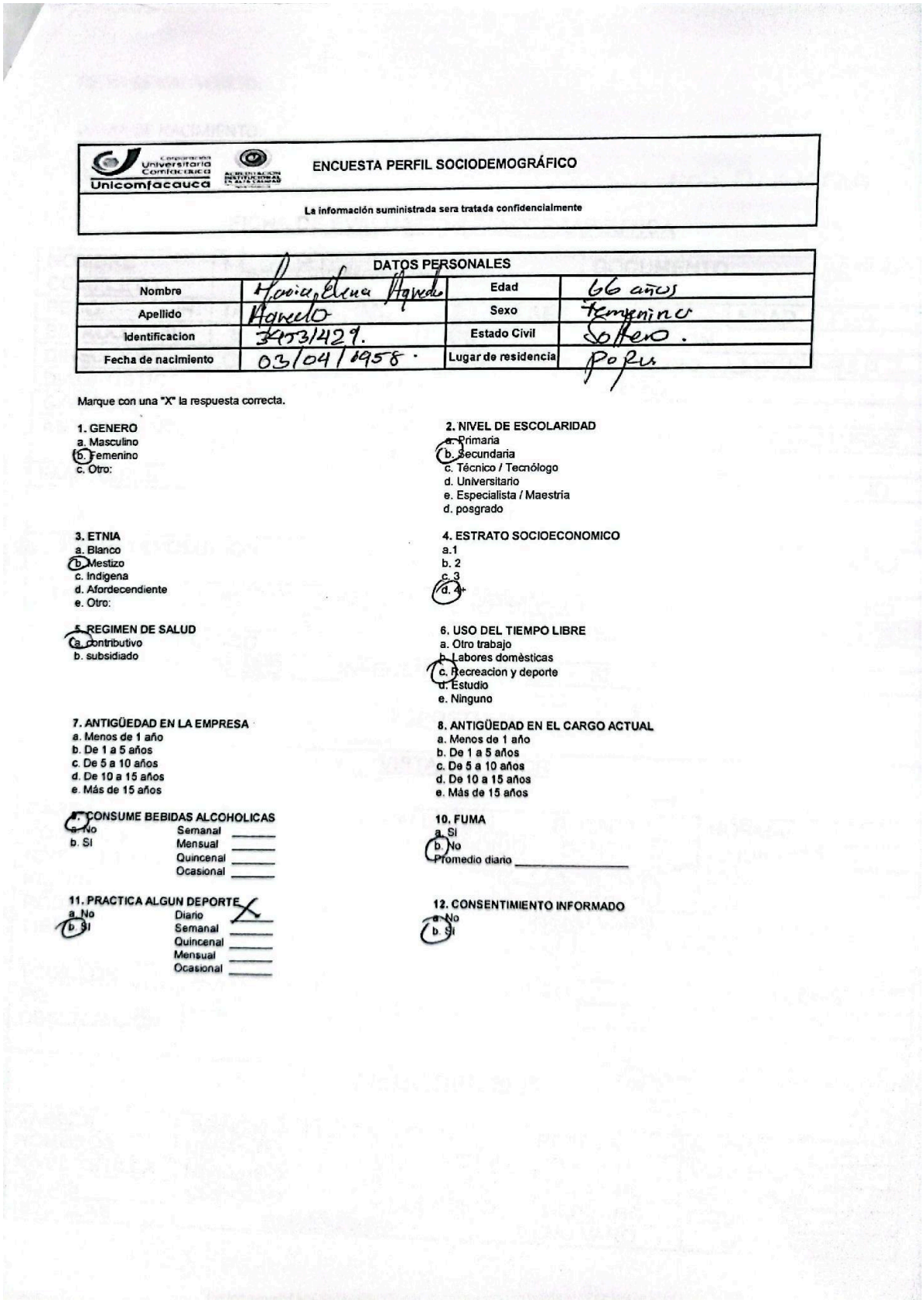
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con **********

Nombre completo: María Elena Agredo
C.C. No 34731427
Popayán

Indice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 11



Corporación Universitaria Comfacauca — Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Maria Elena Agredo	Edad	66 años
Apellido	Agredo	Sexo	Femenino
Identificacion	34533429.	Estado Civil	Soltero.
Fecha de nacimiento	03/04/1958.	Lugar de residencia	Popa.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
(b.) Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
(b.) Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestria
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
(b.) Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
(d.) 4

5. REGIMEN DE SALUD
(a.) contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domèsticas
(c.) Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

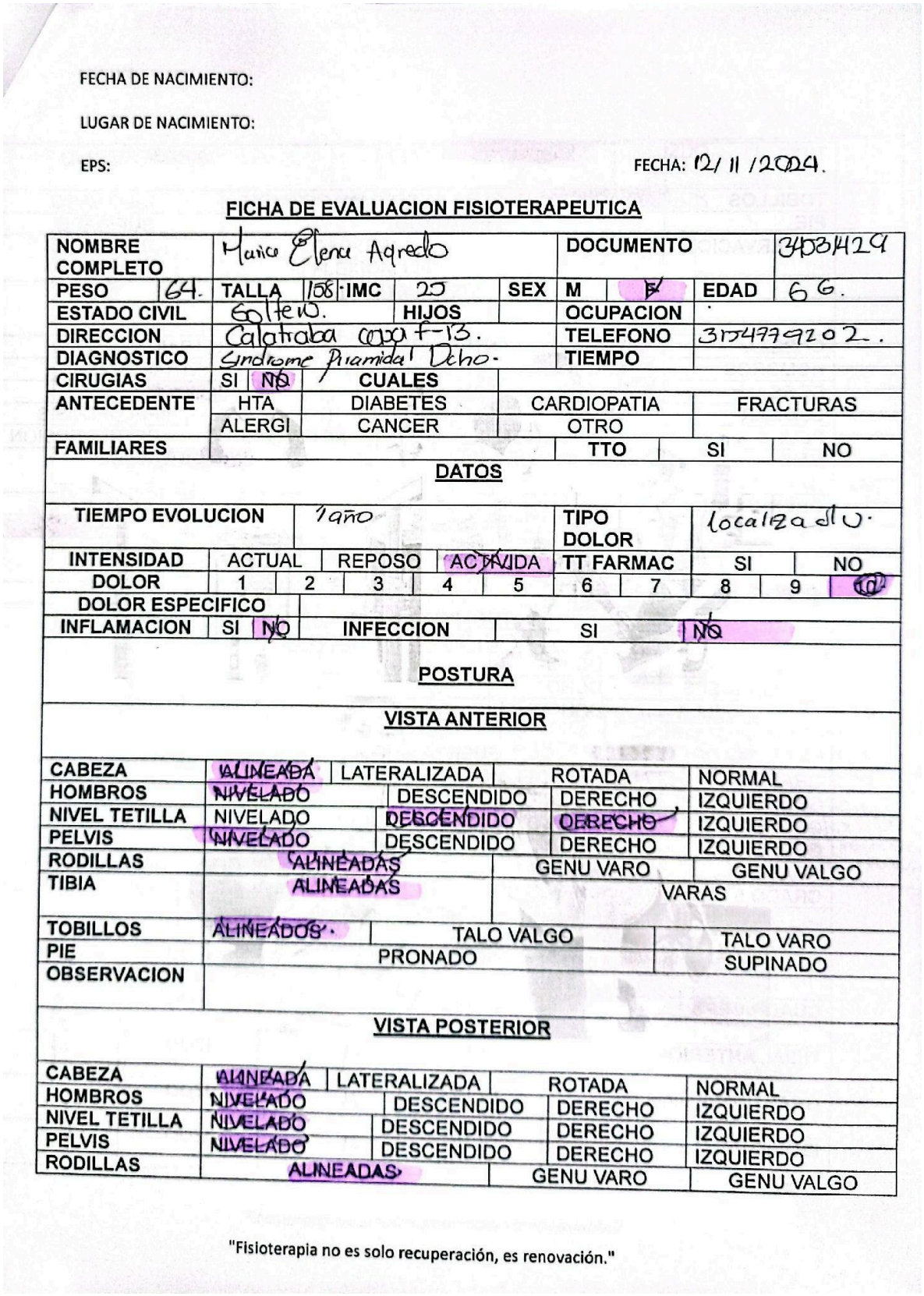
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
(a.) No
b. SI
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. SI
(b.) No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
(b.) SI
Diario X
Semanal _____
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
(b.) SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 11



FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS: FECHA: 12/11/2024.

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Maria Elena Agredo					DOCUMENTO			34534129
PESO 64.	TALLA 158	IMC 25	SEX	M	F	EDAD	66.		
ESTADO CIVIL	Soltero.	HIJOS				OCUPACION			
DIRECCION	Calatraba cra f-13.					TELEFONO	3154779202.		
DIAGNOSTICO	Sindrome Piramidal Dcho.					TIEMPO			
CIRUGIAS	SI NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES		CARDIOPATIA		FRACTURAS			
	ALERGI	CANCER		OTRO					
FAMILIARES						TTO	SI	NO	

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	1año					TIPO DOLOR	localizado.			
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA			TT FARMAC	SI	NO		
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO										
INFLAMACION	SI NO	INFECCION		SI	NO					

POSTURA

VISTA ANTERIOR

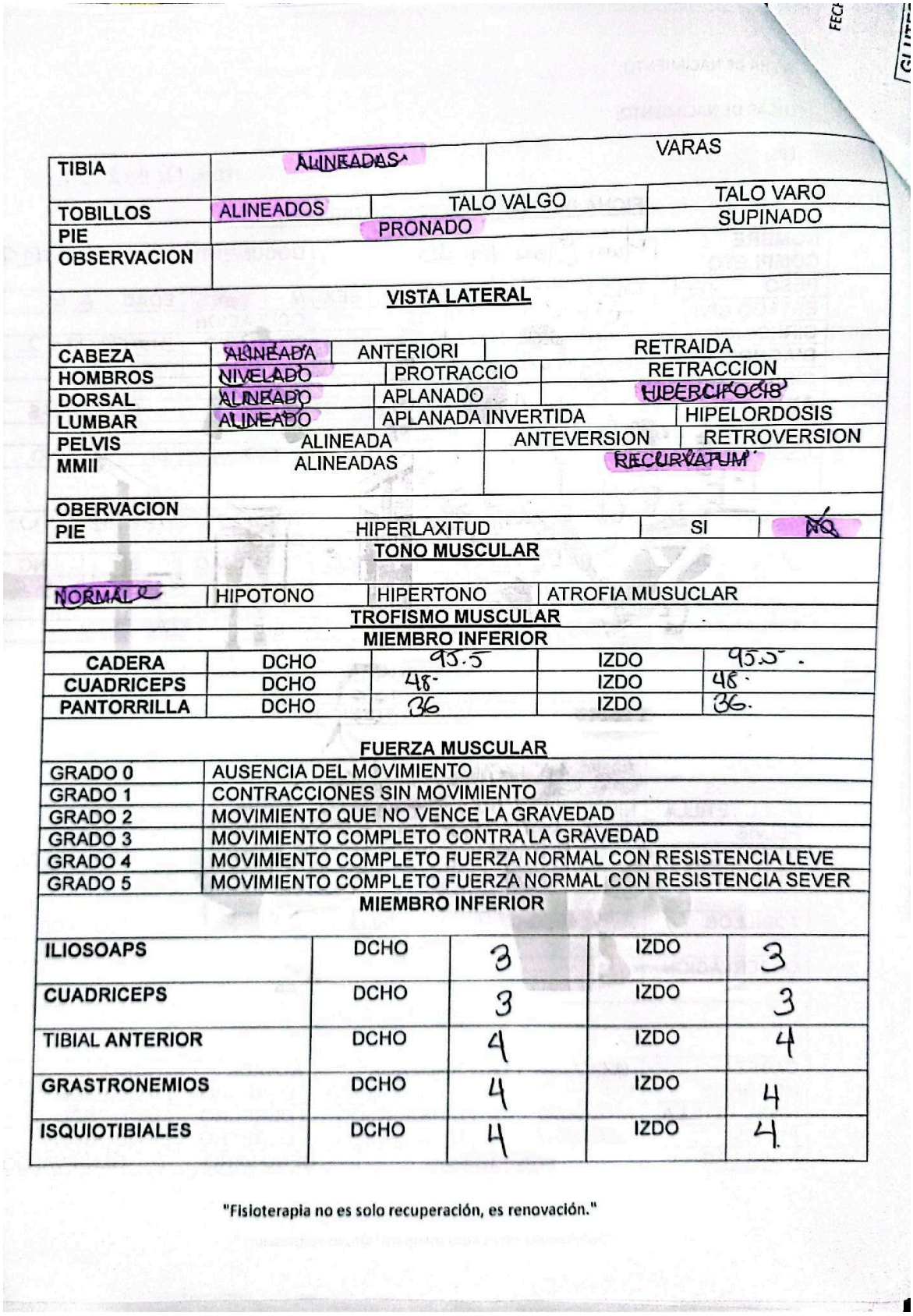
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 11



TIBIA	ALINEADAS	VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION			

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPELORDOSIS
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION
MMII	ALINEADAS		RECURVATUM
OBERVACION			
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	95.5	IZDO	95.5
CUADRICEPS	DCHO	48	IZDO	48
PANTORRILLA	DCHO	36	IZDO	36

FUERZA MUSCULAR

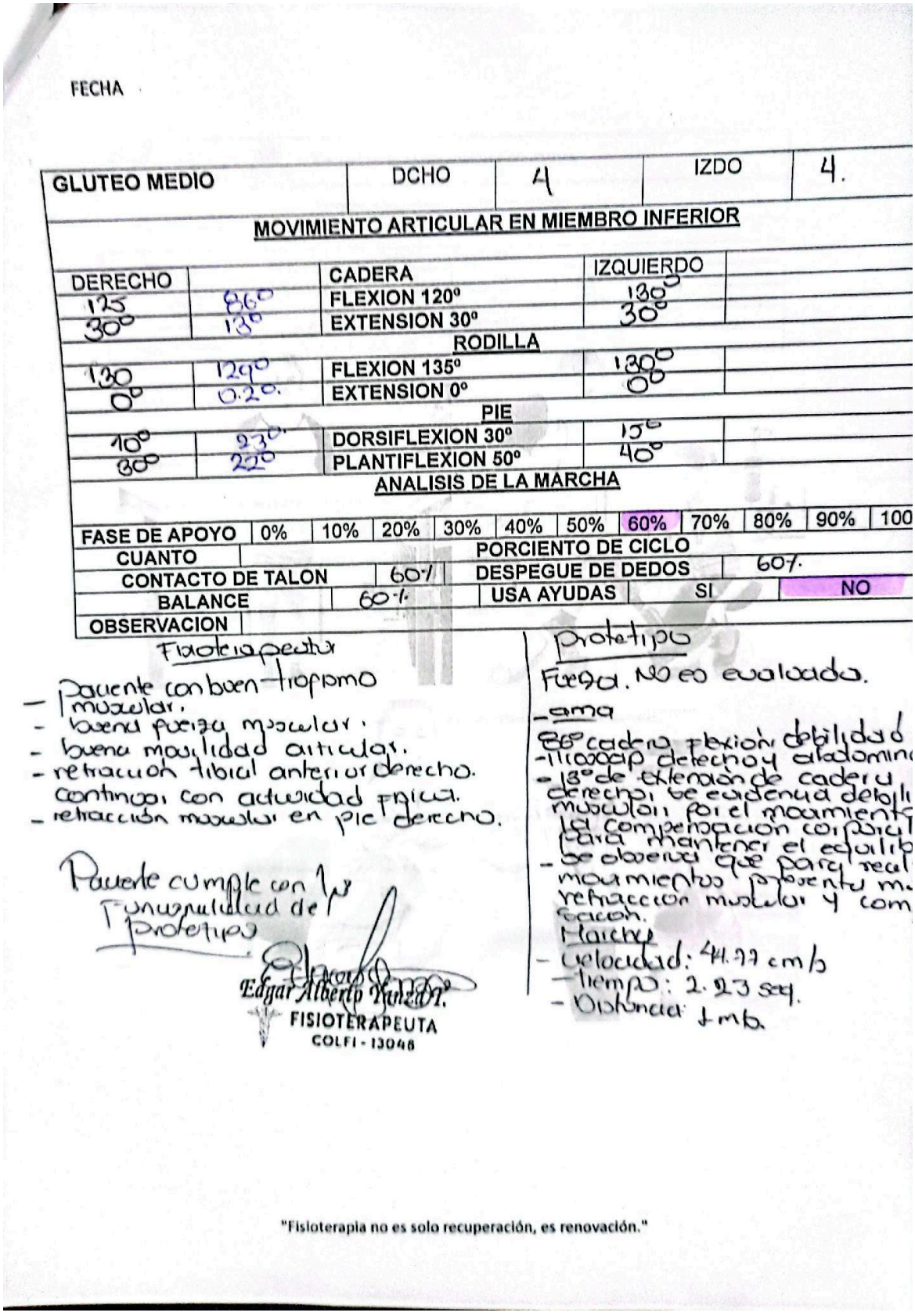
GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	3	IZDO	3
CUADRICEPS	DCHO	3	IZDO	3
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	4	IZDO	4
GRASTRONEMIOS	DCHO	4	IZDO	4
ISQUIOTIBIALES	DCHO	4	IZDO	4

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 11



FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	4	IZDO	4.

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

DERECHO		CADERA	IZQUIERDO
125	86°	FLEXION 120°	130°
30°	13°	EXTENSION 30°	30°
		RODILLA	
130	129°	FLEXION 135°	130°
0°	0.2°.	EXTENSION 0°	0°
		PIE	
10°	23°.	DORSIFLEXION 30°	15°
30°	22°	PLANTIFLEXION 50°	40°

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON	60%			DESPEGUE DE DEDOS	60%.						
BALANCE	60%.			USA AYUDAS	SI		NO				
OBSERVACION											

Fisioterapeuta

- Paciente con buen tropismo muscular.
- buena fuerza muscular.
- buena movilidad articular.
- retraccion tibial anterior derecho.
- continuar con actividad física.
- retracción muscular en pie derecho.

Paciente cumple con la Funcionalidad de la Prótesis

Edgar Alberto Yunda M.
FISIOTERAPEUTA
COLFI - 13048

Prótesis

Fuerza. No es evaluada.

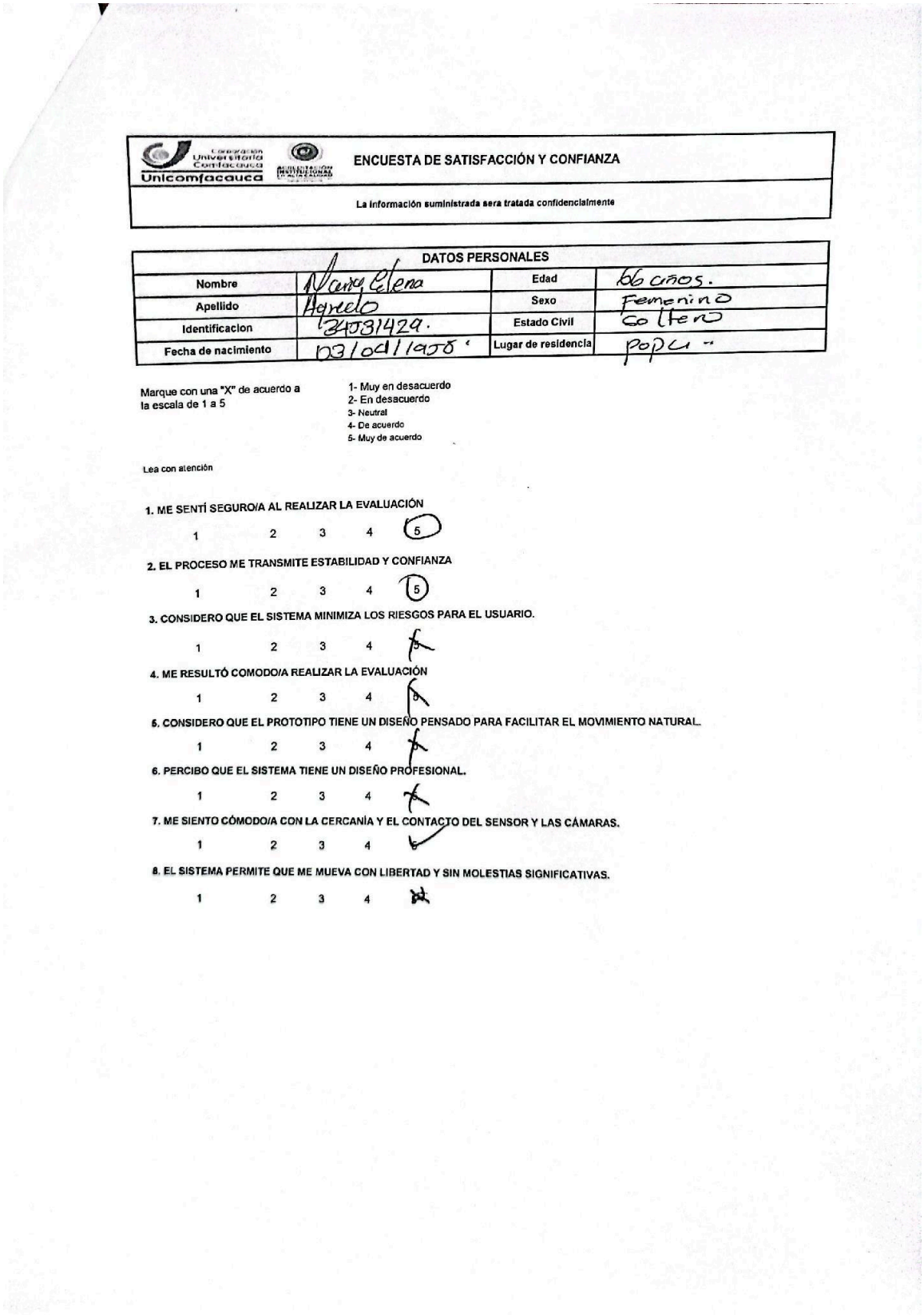
- ama
- 86° cadera flexión debilidad
- Tiroide derecho y abdomin
- 13° de extensión de cadera derecho, se evidencia debili muscular por el movimient la compensación corporal para mantener el equilib
- se observa que para real movimientos presenta m retracción muscular y com cación.

Marcha

- velocidad: 44.77 cm/s
- tiempo: 2.23 seg.
- Distancia: 1 mts

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 11



Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Nancy Elena	Edad	66 años.
Apellido	Agredo	Sexo	Femenino
Identificacion	24031429.	Estado Civil	Soltero
Fecha de nacimiento	03/04/1955	Lugar de residencia	Popa.

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 4 (5)
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 4 (5)
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 3 4 5
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 4 5
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 4 5
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 4 5
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 4 5
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 4 5

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 12

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo Dinna Enli Yolano con número de identificación 34523552 expedida en Popayán, he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

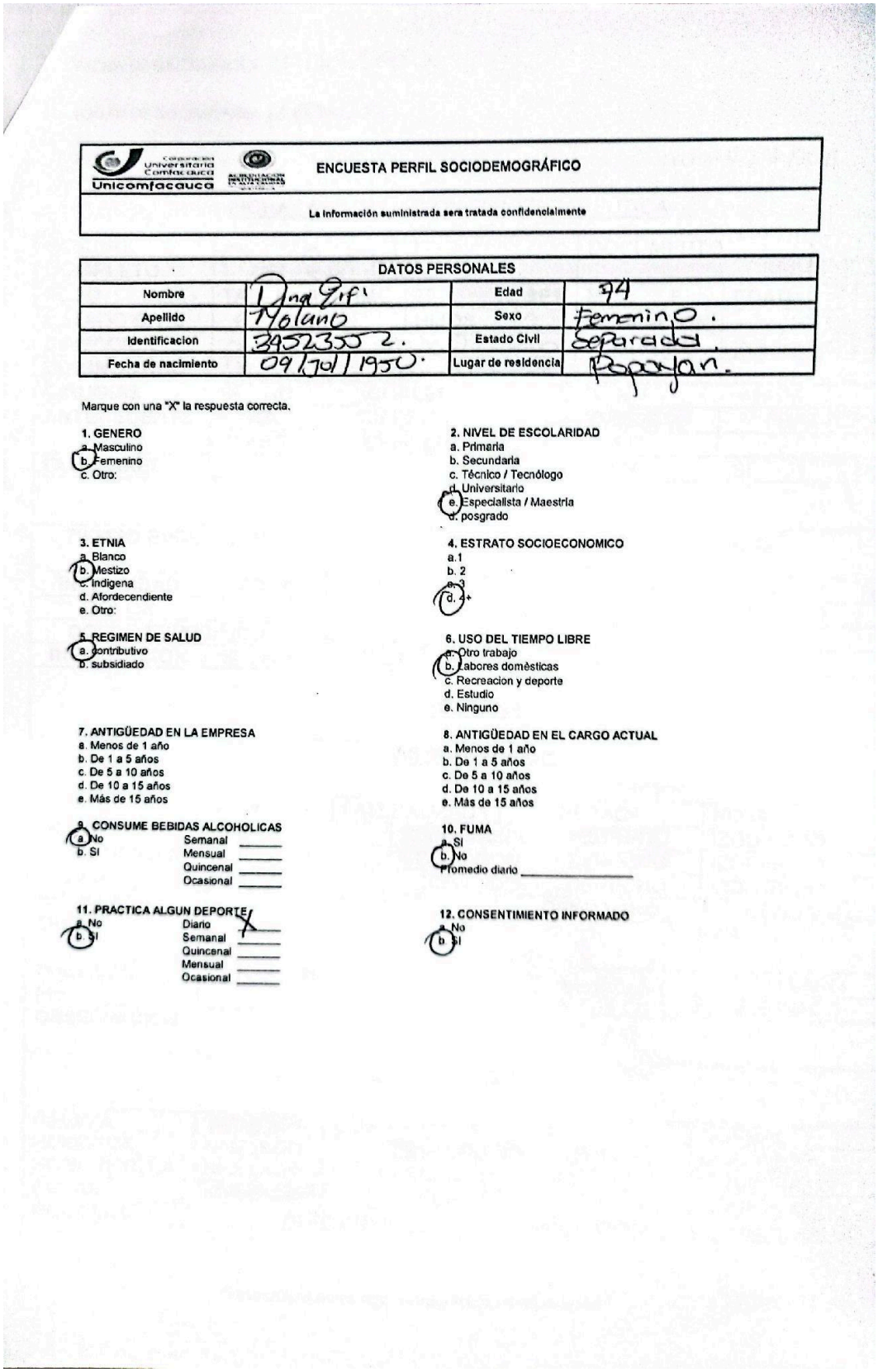
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##########

Nombre completo Dinna Enli Yolano
C.C. No 34523552 Popayan

Dinna Enli Yolano
Indice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 12



Corporación Universitaria Comfacauca — Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES

Nombre	Dnga Elfi	Edad	74
Apellido	Molano	Sexo	femenino.
Identificacion	34523502.	Estado Civil	Separada.
Fecha de nacimiento	09/10/1950.	Lugar de residencia	Popayan.

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
b. Femenino
c. Otro:

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
e. Especialista / Maestria
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
b. Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro:

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
d. 4+

5. REGIMEN DE SALUD
a. contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
b. Labores domèsticas
c. Recreacion y deporte
d. Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

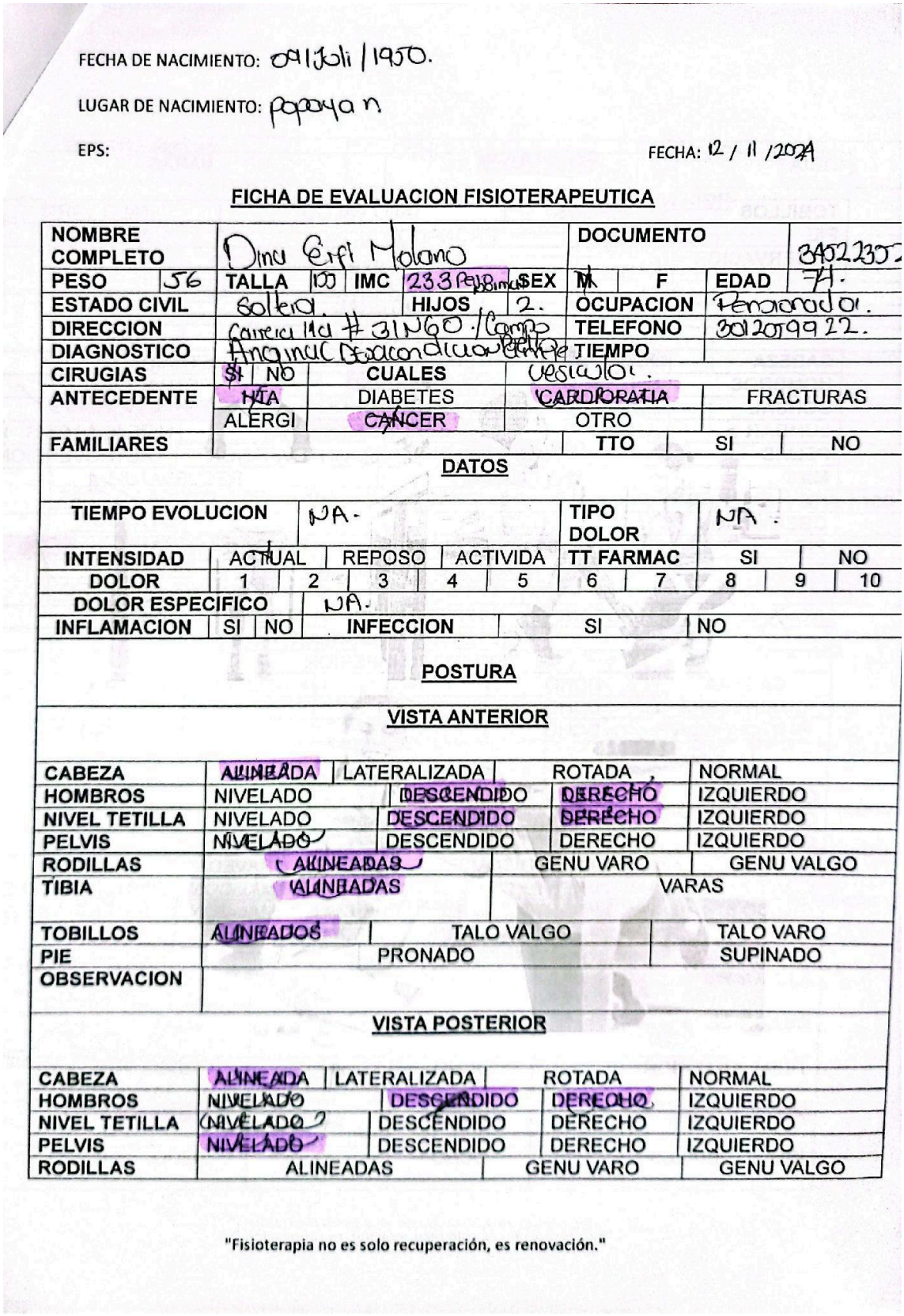
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
a. No
b. SI
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. SI
b. No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
a. No
b. SI
Diario X
Semanal _____
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
b. SI

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 12



FECHA DE NACIMIENTO: 04/Jul/1950.

LUGAR DE NACIMIENTO: Popayan

EPS: FECHA: 12 / 11 /2024

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Dinu Erfi Molano					DOCUMENTO		34522352	
PESO 56	TALLA 160	IMC 23.3 Peso ideal		SEX	M F	EDAD 74.			
ESTADO CIVIL	Soltera.	HIJOS 2.				OCUPACION	Pensionado.		
DIRECCION	Carrera 14d # 31N60 / Campo Bello					TELEFONO	3012099922.		
DIAGNOSTICO	Angina de pecho					TIEMPO			
CIRUGIAS	SI NO	CUALES		Vesicula.					
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES		CARDIOPATIA		FRACTURAS			
	ALERGI	CANCER		OTRO					
FAMILIARES						TTO	SI	NO	

DATOS

TIEMPO EVOLUCION	NA.					TIPO DOLOR	NA.			
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA			TT FARMAC	SI	NO		
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO	NA.									
INFLAMACION	SI NO	INFECCION		SI	NO					

POSTURA

VISTA ANTERIOR

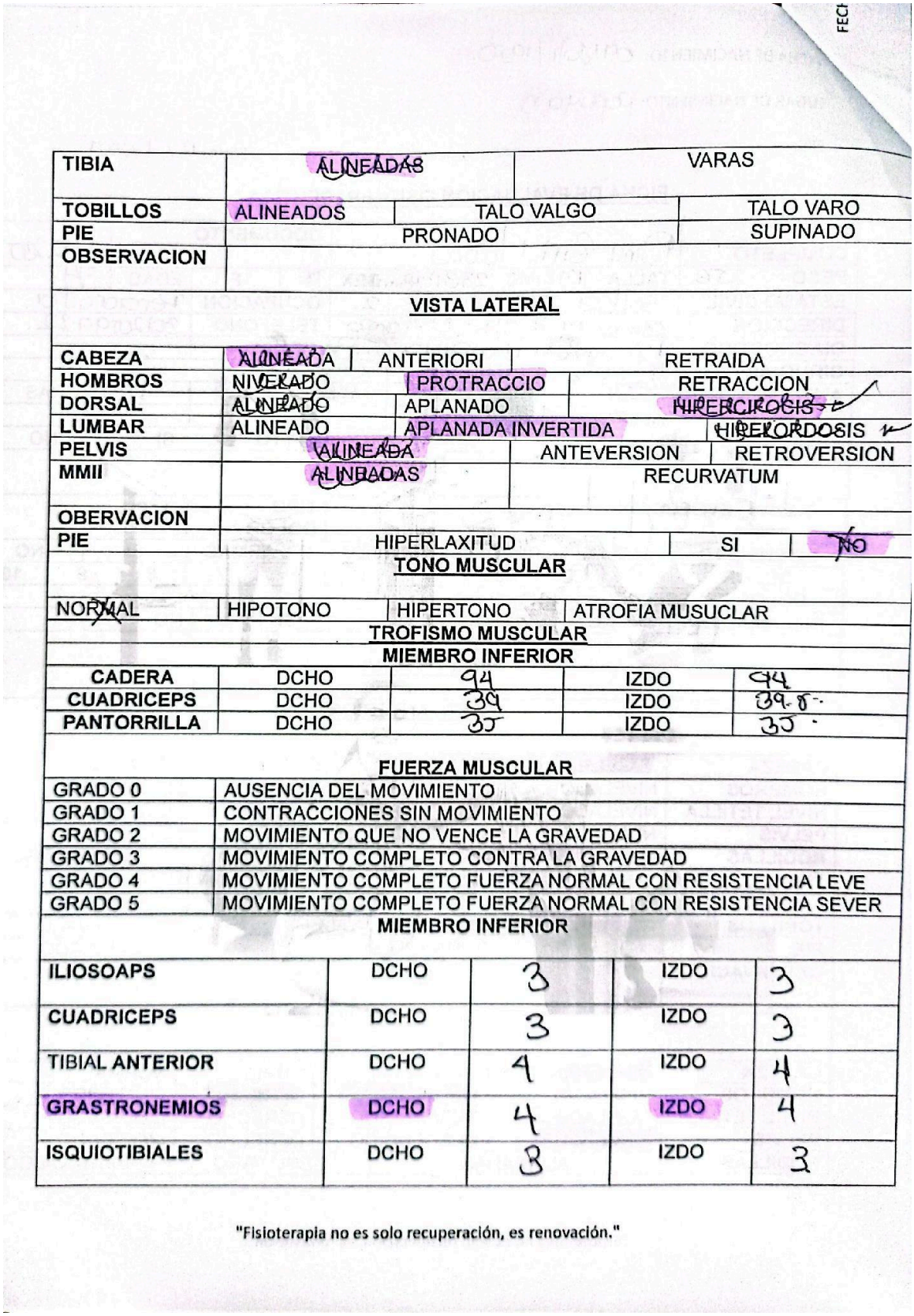
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 12



TIBIA	ALINEADAS	VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO	TALO VARO
PIE	PRONADO		SUPINADO
OBSERVACION			

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOSIS
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPERLORDOSIS
PELVIS	ALINEADA	ANTEVERSION	RETROVERSION
MMII	ALINEADAS	RECURVATUM	
OBERVACION			
PIE	HIPERLAXITUD	SI	NO

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	94	IZDO	94
CUADRICEPS	DCHO	39	IZDO	39.5
PANTORRILLA	DCHO	35	IZDO	35

FUERZA MUSCULAR

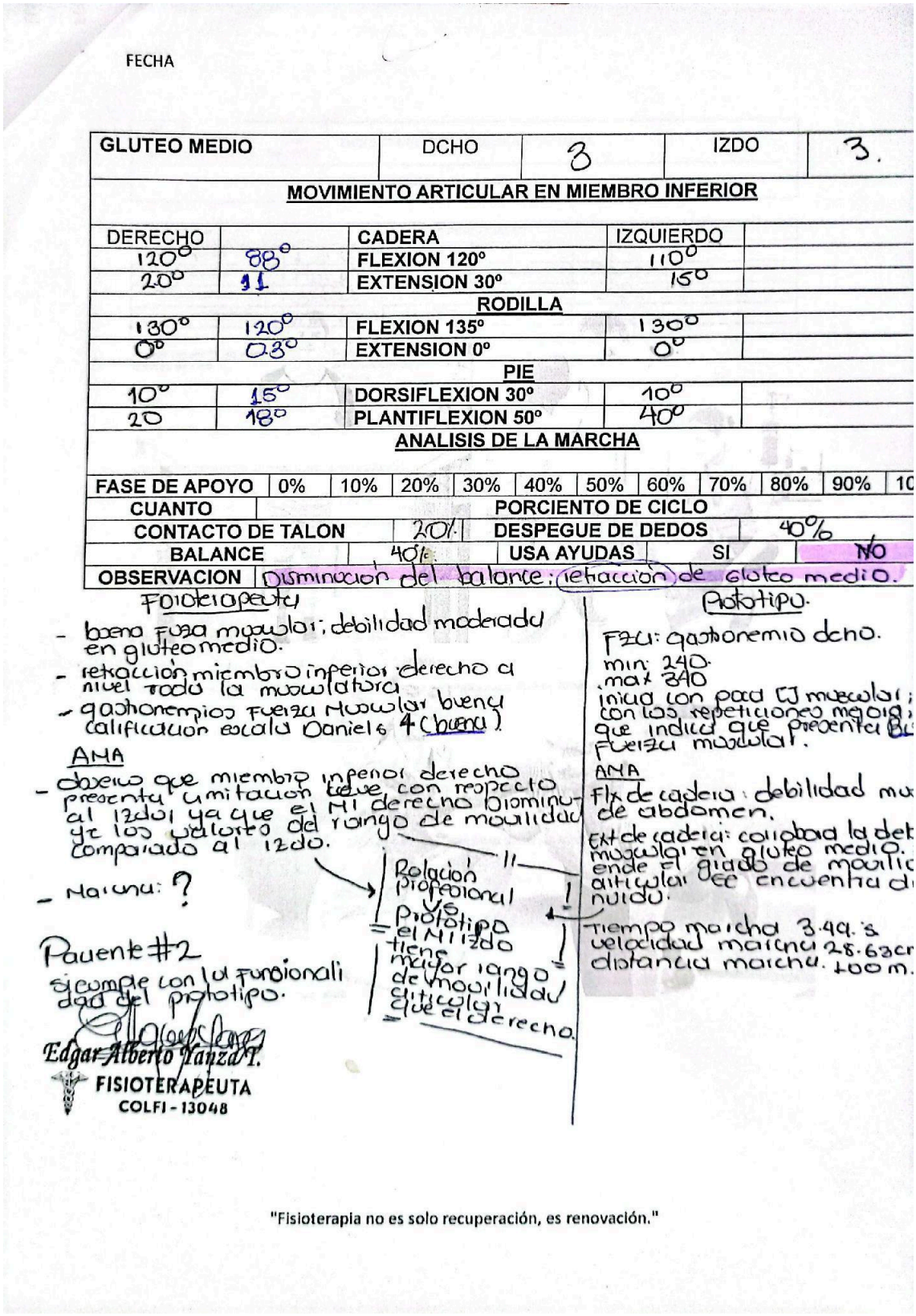
GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	3	IZDO	3
CUADRICEPS	DCHO	3	IZDO	3
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	4	IZDO	4
GRASTRONEMIOS	DCHO	4	IZDO	4
ISQUIOTIBIALES	DCHO	3	IZDO	3

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 12



FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	3	IZDO	3.

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

DERECHO		CADERA	IZQUIERDO	
120°	88°	FLEXION 120°	110°	
20°	11	EXTENSION 30°	15°	
		RODILLA		
130°	120°	FLEXION 135°	130°	
0°	03°	EXTENSION 0°	0°	
		PIE		
10°	15°	DORSIFLEXION 30°	10°	
20	18°	PLANTIFLEXION 50°	40°	

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	10
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON			20%		DESPEGUE DE DEDOS				40%		
BALANCE			40%		USA AYUDAS		SI			NO	
OBSERVACION	Disminución del balance; retracción de gluteo medio.										

Fisioterapeuta

- buena fuza muscular; debilidad moderada en gluteo medio.
- retracción miembro inferior derecho a nivel todo la musculatura
- gastronemios Fuerza Muscular buena calificacion escala Daniels 4 (buena)

ANA

- doreiro que miembro inferior derecho presenta limitacion leve con respecto al Izdo ya que el MI derecho disminuye los valores del rango de movilidad comparado al Izdo.
- Marcha: ?

Paciente #2

Si cumple con la funcionalidad del prototipo.

Edgar Alberto Yanza T.
FISIOTERAPEUTA
COLFI - 13048

Relación profesional vs Prototipo el MI Izdo tiene mayor rango de movilidad articular que el derecho.

Prototipo.

FZA: gastronemio dcho.
min: 240.
max 340
inicia con pocas repeticiones mayor que indica que presenta Fuerza muscular.

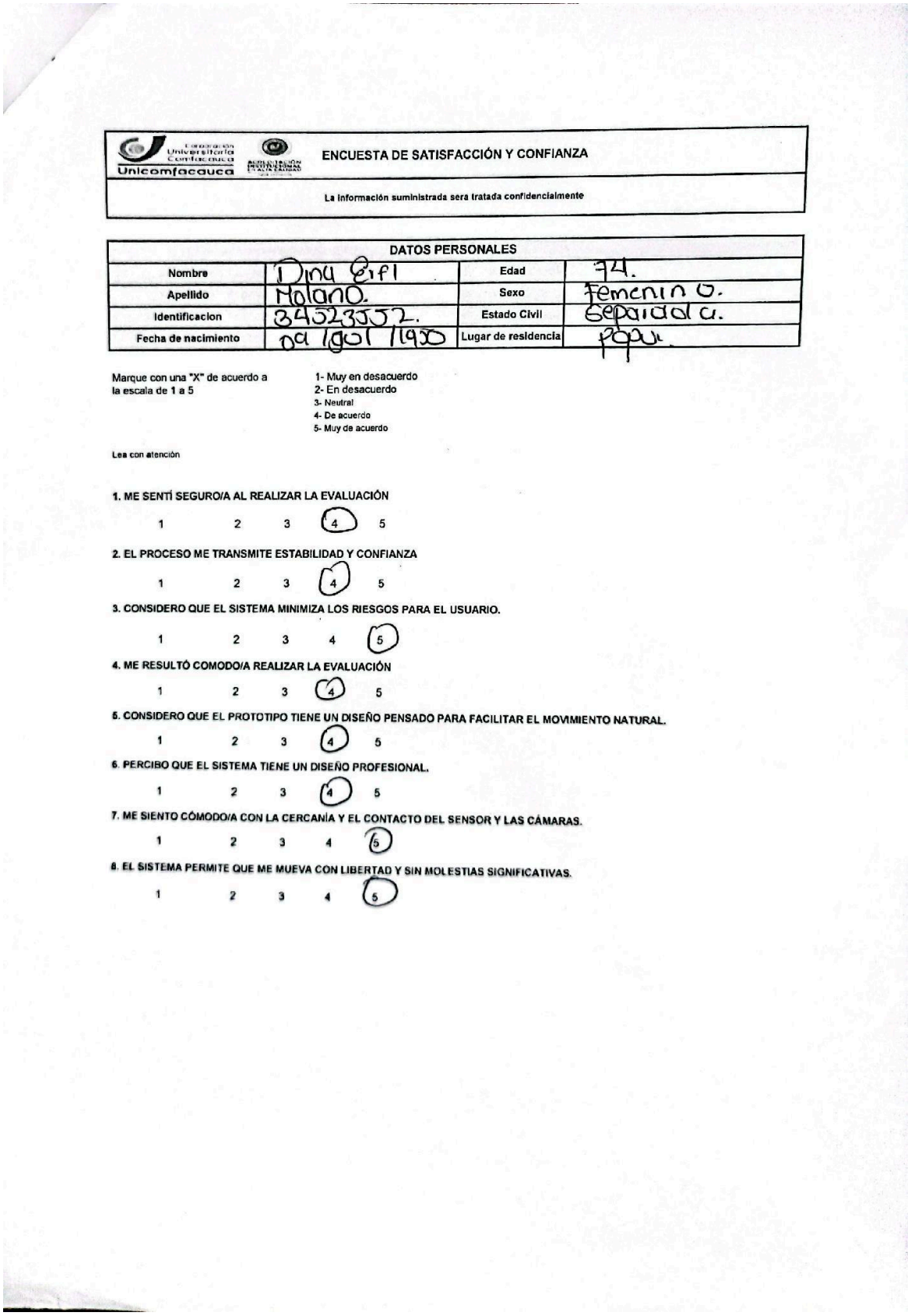
ANA

Flx de cadera: debilidad mu de abdomen.
Ext de cadera: calidad de mo muscular en gluteo medio. ende el grado de movilid articular se encuentra d nuido.

Tiempo marcha 3.49.s
velocidad marcha 28.63cr
distancia marcha. 100 m.

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 12



Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada será tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Dinu Eifl	Edad	74.
Apellido	Molano.	Sexo	Femenino.
Identificacion	34523552.	Estado Civil	Separada.
Fecha de nacimiento	04/Jul/1950	Lugar de residencia	Popu.

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA
   1 2 3 (4) 5
3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.
   1 2 3 4 (5)
4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN
   1 2 3 (4) 5
5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.
   1 2 3 (4) 5
6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.
   1 2 3 (4) 5
7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.
   1 2 3 4 (5)
8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.
   1 2 3 4 (5)

SCANNER CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PACIENTE 13

Popayán, noviembre de 2024

CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA VALIDACION DEL TRABAJDO DE GRADO

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA ASISTENCIA AL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS OSTEOMUSCULARES EN LA MARCHA HUMANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESPACIALES, TEMPORALES Y ANGULARES CON TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

1. NOMBRE DEL ESTUDIANTE.:

1.1 JOSE DANIEL ORDOÑEZ OBANDO

2. INFORMACIÓN DE LA VALIDACION DEL TRABAJO DE GRADO.

Les solicitamos leer atentamente la información consignada a continuación:
El estudiante de último semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca -Unicomfacauca- está desarrollando su trabajo de grado denominado **"desarrollo de un prototipo para asistencia al diagnóstico de patologías osteomusculares en la marcha humana por medio del análisis de parámetros espaciales, temporales y angulares con técnicas de visión artificial"** con fines educativos, el cual busca elaborar un sistema novedoso y confiable para el análisis de la marcha.

Yo + Lida Rodríguez Z con número de identificación + 25'267102 expedida en + Popayán he leído con atención el documento y he recibido la información necesaria acerca del desarrollo del proyecto de grado y autorizo mi participación voluntaria en la evaluación informada.

1. Estoy dispuesto (a), a contestar de forma voluntaria los instrumentos tipo encuesta o entrevista establecidos en el proyecto
2. Se me ha informado que en cualquier momento puedo retirarme de la misma sin que esto genere represarías en mi contra.
3. La evaluación a realizar no genera ningún costo que deba asumir y que será informado del desarrollo del proceso.
4. Se me ha informado de los riesgos que asumo, que están limitados fundamentalmente a una caída de mi propia altura o algún síntoma que se pueda presentar como percepción de fatiga, mareo, lo cual reportare y los evaluadores estarán atentos. Se me aclara que también pudiera haber riesgos impredecibles que escapan al conocimiento del personal a cargo.
5. A juicio de los ejecutores la evaluación implica un mínimo riesgo físico y ningún riesgo psicológico para mí. Las respuestas no ocasionarán ningún riesgo ni tendrán consecuencias de ninguna naturaleza
6. Autorizo para que se publique los resultados, respetando la reserva de la identidad.

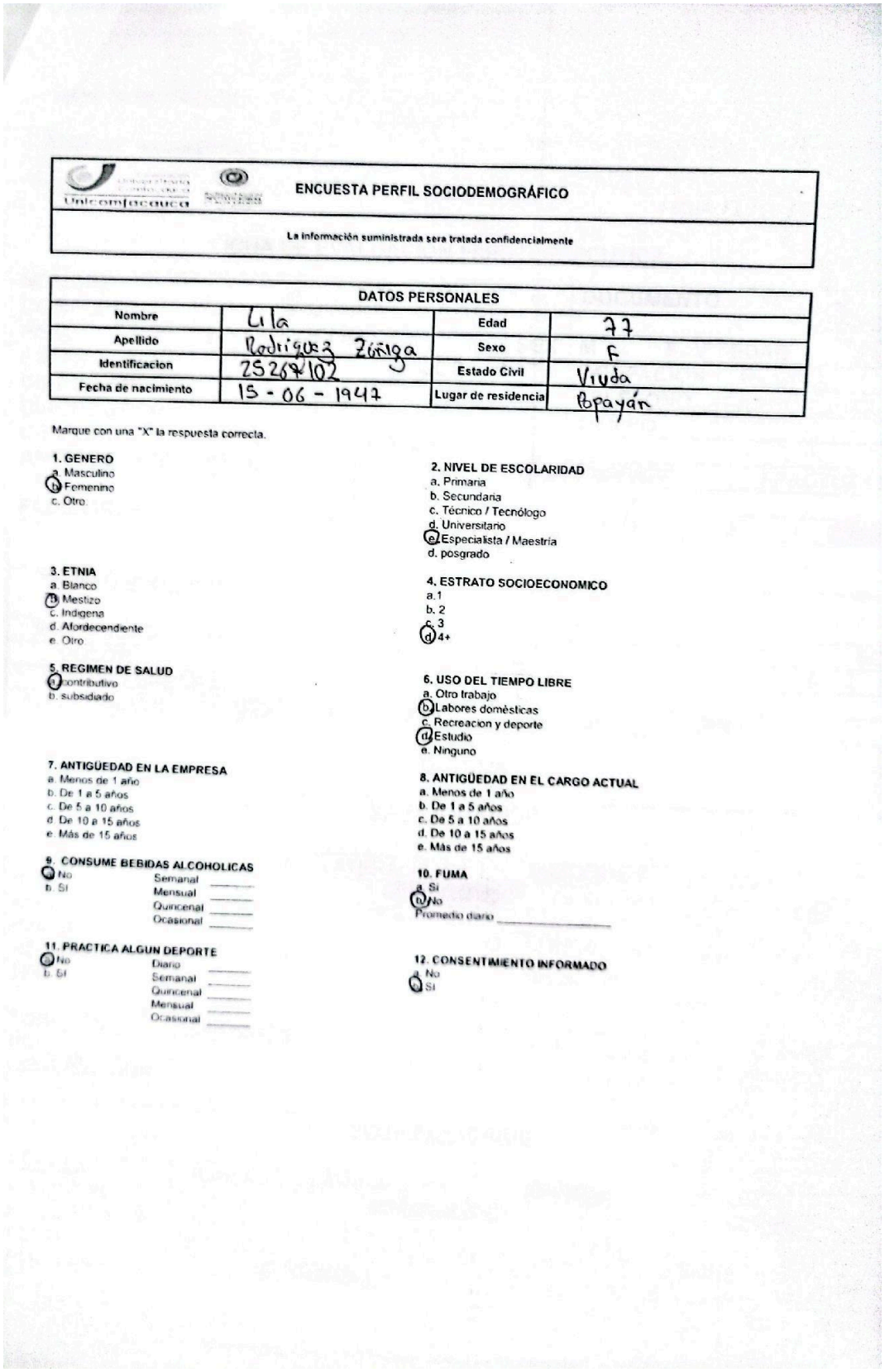
Se me ha informado además que tengo derecho a clarificar todas las dudas que se me presenten, podré solicitar información más detallada sobre la evaluación o algún tema relacionado con el proceso, en el momento que desee

Para resolver alguna duda debe comunicarse con ##################################

Nombre completo + Lida Rodríguez Z
C.C. No + 25'267102
+ Lida R. de Benavides

Índice derecho

SCANNER ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PACIENTE 13



Unicomfacauca

ENCUESTA PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre	Lila	Edad	77
Apellido	Rodriguez Zuñiga	Sexo	F
Identificacion	25287102	Estado Civil	Viuda
Fecha de nacimiento	15 - 06 - 1947	Lugar de residencia	Popayán

Marque con una "X" la respuesta correcta.

1. GENERO
a. Masculino
(b) Femenino
c. Otro

2. NIVEL DE ESCOLARIDAD
a. Primaria
b. Secundaria
c. Técnico / Tecnólogo
d. Universitario
(e) Especialista / Maestria
d. posgrado

3. ETNIA
a. Blanco
(b) Mestizo
c. Indigena
d. Afordecendiente
e. Otro

4. ESTRATO SOCIOECONOMICO
a.1
b. 2
c. 3
(d) 4+

5. REGIMEN DE SALUD
(a) contributivo
b. subsidiado

6. USO DEL TIEMPO LIBRE
a. Otro trabajo
(b) Labores domésticas
c. Recreacion y deporte
(d) Estudio
e. Ninguno

7. ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

8. ANTIGÜEDAD EN EL CARGO ACTUAL
a. Menos de 1 año
b. De 1 a 5 años
c. De 5 a 10 años
d. De 10 a 15 años
e. Más de 15 años

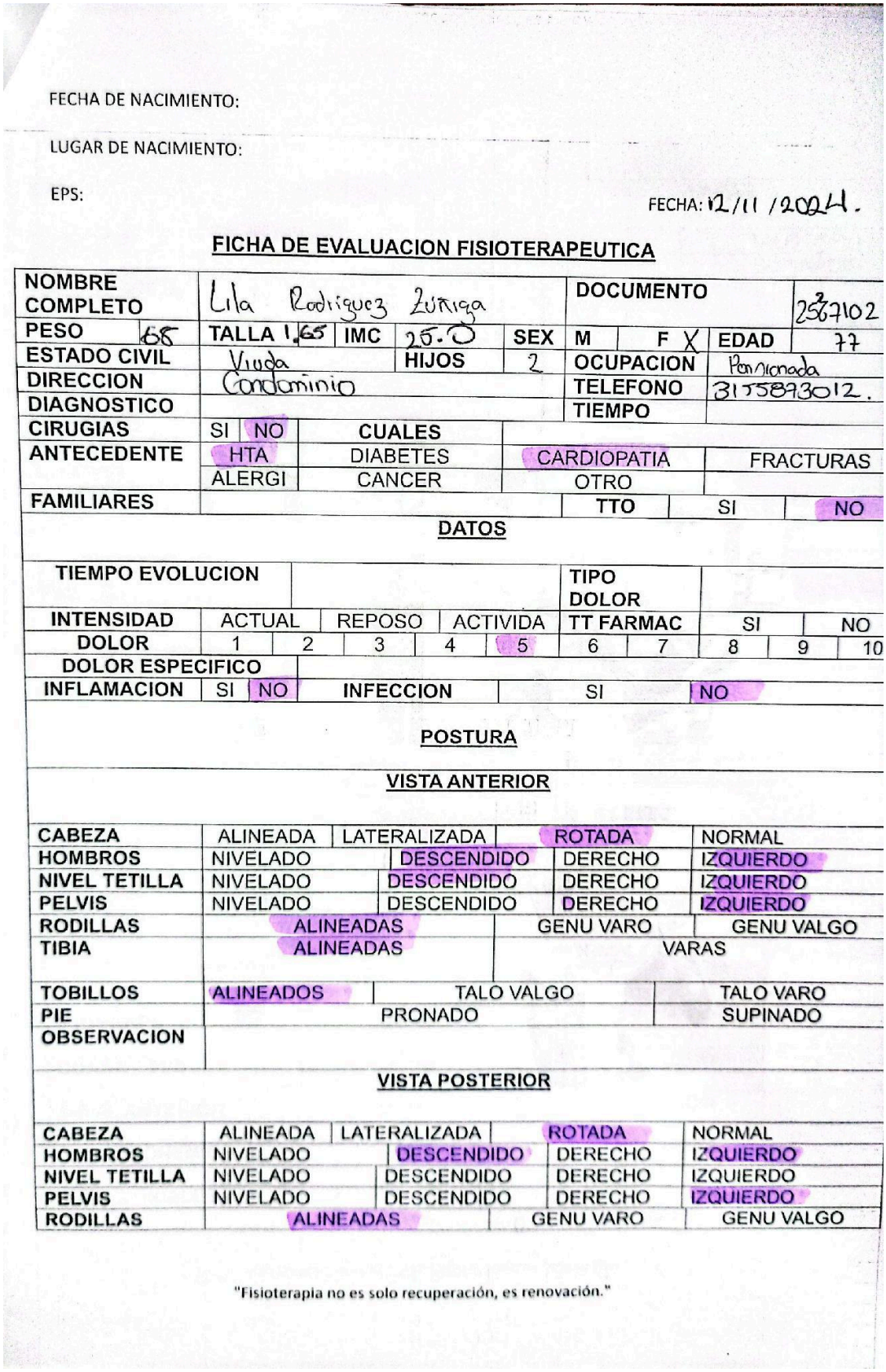
9. CONSUME BEBIDAS ALCOHOLICAS
(a) No
b. Si
Semanal _____
Mensual _____
Quincenal _____
Ocasional _____

10. FUMA
a. Si
(b) No
Promedio diario _____

11. PRACTICA ALGUN DEPORTE
(a) No
b. Si
Diario _____
Semanal _____
Quincenal _____
Mensual _____
Ocasional _____

12. CONSENTIMIENTO INFORMADO
a. No
(b) Si

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H1 PACIENTE 13



FECHA DE NACIMIENTO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

EPS:

FECHA: 12/11/2024.

FICHA DE EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

NOMBRE COMPLETO	Lila Rodriguez Zuñiga				DOCUMENTO			2567102	
PESO 65	TALLA 1.65	IMC 25.0		SEX	M	F X	EDAD	77	
ESTADO CIVIL	Viuda	HIJOS 2			OCUPACION	Pensionada			
DIRECCION	Condominio				TELEFONO	3175893012.			
DIAGNOSTICO					TIEMPO				
CIRUGIAS	SI NO	CUALES							
ANTECEDENTE	HTA	DIABETES	CARDIOPATIA	FRACTURAS					
	ALERGI	CANCER	OTRO						
FAMILIARES					TTO	SI	NO		

DATOS

TIEMPO EVOLUCION					TIPO DOLOR					
INTENSIDAD	ACTUAL	REPOSO	ACTIVIDA		TT FARMAC	SI	NO			
DOLOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOLOR ESPECIFICO										
INFLAMACION	SI NO	INFECCION	SI	NO						

POSTURA

VISTA ANTERIOR

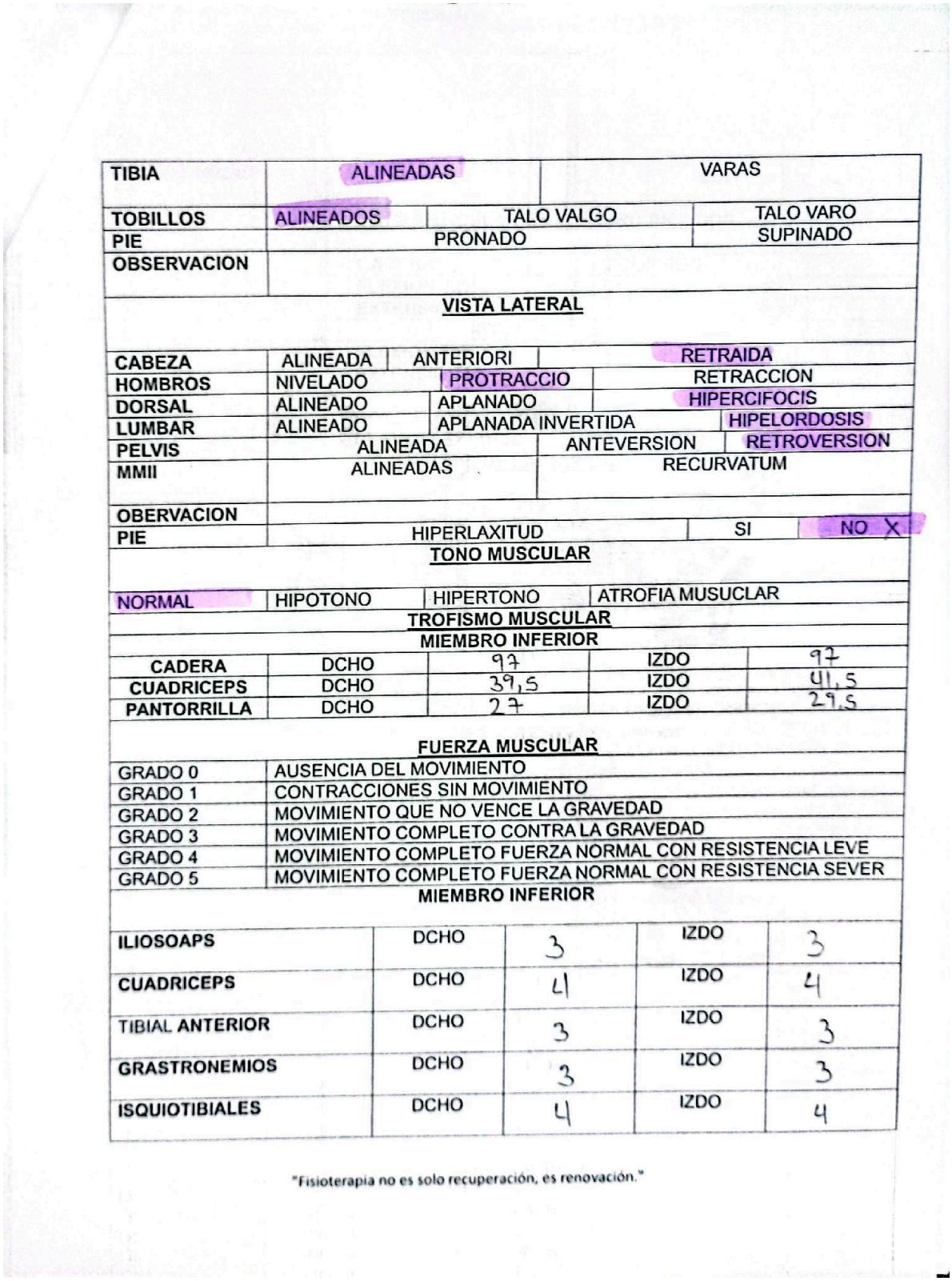
CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO
TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA POSTERIOR

CABEZA	ALINEADA	LATERALIZADA	ROTADA	NORMAL
HOMBROS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
NIVEL TETILLA	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
PELVIS	NIVELADO	DESCENDIDO	DERECHO	IZQUIERDO
RODILLAS	ALINEADAS		GENU VARO	GENU VALGO

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H2 PACIENTE 13



TIBIA	ALINEADAS		VARAS	
TOBILLOS	ALINEADOS	TALO VALGO		TALO VARO
PIE	PRONADO			SUPINADO
OBSERVACION				

VISTA LATERAL

CABEZA	ALINEADA	ANTERIORI	RETRAIDA	
HOMBROS	NIVELADO	PROTRACCIO	RETRACCION	
DORSAL	ALINEADO	APLANADO	HIPERCIFOCIS	
LUMBAR	ALINEADO	APLANADA INVERTIDA	HIPELORDOSIS	
PELVIS	ALINEADA		ANTEVERSION	RETROVERSION
MMII	ALINEADAS		RECURVATUM	
OBERVACION				
PIE	HIPERLAXITUD		SI	NO X

TONO MUSCULAR

NORMAL	HIPOTONO	HIPERTONO	ATROFIA MUSUCLAR

TROFISMO MUSCULAR

MIEMBRO INFERIOR

CADERA	DCHO	97	IZDO	97
CUADRICEPS	DCHO	39,5	IZDO	41,5
PANTORRILLA	DCHO	27	IZDO	29,5

FUERZA MUSCULAR

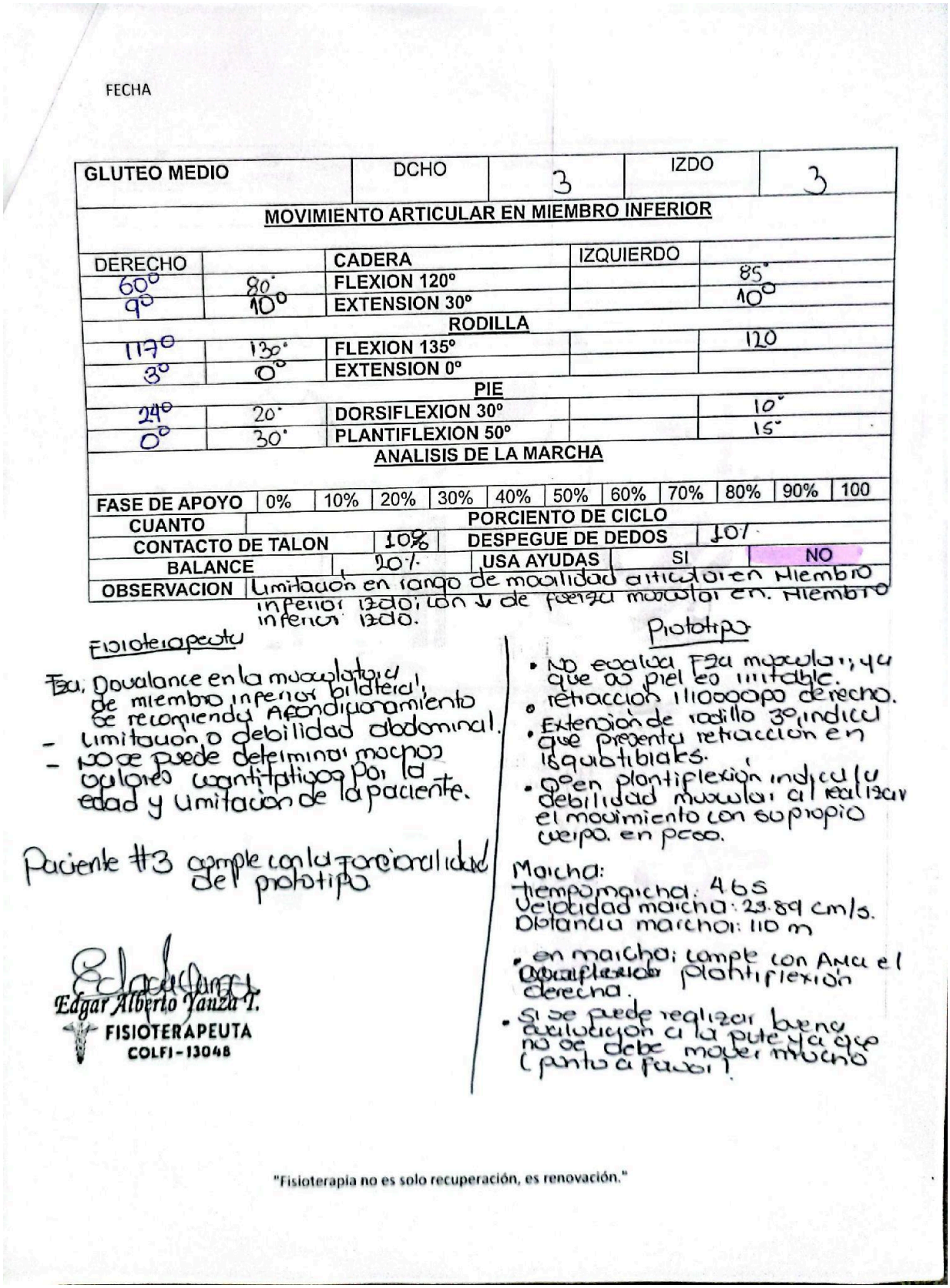
GRADO 0	AUSENCIA DEL MOVIMIENTO
GRADO 1	CONTRACCIONES SIN MOVIMIENTO
GRADO 2	MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD
GRADO 3	MOVIMIENTO COMPLETO CONTRA LA GRAVEDAD
GRADO 4	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA LEVE
GRADO 5	MOVIMIENTO COMPLETO FUERZA NORMAL CON RESISTENCIA SEVER

MIEMBRO INFERIOR

ILIOSOAPS	DCHO	3	IZDO	3
CUADRICEPS	DCHO	4	IZDO	4
TIBIAL ANTERIOR	DCHO	3	IZDO	3
GRASTRONEMIOS	DCHO	3	IZDO	3
ISQUIOTIBIALES	DCHO	4	IZDO	4

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER FICHA DE EVALUACIÓN FISIOTERAPEUTICA H3 PACIENTE 13



FECHA

GLUTEO MEDIO	DCHO	3	IZDO	3

MOVIMIENTO ARTICULAR EN MIEMBRO INFERIOR

DERECHO		CADERA	IZQUIERDO	
60°	80°	FLEXION 120°		85°
9°	10°	EXTENSION 30°		10°
RODILLA				
117°	130°	FLEXION 135°		120
3°	0°	EXTENSION 0°		
PIE				
24°	20°	DORSIFLEXION 30°		10°
0°	30°	PLANTIFLEXION 50°		15°

ANALISIS DE LA MARCHA

FASE DE APOYO	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100
CUANTO	PORCIENTO DE CICLO										
CONTACTO DE TALON		10%		DESPEGUE DE DEDOS			10%				
BALANCE		20%		USA AYUDAS		SI		NO			
OBSERVACION	Limitación en rango de movilidad articular en Miembro inferior izdo; con ↓ de fuerza muscular en. Miembro inferior izdo.										

Fisioterapeuta

Eau. Desalance en la musculatura de miembro inferior bilateral, se recomienda Acondicionamiento
- Limitacion o debilidad abdominal.
- No se puede determinar rangos articulares cuantitativos por la edad y limitacion de la paciente.

Paciente #3 cumple con la funcionalidad del prototipo

Edgar Alberto Yanza T.
FISIOTERAPEUTA
COLFI-13048

Prototipo

- No escalera Eau muscular; ya que no piel es irritable.
- retraccion isquiotibiales derecho.
- Extension de rodilla 3° indica que presenta retraccion en isquiotibiales.
- 0° en plantiflexion indica debilidad muscular al realizar el movimiento con su propio peso.

Marcha:
Tiempo marcha: 4.65
Velocidad marcha: 23.89 cm/s.
Distancia marcha: 110 m

- en marcha; cumple con ANCA el dorsiflexion plantiflexion derecha.
- Si se puede realizar buena evaluacion a la pute ya que no se debe mover mucho (punto a favor).

"Fisioterapia no es solo recuperación, es renovación."

SCANNER ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA PACIENTE 13

Unicomfacauca

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y CONFIANZA

La información suministrada sera tratada confidencialmente

DATOS PERSONALES			
Nombre		Edad	
Apellido		Sexo	
Identificacion		Estado Civil	
Fecha de nacimiento		Lugar de residencia	

Marque con una "X" de acuerdo a la escala de 1 a 5

1- Muy en desacuerdo
2- En desacuerdo
3- Neutral
4- De acuerdo
5- Muy de acuerdo

Lea con atención

1. ME SENTÍ SEGURO/A AL REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 (4) 5

2. EL PROCESO ME TRANSMITE ESTABILIDAD Y CONFIANZA

1 2 3 (4) 5

3. CONSIDERO QUE EL SISTEMA MINIMIZA LOS RIESGOS PARA EL USUARIO.

1 2 3 4 (5)

4. ME RESULTÓ COMODO/A REALIZAR LA EVALUACIÓN

1 2 3 4 (5)

5. CONSIDERO QUE EL PROTOTIPO TIENE UN DISEÑO PENSADO PARA FACILITAR EL MOVIMIENTO NATURAL.

1 2 3 4 (5)

6. PERCIBO QUE EL SISTEMA TIENE UN DISEÑO PROFESIONAL.

1 2 3 (4) 5

7. ME SIENTO CÓMODO/A CON LA CERCANÍA Y EL CONTACTO DEL SENSOR Y LAS CÁMARAS.

1 2 3 (4) 5

8. EL SISTEMA PERMITE QUE ME MUEVA CON LIBERTAD Y SIN MOLESTIAS SIGNIFICATIVAS.

1 2 3 4 (5)