



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE**



USO DEL SOFTWARE KINOVEA PARA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN  
JUDOCAS SELECCIONADOS UAEM EN LA TÉCNICA DE UCHI MATA

TESINA

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:  
ESPECIALIDAD EN ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO DEL RENDIMIENTO  
DEPORTIVO

PRESENTA:

LCAD. JOSE FABIAN TLAHUEXT ACA

DIRECTOR DE TESINA:

MTRO. JUAN SALVADOR GÓMEZ MIRANDA

CUERNAVACA, MORELOS

MARZO 2020



**FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE**

Dirección

*"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"*

Cuernavaca Mor; a 21 de noviembre 2019

**MTRO. EDUARDO QUINTIN FERNADEZ  
COORDINADOR DE LA ESPECIALIDAD  
EN ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO  
DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO  
PRESENTE**

Por medio de la presente le informamos que el dictamen de la revisión de la tesina titulada:

**"USO DEL SOFTWARE KINOVEA PARA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN JUDOCAS SELECCIONADOS UAEM EN LA TÉCNICA DE UCHI MATA"**, presentada por el alumno **JOSÉ FABIAN TLAHUEXT ACA** con número de matrícula **10019699**, quien cursó la Especialidad en Entrenamiento y Desarrollo del Rendimiento Deportivo en la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Sirva lo anterior para que dicho dictamen permita continuar con los trámites administrativos correspondientes para su titulación y de esta manera obtener su Diploma.

**ATENTAMENTE**

**COMISIÓN REVISORA**

No.	NOMBRE	VOTO	FIRMA
1	Mtro. Juan Salvador Gómez Miranda	Aprobado	
2	Dr. José Antonio Marban Salgado	Aprobado	Jose Antonio M.S.
3	Mtro. Rodrigo Meza Segura	Aprobado	
4	Mtro. Arturo Torres Jiménez	Aprobado	Arturo Torres
5	Mtro. Eduardo Quintín Fernández	Aprobado	

"Por una Profesionalización Académica en la Cultura Física y en el Deporte"

**UA  
EM**

Av. Universidad # 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca; Morelos. C.P. 62209  
Teléfono (01) 777-329-71-02 correo: fcd@uaem.mx

Una universidad de excelencia

RECTORÍA  
2017-2023

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS**

Le dedico este trabajo a mis padres: Cecilia y Hugo, ya que, con su ejemplo, de trabajo, amor, constancia, responsabilidad, tanto en la academia y como prioridad a sus hijos, he logrado concluir con una fase más de mi desarrollo académico como laboral.

A mis hermanos, Adrián y Hugo, ya que sin todas las charlas, consejos y opiniones no hubiera podido seguir adelante tanto en mi vida académica, laboral y personal.

A mi hija ZYANYA porque sin su amor e inspiración no hubiera tomado la decisión de seguir mejorando mi formación académica para brindarme un mejor futuro y más aún un mejor futuro para ella. A Dulce ya que sin su paciencia en mi ausencia con mi hija por estar formándome me ha ayudado a mantener el ritmo de estudios.

A mis profesores de nivel licenciatura y especialidad, ya que sin su apoyo no hubiera concluido ambas etapas, de antemano muchas gracias por consejos, opiniones y paciencia por enseñarme sobre lo teórico como práctico.

A mi director de tesis CHAVA y MARCO FREDY por los consejos académicos y laborales para continuar creciendo en ambas partes.

Al director de la facultad, Lic. Vicente Ramírez Vargas, por la oportunidad de incorporarme a esta especialidad en situación extemporánea y animarme para seguir adelante, así como brindarme el apoyo necesario para obtener experiencias que me han ayudado en lo laboral.

A todos mis amigos y compadres que tengo, gracias por escucharme, apoyarme regañarme y motivarme inconscientemente cada palabra me ha ayudado, gracias: Zamu, Garfias Güero, Güero 2, Yafte, Muñeco, Muñeco 2.

Al personal administrativo que me brindo el apoyo y guía para concluir con este proyecto de vida.

## INTRODUCCIÓN

La biomecánica deportiva brinda parámetros de medición, que permite a los entrenadores o profesionales a fin en el área de la actividad física, evaluar un gesto o movimientos en una técnica deportiva, para determinar si existe algún fallo u oportunidad de mejora en una técnica en cualquier deporte, así como evitar alguna lesión posible a nivel muscular o articular.

Existen en la actualidad diferentes softwares que permiten analizar el movimiento, que van desde los más sofisticados (análisis de movimiento en 3D) que conllevan un elevado costo, hasta los más austeros (análisis de movimiento en 2D) con una inversión casi nula en costo. El software Kinovea es una de ellos, es un programa gratuito que permite analizar en 2D los movimientos de un deportista que esto beneficia ya que, al segmentar en movimiento en fases, permite al entrenador determinar si el gesto técnico es adecuado para el deportista.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, a la selección de judo de dicha universidad, en diferentes divisiones de peso y las dos categorías presentes en competencia (femenil y varonil), se muestra la forma de analizar la técnica deportiva así como el método que se utiliza para realizar dicha investigación, el trabajo permite al lector recrear la forma de utilizar el kinovea y su forma de grabación para evaluar diferentes técnicas deportivas a fines al deporte judo como de otras disciplinas.

Se muestra la evaluación de cada judoca evaluado, tomas parámetros como ángulos de extensión y flexión de articulaciones primarias de movimiento, trayectoria de centro de gravedad y por último puntos de apoyo donde el judoca aplica la mayor cantidad de fuerza, estos se evalúan y se contrastan contra la realización de la misma técnica en tres judocas especialistas en dicha técnica a nivel internacional, digitalizando el video obtenido por una plataforma web.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	3
ÍNDICE.....	4
MARCO TEÓRICO .....	7
ANÁLISIS BIOMECÁNICO .....	7
BIOMECÁNICA .....	7
Análisis cinemático .....	7
Análisis cinético .....	8
Análisis dinámico.....	8
Análisis estático.....	8
FUNCIÓN.....	8
JUDO.....	9
DEFINICIÓN.....	9
ASHI WAZA.....	10
UCHI MATA.....	10
JUDO UN DEPORTE DE COMBATE REGLAS Y TÉCNICA.....	11
Técnica de en Judo.....	12
GESTO TÉCNICO.....	12
KINOVEA.....	13
SOFTWARE DE ANÁLISIS.....	13
REQUERIMIENTO TÉCNICOS.....	13
CONSIDERACIONES ESPECIALES.....	13
ANÁLISIS .....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
Justificación .....	15
Objetivo General .....	16
Objetivo Especifico.....	16
Metodología .....	16
Obtención de datos.....	16
Sujetos.....	16
Criterios de inclusión.....	16

Criterios de exclusión.....	17
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN .....	17
Técnicas e Instrumentos.....	17
Técnicas.....	17
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	17
Obtención video gráfica. ....	17
Obtención de video e imágenes.....	18
RESULTADOS.....	19
Judoca 1.....	21
Plano sagital .....	21
Plano coronal.....	27
Judoca 2.....	30
Plano sagital .....	30
Plano coronal.....	36
Judoca 3.....	39
Plano sagital .....	39
Plano coronal.....	43
Judoca 4.....	46
Plano sagital .....	46
Plano coronal.....	49
Judoca 5.....	51
Plano sagital .....	51
Plano coronal.....	54
Judoca 6.....	56
Plano sagital .....	56
Plano coronal.....	60
Judoca 7.....	62
Plano sagital .....	62
Plano coronal.....	65
CONTRASTE.....	68
MAESTRO JUDOCA 1 .....	68
MAESTRO JUDOCA 2 .....	71

MAESTRO JUDOCA 3 .....	79
Análisis de resultados .....	84
.....	86
Discusión .....	86
Conclusiones .....	87
BIBLIOGRAFIA.....	88

# MARCO TEÓRICO

## ANÁLISIS BIOMECÁNICO

### BIOMECÁNICA

El termino biomecánica se le acuñan diferentes significados y esto sirve para poder determinar su aplicación ya sea en el área deportiva o de la salud, por lo tanto, ha sido definida de muchas maneras(Ramón, 2010):

Las bases mecánicas de la biología, la actividad muscular, el estudio de los principios y relaciones implicadas.

La aplicación de las leyes mecánicas a las estructuras vivas, especialmente al aparato locomotor del cuerpo humano.

Es la ciencia que examina las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano y el efecto que ellas producen.

La biomecánica es una disciplina que se deriva de la mecánica clásica, un área de la física, la cual se encarga de estudiar el movimiento y el efecto de la fuerza de un objeto o un organismo vivo (coldeportes.)

Siguiendo las definiciones anteriores podemos decir que la biomecánica aplicada al deporte, es el estudio de las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano y el efecto que estas producen en una técnica o un gesto motor específico a alguna actividad deportiva, por lo tanto, el uso de algún implemento que sea necesario en algún deporte modificara el gesto motor, a fin de buscar la eficiencia del movimiento. Dicho movimiento se puede evaluar mediante el uso de sistemas computacionales, para este fin existen diferentes sistemas que permiten estudiar el movimiento en diferentes conceptos u objetivos, parte de ahí los análisis cinemáticos y cinéticos del movimiento

Las ramas de la biomecánica componen y brindan objetivos específicos de estudio para el análisis de movimientos estos se clasifican en:

1. Análisis cinemático
2. Análisis cinético
3. Análisis dinámico
4. Análisis estático
5. Análisis cinemático

### Análisis cinemático

Este análisis estudia el movimiento sin estudiar las causas que generan dicho movimiento, por lo tanto, solo aborda el movimiento de las estructuras del cuerpo humano que se ponen en movimiento, estudia como parámetros, el espacio (lugar donde se mueve un punto), tiempo (escala para contabilizar cuánto dura una acción).



Este se divide en diferentes objetos de estudio, cuantitativo y cualitativo, el primero determina o precisa la cantidad y porcentaje de los componentes de un sistema en movimiento, y el segundo se divide en nominal y evaluativa, que identifica los componentes del movimiento y el segundo, determina el valor de los componentes del movimiento, mediante la comparación o apreciación del movimiento.

### **Análisis cinético**

Este análisis brinda los parámetros por los cuales se ejerce un movimiento sin abordar el movimiento como tal, dicho estudio indaga en la fuerza aplicada y la masa del cuerpo u objeto en movimiento, obteniendo las fuerzas internas (lo que brinda el movimiento) y como estas vencen o influyen en las fuerzas externas tales como la gravedad y la fuerza de fricción que se oponen al movimiento.

### **Análisis dinámico**

Dicho análisis se enfoca a realizar un estudio completo sobre las causas que provocan que un cuerpo se mueva y el movimiento, el resultado es un estudio completo para analizar las causas y resultados del movimiento.

### **Análisis estático**

Dicho análisis se enfoca al estudio de las fuerzas que permite que un objeto o cuerpo se mantenga en equilibrio, para esto su campo de aplicación es extensa ya que existen deportes que su principal función sea mantener en equilibrio tales como la gimnasia artística que exigen momentos en los cuales los deportistas se mantengan en equilibrio durante un evento o en algún aparato en específico.

## **FUNCIÓN**

Actualmente los entrenadores son continuamente confrontados a problemáticas relacionadas con la ejecución de técnicas usadas en varios deportes a los cuales ellos están especializados. En años anteriores se dieron a conocer resultados de ciertos atletas que imponían récords mundiales tales como Asafa Powell, estos récords que él dejaba atrás suponían que nadie los podía alcanzar, hasta que llegaron las siguientes generaciones, así mismo la ciencia se dio a la tarea de estudiar el cuerpo de este atleta para buscar los ¿por qué? De que este récord fuera roto. Posteriormente al paso de los años aparecen nuevos atletas con diferentes capacidades físicas de las cuales actualmente sorprende, y por ende se dan a la tarea de estudiarlo a fondo, no solo en la técnica si no en su complexión corporal (Ramón, 2010).

Una de las preguntas que se deben resolver ante estos nuevos récords es, ¿cómo determinar cuáles o cual es la causa que determinan estos resultados? Así como, ¿cuáles son los factores limitantes o que factores pueden ser copiados por otros atletas?

Así mismo el desarrollo del nuevo equipo produce un cambio en la técnica, tales como el cambio de material en la pértiga en el salto con garrocha, los diferentes tipos de materiales usados en la elaboración de la raqueta en el tenis, etc. ¿Cómo

educadores físicos o dicho en su mejor manera los entrenadores físicos pueden definir la técnica más eficiente bajo las nuevas reglas o bajo los nuevos equipos?, de nuevo la biomecánica provee las bases para la toma de decisiones(Ramón, 2010).

La biomecánica brinda parámetros observacionales si solo se ocupa una videografía sin descripción, así el entrenador puede determinar si un gesto es correcto o requiere de mejoría, desde este punto la kinesiología (estudio de movimiento) ya forma parte de la biomecánica, por esta razón los entrenadores han requerido de esta herramienta para la mejora continua del atleta.

El poder observar el movimiento desde un punto de vista cinemático brinda herramientas al entrenador que le permite, realizar una metodología de entrenamiento en específico de fuerza, ya que esta capacidad es considerada la capacidad madre para el movimiento, ya que la carencia de esta puede afectar toda la estructura del movimiento, por ejemplo, si un jugador de tenis al realizar un revés, su centro de gravedad no se mantiene en equilibrio por falta de musculatura en el Core, este puede llegar a sufrir una lesión a nivel articular, o a nivel de la articulación del codo, brindando lesiones muy conocidas, como la epicondilitis y epitrocleitis, por lo tanto los usos de la biomecánica en el deporte son numerosos, pero para esto debemos seleccionar las herramientas y softwares adecuados para realizarlos.

Dentro del estudio biomecánico o kinesiológico existen herramientas con softwares diferentes que cada uno brinda diferentes factores de estudio del moviente, así como antes se mencionó se puede analizar dos estudios principales, el cinético y el cinemático, para el estudio cinético existen programas que conllevan altos costos de material como el sistema VICON, pocas instituciones tiene acceso a este programa, para eso se ha tenido que utilizar programas gratuitos como lo son SkillSpector y kinovea, software que permite analizar el movimiento pero solo en aspecto cinemático, y por ende es la función que más se ha utilizado a lo largo del tiempo.

## **JUDO**

### **DEFINICIÓN**

La palabra judo proviene de dos términos japoneses “JU”, que significa *No Resistencia*, y “DO” *Camino o método*. El judo es el camino de la no resistencia. Creador por el profesor Jigoro Kano a finales del siglo XIX. Jigoro kano se basó en el arte marcial denominada Jujitsu, en esta arte el profesor Kano observo algunos aspectos negativos y posteriormente lo adapto para que pudiera servir como un método de la enseñanza de la educación física y una forma de desarrollo cultural para su pueblo y el resto del mundo (Sariola, 2008).

## **ASHI WAZA**

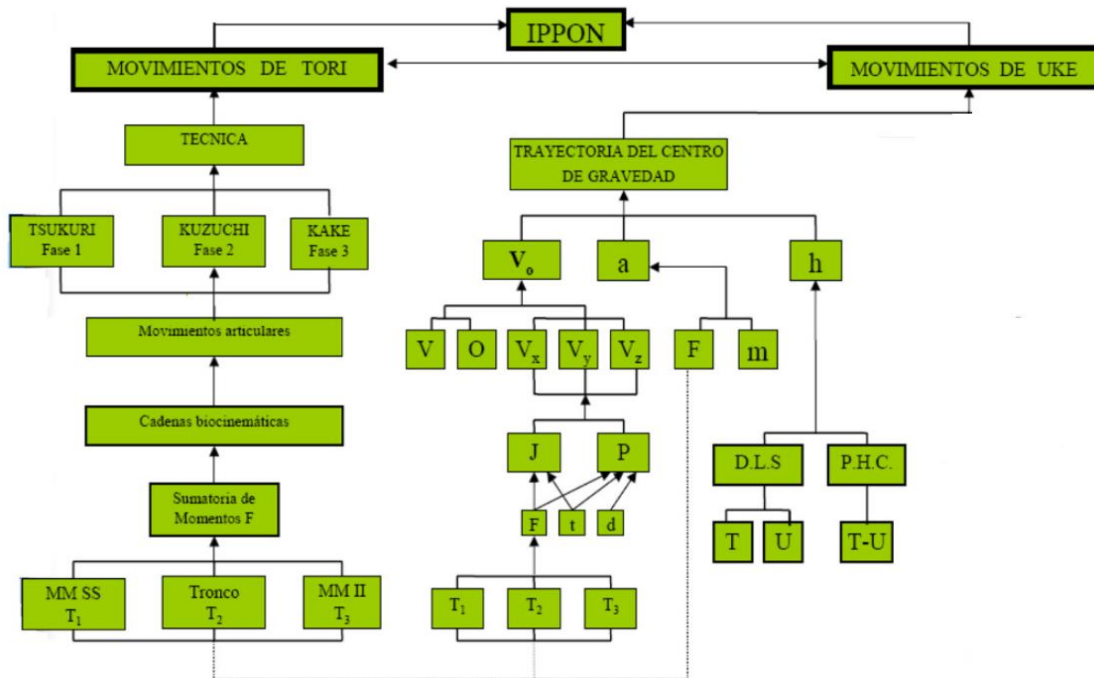
La escuela Kodokan funge como sede o más bien llamado la universidad del judo, postula una clasificación para técnicas de proyección, técnicas de control, técnicas de luxación y por último técnicas de estrangulamiento. Dentro de las técnicas de proyección se encuentra las técnicas de ASHI WAZA que por su significado se refieren a las técnicas de proyección con la pierna, esta clasificación cuenta con 21 técnicas de las cuales UCHI MATA es la penúltima, se encuentra en este lugar debido a que el desarrollo y las perfección del aprendizaje de esta técnica requiere de mucho tiempo para un dominio completo, además de ser muy vistosa a los ojos de los espectadores, es la técnica más usada por el JUDO japonés. (FIGUEROA, n.d.)

## **UCHI MATA**

La técnica de uchi mata se deriva de una palabra japonesa en la cual, *UCHI* significa “interior o adentro” y *MATA* que significa “muslo o ingle”, propiamente podemos decir que significa “proyección por la parte interna del muslo”. Dicha técnica aparece publicada en 1911 por el colegio “Te koku Shobu Kai”, dicha escuela identifica diferentes formas de ejecutar el UCHI MATA, “Ko uchimata”, “Taka uchimata” y “O uchi mata”.

Actualmente, la técnica de UCHI MATA es una técnica perteneciente al grupo de técnicas de pierna “ASHI WAZA” según la clasificación de “KODOKAN” (1999), aunque algunos difieren de esta clasificación, Okano (1976), Kudo (1988) la clasifican como una técnica perteneciente al grupo de técnicas de cadera (KOSHI WAZA), visto por la acción de la cadera en la ejecución hacia el oponente (Suarez, 2009).

Adaptado del modelo biomecánico de Ramón y Zissu, 1997



### JUDO UN DEPORTE DE COMBATE REGLAS Y TÉCNICA.

Todo buen deportista de judo, le dan el derecho de conocer todas las reglas de ese deporte. Se celebran en espacios cerrados y existe 7 categorías de peso: para Hombre y mujer

Hombres	Mujeres
60 kilogramos.	48 kilogramos.
66 kilogramos.	52 kilogramos.
73 kilogramos.	57 kilogramos.
81 kilogramos.	63 kilogramos.
90 kilogramos.	70 kilogramos.
100 kilogramos.	78 kilogramos.
+100 kilogramos.	+78 Kilogramos.

Los participantes son juzgados según su tracción y empuje y empuje tracción, a la hora del combate, la finalidad de ello es conseguir una proyección (nage waza) del adversario, así el competidor es derribado en el tatami. Cuando el competidor está en el suelo ven la forma de inmovilización (Osae komi waza) si es la forma correcta, en el suelo se ve la estrangulación (Shime Waza) el objetivo es conseguir un ippon que significa punto para el vencedor.

Los competidores se controlan manualmente de las mangas o de la solapa del kimono. El judoka que tiene más práctica en este deporte aprovecha cualquier error del rival para ponerlo en una situación complicada.

## **Técnica de en Judo.**

En judo hay una técnica que se llama Oro, por ejemplo, si hay un empate, señalan esta técnica de oro para seleccionar al ganador, el cual será el primero en realizar un punto, ya sea por ippon o wasa ari. Y también podría perder si comete un Shido.

Técnicas más usadas del Nage waza son:

1. De ashi-barai (barrido de pie adelantado)
2. Uchi-mata (proyección con el muslo interno)
3. O-soto-gari (gran siega exterior) Harai-goshi (proyección con barrido de cadera)
4. Seio-nage (proyección por los hombros)
5. Hane-goshi (proyección por encima de la cadera)
6. Ura-nage (proyección hacia atrás levantando)

El competidor o participante realiza proyecciones realiza la acción y lleva la iniciativa, cuando cae al suelo, acaba tomando al rival envolviéndose junto con su rival y aprovecha la misma inercia al caer para tener un resultado positivo.

Puntuación en este deporte. basta si alguno de los peleadores logra hacer un ippon para que el combate finalice. esta técnica consiste en proyectar al rival, aquí se utiliza fuerza y velocidad. efectuando control por 20 segundos sobre su oponente

## **GESTO TÉCNICO**

Todo movimiento corporal es necesario para manejar y controlar herramientas, máquinas, instrumentos, etc., a este tipo de movimiento se le conoce como gesto técnico (Tecnología 18, 2012).

Las funciones principales de los gestos técnicos son:

1. Conocer cómo se manejan las herramientas.
2. Crear conciencia sobre cómo mejorar o transformar las herramientas y maquinas que se operen. Los elementos considerados para su caracterización son:
3. Movimiento Corporal: que se efectúa al realizar una acción sobre una maquina o herramienta.
4. Potencia: es el grado de fuerza ejercida al realizar una acción para manejar una maquina o herramienta.
5. Precisión: es la exactitud con la que se lleva a cabo un movimiento corporal o gesto técnico.
6. Complejidad: es el grado de dificultad para realizar el gesto técnico o movimiento corporal.
7. Estratégicas: son aquellas que involucran un análisis previo ante la toma de decisiones.

8. Las Acciones de Control: son aquellas que permiten una conectividad y comunicación entre las acciones estratégicas y las instrumentales.
9. Las Acciones Instrumentales: son aquellas que organizan los métodos adecuados para llevar a cabo una acción con el debido control.

## **KINOVEA**

### **SOFTWARE DE ANÁLISIS**

el software kinovea es un editor de video para el deporte que analiza imágenes (propiedades deportivas para determinar fallos y posibilidad de mejora de técnica (Sergio Ávila y otros, citado por Mocha Bonilla, 2012, p.17).

Dicho anteriormente el software kinovea nos brinda herramienta de medición, tales como ángulos de flexión y extensión de articulaciones, medición de trayectoria con parámetros de velocidad de desplazamiento y distancia, así como colocar marcadores que hacen referencia a dar un énfasis en algún gesto o articulación en específico.

Para realizar una videografía para su posterior análisis de kinovea, se requiere de un área de grabación en la cual se deben colocar marcadores de distancia para la edición del video en dicho software.

### **REQUERIMIENTO TÉCNICOS**

computadora con Microsoft Windows 10.0 actualizado, el peso es de 17 MB, por lo que se necesita como un mínimo una computadora DE 500 MB de disco duro

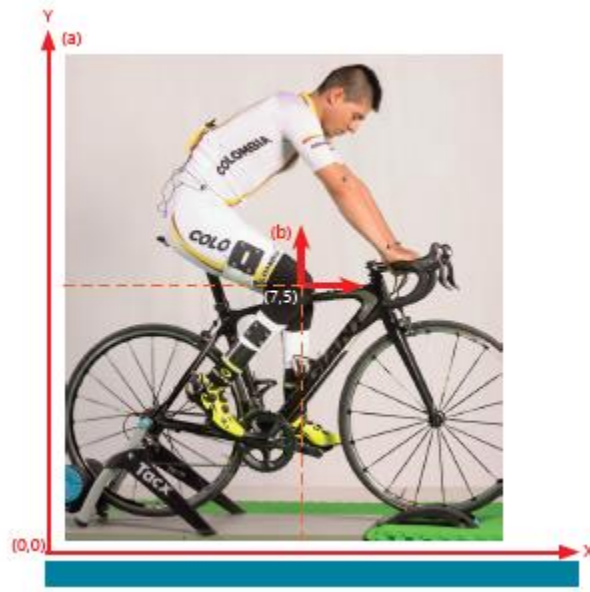
### **CONSIDERACIONES ESPECIALES**

Algunas de las ventajas que nos brinda este sistema son:

- Compara y sincroniza dos videos de forma simultánea
- Se pueden realizar comentarios, marcar la trayectoria de un objeto
- Puede ampliar partes del video, para tener una mayor visualización

### **ANÁLISIS**

Se basa en colocar marcadores en el cuerpo y poder medir los ángulos de flexión o extensión de una articulación (ver imagen 1.0), los marcadores ayudan a colocar en el software los puntos en los cuales se requiere medir el ángulo de la articulación, de este modo en diferentes fases de la técnica se puede medir la misma articulación y diferentes ángulos.



(imagen 1.0)

Fuente: Centro de Ciencias del Deporte, Coldeportes

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el sistema de análisis de movimiento prioritario para el estudio en atletas de alto rendimiento es el sistema VICON, este sistema nos ofrece una captura de movimiento en tiempo real, mostrándonos un “avatar” y así estudiar cada movimiento registrado por una serie de cámaras instaladas. Uno de los inconvenientes de este sistema es el elevado costo, lo que hace que muy pocas instituciones puedan acceder a él.

En la UAEM no existe un estudio de análisis de movimiento en seleccionados de judo, por ende, no se conocen los gestos técnicos, trayectorias de segmentos corporales, ángulos de flexión de articulaciones, entre otras variables que son indispensables para poder corregir errores y en el mejor de los casos mejorar dicha técnica.

En México existe poca difusión de deportes como el judo, así mismo dentro de la UAEM poco se ha promovido este deporte lo que ha generado que muy pocos estudiantes participen. A nivel del campus universitario, existe un bajo rendimiento de nivel técnico en los judocas de la universidad, esto se refleja en los pocos resultados que ha obtenido la universidad en la universidad regional y nacional. Así mismo podemos aislar la problemática de los entrenamientos de judo, en total prestan 5 horas a la semana distribuidos en dos días, metodológicamente este tiempo es muy poco para un correcto desarrollo de la técnica, ya que se debe englobar el entrenamiento físico, así como la técnica y táctica, al no tener investigación sobre el judo, no existe manera de justificar el ampliar los espacios y el tiempo de entrenamiento de este deporte

Así mismo la UAEM no ha podido colocar a los judocas en un ranking nacional debido a la poca divulgación que se tiene a este deporte, tanto a nivel nacional, estatal, local, y en este preciso caso a nivel del campus universitario, existe un bajo rendimiento de nivel técnico en los judocas de la universidad, esto se refleja en los pocos resultados que ha obtenido la universidad en la universidad regional y nacional.

## **Pregunta de Investigación**

¿Cómo evaluar la técnica de judo mediante el uso de tecnología aplicada al deporte para el análisis de su eficiencia de la misma?

## **Justificación**

Definiendo el concepto de biomecánica como la ciencia que estudia la interacción de fuerzas (internas y externas), y como estas inciden en el cuerpo humano, esta ciencia brinda la posibilidad de análisis sobre alguna técnica deportiva y como potencializar para la mejora del entrenamiento tanto físico como técnico.

Para estudiar el movimiento humano, la biomecánica deportiva utiliza dos procedimientos: el análisis cuantitativo y el cualitativo. El análisis cuantitativo implica la descripción de los movimientos del cuerpo o sus partes en términos numéricos. Tal cuantificación de las características del movimiento ayuda a eliminar las descripciones subjetivas ya que los datos son obtenidos mediante el uso de instrumentos. El observador puede entonces usar esta cuantificación para explicar o describir la situación actual. Usualmente, este análisis tiene algunos inconvenientes como no ser económico por el uso de los instrumentos, requerir mucho tiempo o por la dificultad para llevar los instrumentos al campo.

Al observar el movimiento y estudiarlo, se podrá adquirir nuevo conocimiento sobre los judocas, lo que permitirá a los entrenadores proponer un entrenamiento con una dosificación específica para cada judoca para elevar el nivel técnico ya sea que se deba poner prioridad en el entrenamiento de las capacidades físicas condicionales o coordinativas.

Este estudio permitirá demostrar que problemas tienen al ejecutar la técnica y así posteriormente realizar una metodología de la enseñanza que nos permita que el judoca iniciante aprenda de manera más eficaz este gesto técnico, así mismo elaborar un plan de entrenamiento de las diferentes capacidades físicas condicionales y coordinativas para que sea mucho más sencillo el aprendizaje de dicha técnica.

Actualmente la técnica uchi mata se le reconoce por el método de enseñanza japonés (kodokan) como la técnica de los reyes, esta técnica ha brindado mejores resultados en competencia ya que su ejecución al ser muy eficiente ha logrado obtener el mayor puntaje, debido a que si se aplica de manera eficiente es casi imposible encontrar un contra movimiento en defensa de esta técnica. Si los



judocas seleccionados UAEM logran corregir errores en la ejecución se podrán obtener mejores resultados en participaciones en torneos locales y mayormente nacionales.

### **Objetivo General**

- Determinar la eficiencia del uso de kinovea para evaluar el rendimiento técnico de un judoca

### **Objetivo Especifico**

- Determinar errores técnicos en la ejecución de la técnica de uchi mata
- Determinar que gestos técnicos se deben mejorar
- Determinar si el Kusushi es el apropiado para la técnica

### **Metodología**

Alcance del estudio exploratorio y descriptivo, transversal no paramétrico

Análisis cinemático de la técnica desde un punto de vista cualitativo tanto nominal como evaluativa.

### **Obtención de datos**

Se obtendrá una videografía con ayuda de dos cámaras colocadas en los planos sagital y coronal, el primero ubicado en el extremo izquierdo de tori, la segunda en la parte posterior de tori, esto nos permitirá obtener de manera clara los ángulos de flexión y extensión de la articulación implicada en el movimiento, así como observar hacia donde se desplazan y en qué punto apoyan las extremidades tori. Los parámetros que se obtendrán en la evaluación visual constan de cuatro criterios, kuzushi, tsukuri y kake, estos son los fundamentos para el correcto desarrollo del aprendizaje de la técnica en judo, el ultimo criterio será la evaluación total de la ejecución de uchi mata.

### **Sujetos**

Se considerará a toda la selección masculina de judo UAEM que cumpla con los criterios de inclusión establecidos para este proyecto

### **Criterios de inclusión**

Para la selección de muestra los requisitos para poder participar en este estudio serán:

1. Selección UAEM de judo
2. Tener mínimo 1 año de entrenamiento y haber participado en por lo menos 1 torneo de universiada nacional.
3. Tener entre 22 y 27 años de edad

4. No mostrar alguna lesión para la realización de este estudio
5. Aceptar participar en dicho estudio

### **Criterios de exclusión**

1. Tener alguna lesión
2. no cumplir con los requisitos de experiencia antes mencionados.

## **INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

### **Técnicas e Instrumentos**

#### **Técnicas**

Observación: movimientos de flexión y extensión de extremidades de los judocas, desplazamiento del centro de gravedad (cadera) de uke, así como el movimiento de las extremidades superiores de tori

#### **Instrumentos**

- Software Kinovea: herramienta de análisis de movimiento en 2D
- Cámara de video/fotográfica para plano sagital (celular Moto Z 3 Play)
- Cámara de video/fotográfica para plano coronal (celular Moto G 3 Play)
- Tri pie
- Laptop
- Marcadores
- Tatami

## **DESARROLLO DEL PROYECTO**

El presente estudio se llevara a cabo en el área de entrenamiento de judo (tatami) que se encuentra en el polideportivo número 2 de la UAEM, donde se realizaran 7 videografías con la ayuda de dos cámaras de video colocadas en dos planos, sagital y coronal, los judocas se encuentran en diferente divisiones de peso (-66 kg, -73 kg y +100 kg), también cuentan con un mínimo de un año de práctica del judo y participaciones en torneos obteniendo buenos resultados en dichas competencias.

A una señal auditiva tori debe ejecutar la técnica como si estuviera en competencia para obtener criterios reales para mejorarla en competencia.

#### **Obtención video gráfica.**

Se les pide a los judocas que porten playera y short de licra, ya que es más sencillo colocar los marcadores en todo el cuerpo. Los marcadores ayudarán a la digitalización del video en el software Kinovea, y servirán como guía para obtener

ángulos de flexión o extensión de las articulaciones, así como la posibilidad de seguir un segmento corporal y medir la velocidad de desplazamiento de dicho segmento

La videografía se obtendrá colocando a tori en el lado derecho (el que ejecuta la técnica) y uke lado izquierdo (al que se le aplica la técnica) en el centro del tatami de 4x4 metros, se colocaran dos cámaras, una en el plano sagital y el segundo en el plano coronal, posteriormente se ejecutara una señal auditiva para informar que se debe realizar la técnica como si fuera en competencia.

La distancia, así como la altura de la cámara junto con el tri pie, dependerá principalmente de la altura del judoca y el foco que tenga la cámara, por ejemplo, si el judoca mide 1.80 metros, el tri pie se debe colocar a una altura de 90 cm. Además, agregar que el tatami tiene un grosor de 5 cm. Por lo tanto, el foco de la cámara debe quedar a 95 cm.

La distancia donde se colocará la cámara, como antes se mencionó dependerá del foco de cada cámara, en el plano sagital la cámara se colocará a 2.80 metros de los judocas, y la cámara del plano coronal se colocará 2.50 m. (ver figura 1).

### **Obtención de video e imágenes**

La distribución de los materiales a ocupar estará acomodada de la siguiente forma:

1. El fondo de grabación será de una pared completamente plana y de un solo color, en esta misma se colocarán marcadores de referencia con una separación de 1 metro en los ejes x, y. formando un cuadrado
2. Sobre el tatami estarán colocados de fondo conos o platillos de color naranja a distancia de 1 metro.
3. Los judocas se colocarán 1 metro delante de dichos conos para ejecutar la técnica a la señal sonora.
4. La cámara montada en el tri pie, se coloca aproximadamente a 4 metros de distancia (el foco de grabación debe aparecer todos los objetos de referencia y a los judocas)
5. La altura de la cámara de grabación debe estar a la mitad de la altura del judoca que ejecutara la técnica.
6. Las grabaciones se realizarán en dos planos, sagital y coronal a fin de obtener los ángulos de flexión del brazo y pierna que en el plano sagital no permite ver

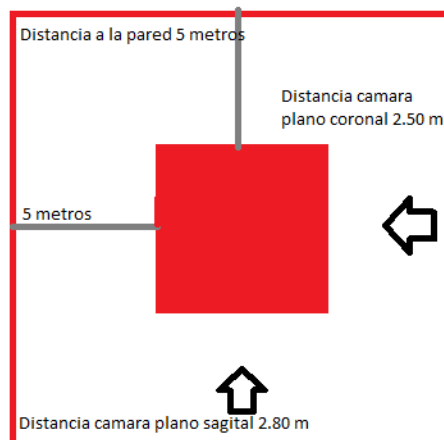


Figura 1  
Fuente: Elaboración propia

Análisis biomecánico. Se realizará con el software Kinovea, digitalizando el video, con este analizaremos velocidad de desplazamiento, velocidad de ejecución, ángulos de flexión de articulaciones, para determinar si la técnica ejecutada por el judoca es la más óptima, o de lo contrario, encontrar cuales son los criterios por los cuales debe mejorar el gesto motor.

Aspectos éticos. De acuerdo con la tesis realizada en la Facultad de Ciencias de Deporte, los datos personales, así como sus resultados obtenidos serán manejados de forma confidencial solo obteniendo acceso a ellos el entrenador de la selección de Judo UAEM, así como los sinodales y el tesista que realiza este protocolo.

## RESULTADOS

El primer criterio es realizar una medida de contraste, para esto la medida de existe entre cada cono es de 100 cm, esto se aplicará en la medida de un segmento del software.

Las videografías obtenidas se insertaron en el software kinovea, de esta manera se pudo realizar un análisis cinemático de la técnica, midiendo ángulos de flexión y extensión de las principales articulaciones implicadas en la técnica, así como puntos clave de en qué lugar y momento el judoca realiza un déficit de técnica. A continuación, se realizará un análisis descriptivo por fotograma donde se explica el déficit del movimiento. En primera instancia se realizarán los fotogramas del plano sagital y posterior al coronal. Se obtiene una tabulación en la cual se exponen ángulo de flexión y extensión, así como fotogramas que muestran los puntos de apoyo en los que tori (judoca que ejecuta la técnica) coloca sus extremidades para derribar a uke (judoca que cede a la técnica).

Cada extremidad de tori tiene una denominación y una función en específico, la mano que sujeta la manga del judogi de uke se le denomina hikite (mano que controla), este agarre ayuda al volcamiento de uke ya que guía todo el movimiento del cuerpo.

La mano que sujeta la solapa del judogi de uke se le denomina tsurite (mano que pesca), este agarre permite desplazar el centro de gravedad hacia arriba y acercar este al centro de gravedad de tori, ayudando a hacer más eficiente la técnica.

La pierna izquierda tiene la tarea de ser de apoyo en el tatami, así mismo, realiza una flexión y extensión que permite la aplicación de fuerza para elevar el centro de gravedad de tori y de uke

La pierna derecha que es la pierna que ejecuta la acción sobre uke, es la que con ayuda de la otra pierna eleva el centro de gravedad de uke así como se denomina la técnica uchi mata proyección por la ingle, es el punto donde se aplica la fuerza.

Se sigue la trayectoria del centro de gravedad de uke, tomando en cuenta la cinta que porta este mismo, en esta situación el software nos permite seguir el centro de gravedad y observar el movimiento, determinando si es correcto el kuzushi.

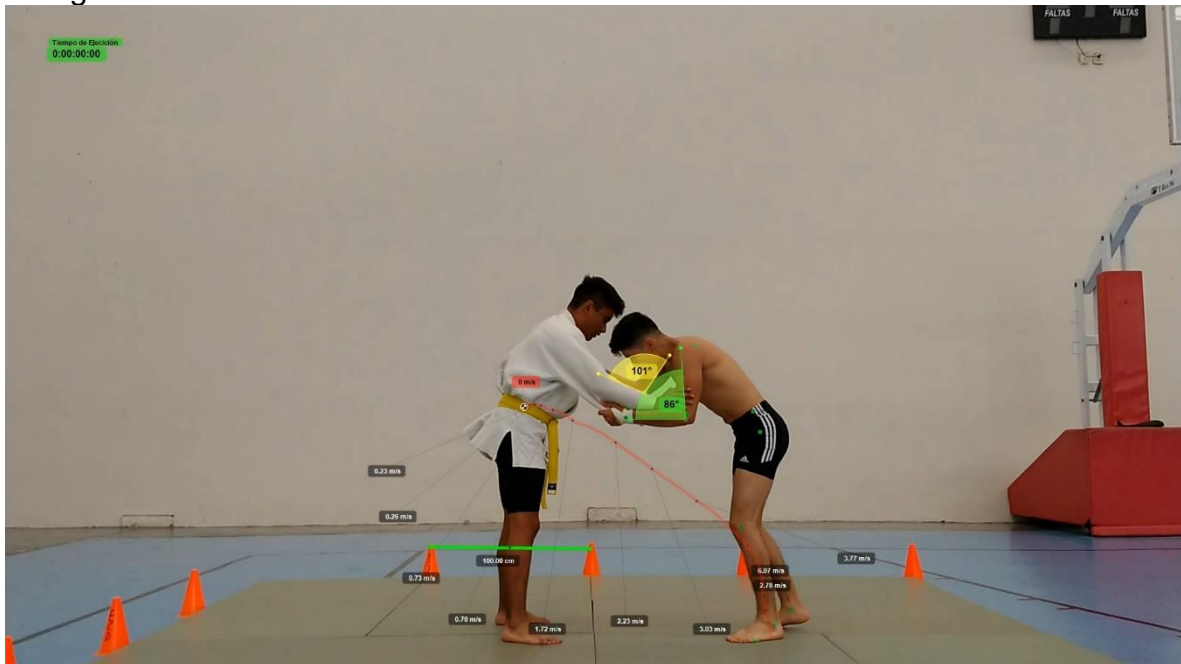
Por estas razones al ser un estudio cinemático (estudia el movimiento de tori a nivel articular y como este influye en uke para proyectarlo), analizares los movimientos y puntos de apoyo de estas extremidades.

A continuación, se muestra cada judoca por fotogramas en dos planos corporales, plano sagital y coronal en la parte posterior de tori.

Por último, se extrajeron videos de grandes maestros de judo de Japón y estados unidos, realizando la misma técnica, y un maestro de Japón realizando una técnica denominada hane goshi, que sigue el mismo principio, de la técnica uchi mata, de este modo, podremos observar si existen errores en la ejecución de los seleccionados UAEM.

## Judoca 1. Plano sagital

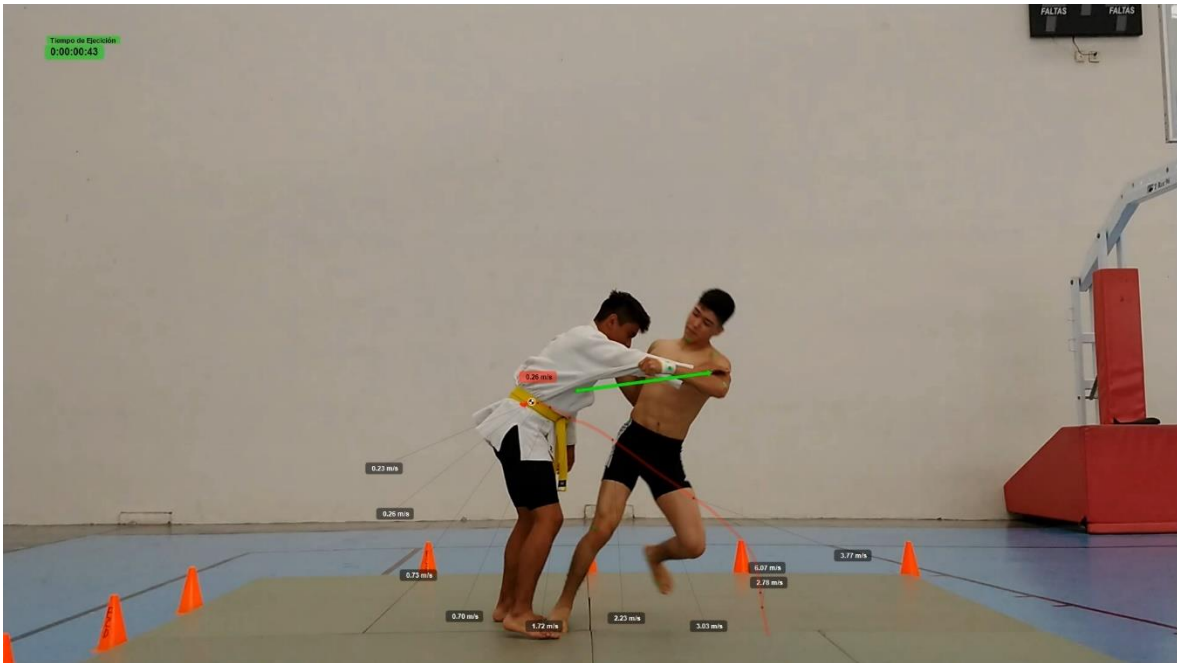
### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. El ángulo de flexión del brazo que sujeta la manga de uke, se encuentra con una flexión, esto disminuye la fuerza de aplicación a la hora de aplicar una fuerza hacia atrás y arriba a la hora de desplazar el centro de gravedad de uke.

## Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

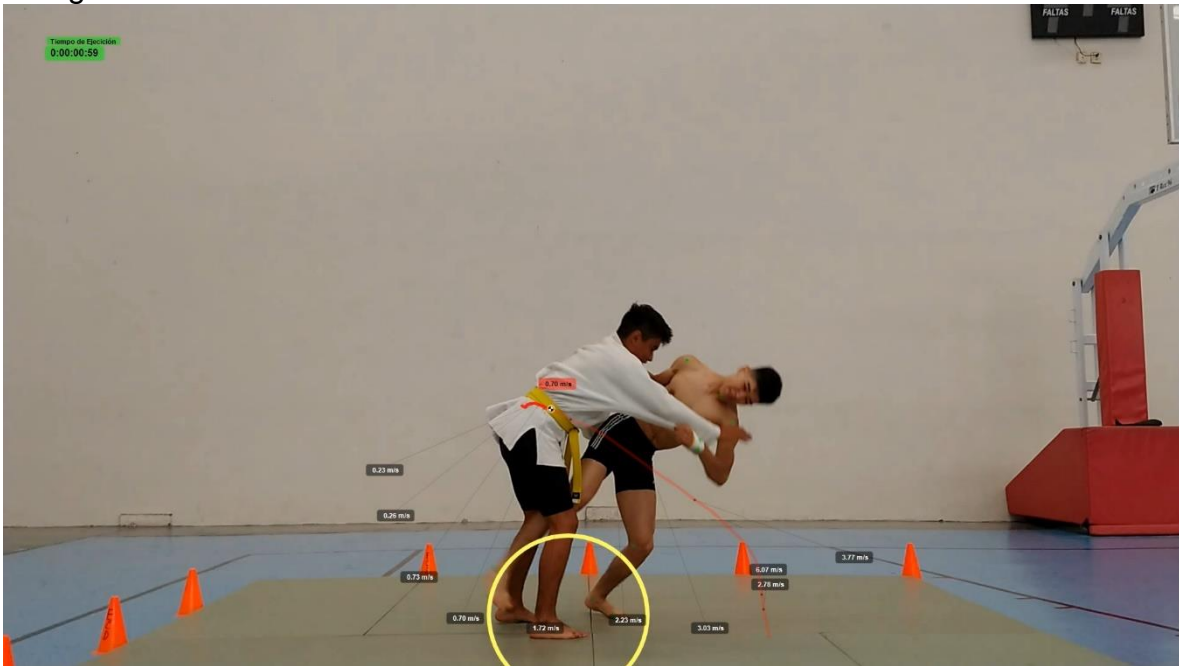


Fuente: Elaboración Propia

1. Al realizar el movimiento, se observa con ayuda de la flecha que el desplazamiento del centro de gravedad de uke es hacia adelante lo que se determina como en error ya que esto impide que el centro de gravedad (cadera como punto de apoyo) de tori, se coloque por debajo del centro de gravedad de uke, esto conlleva a generar más fuerza para elevar el centro

de gravedad, así mismo siguiendo la flexión del brazo que sujeta la manga de uke, no puede utilizar el mayor porcentaje de los músculos, ya que al no estar en competencia extensión, este solo utilizará el porcentaje que le resta para seguir flexionando el brazo.

Fotograma 3



Fuente: Elaboración Propia

1. Después de observar el movimiento del brazo que sujeta la manga se observa un cambio de dirección que apunta hacia abajo, haciendo más difícil elevar el centro de gravedad de uke.
2. En esta imagen se observa el lugar donde se coloca el punto de apoyo de la pierna izquierda de uke que se encuentra desplazado hacia el frente de uke, esto es un error ya que dificulta la estabilidad de tori, este punto de apoyo se debe encontrar entre las piernas de uke para así elevar su centro de gravedad con la pierna libre.



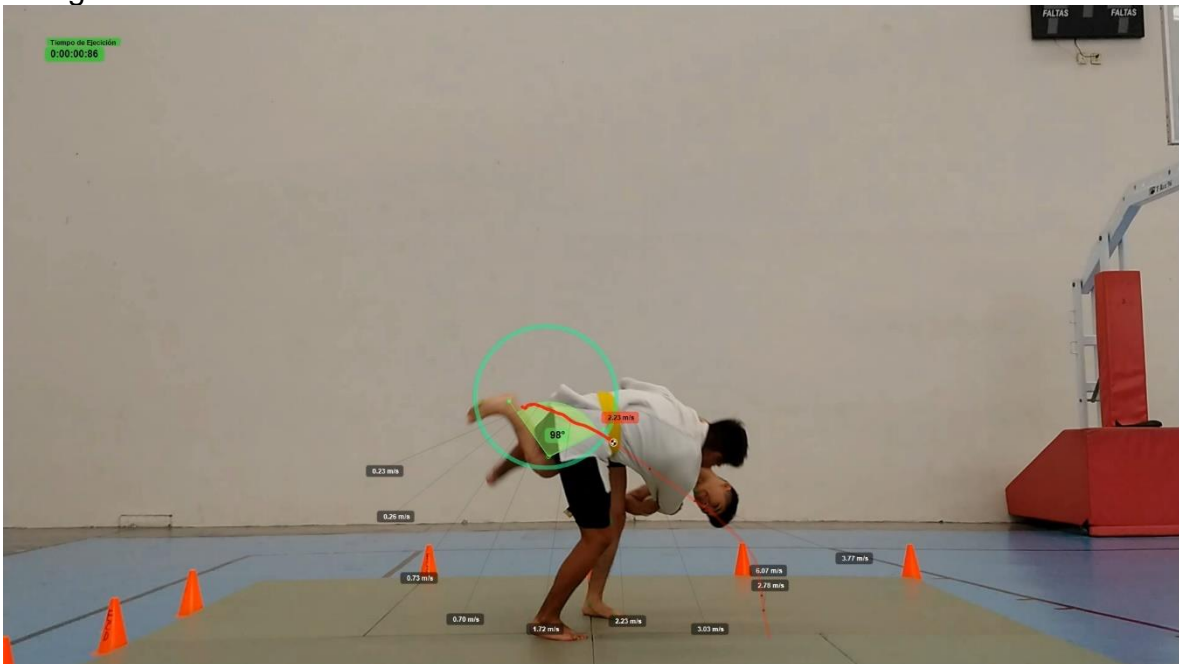
Fotograma 4

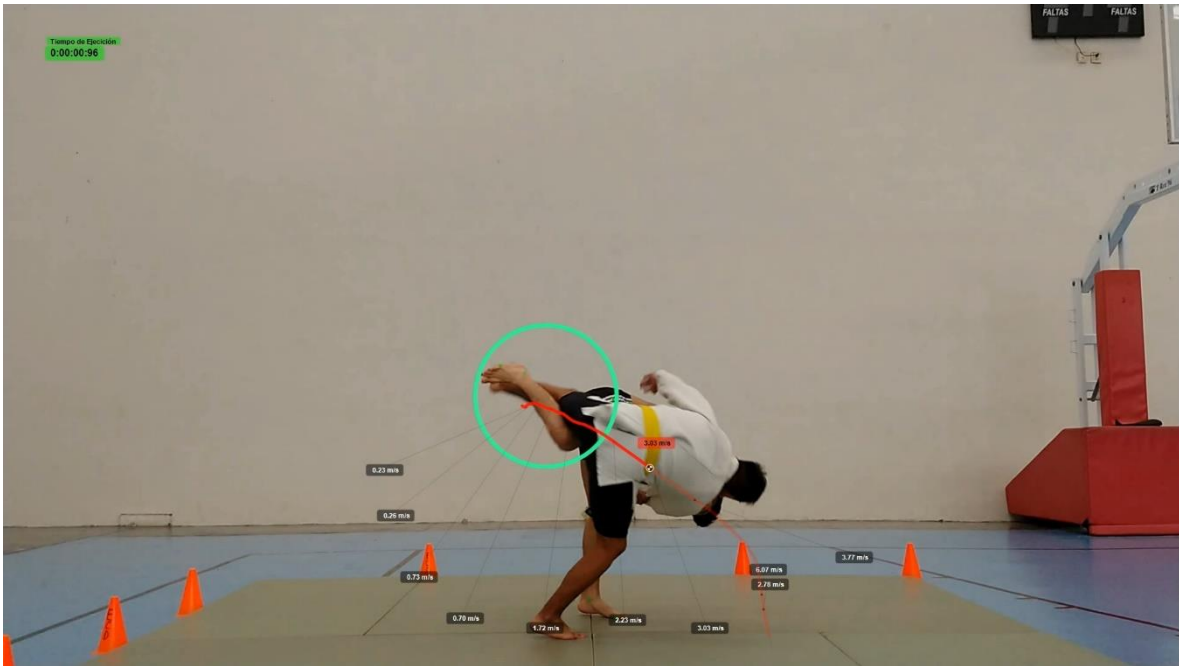


Fuente: Elaboración Propia

1. Se observa el ángulo de extensión de la articulación de rodilla y tobillo, las cuales permitirá a los músculos realizar una acción concéntrica en cuádriceps y gastrocnemio que permitirán una extensión de las articulaciones antes mencionada que pretenden elevar el centro de gravedad de uke

Fotograma 5





Fuente: Elaboración Propia

1. Se observa que la pierna de apoyo ha iniciado su extensión, pero la pierna de ataque que ayudara a elevar el centro de gravedad de uke se encuentra flexionada atrapando la pierna de uke e impidiendo que este pueda moverse libre para realizar la caída, debido a que tori carece de flexibilidad en la articulación coxofemoral.

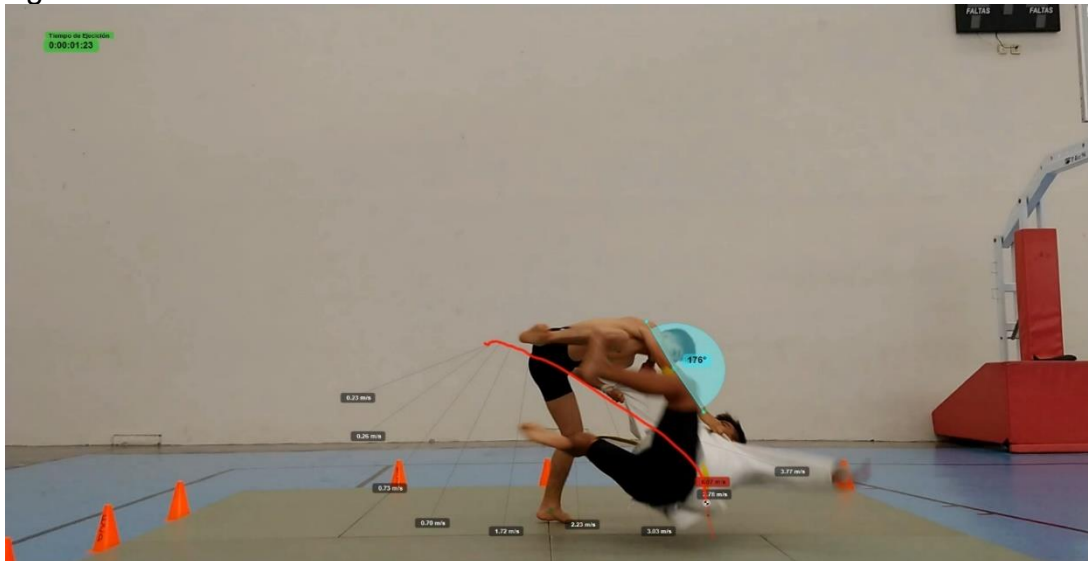
Fotograma 6



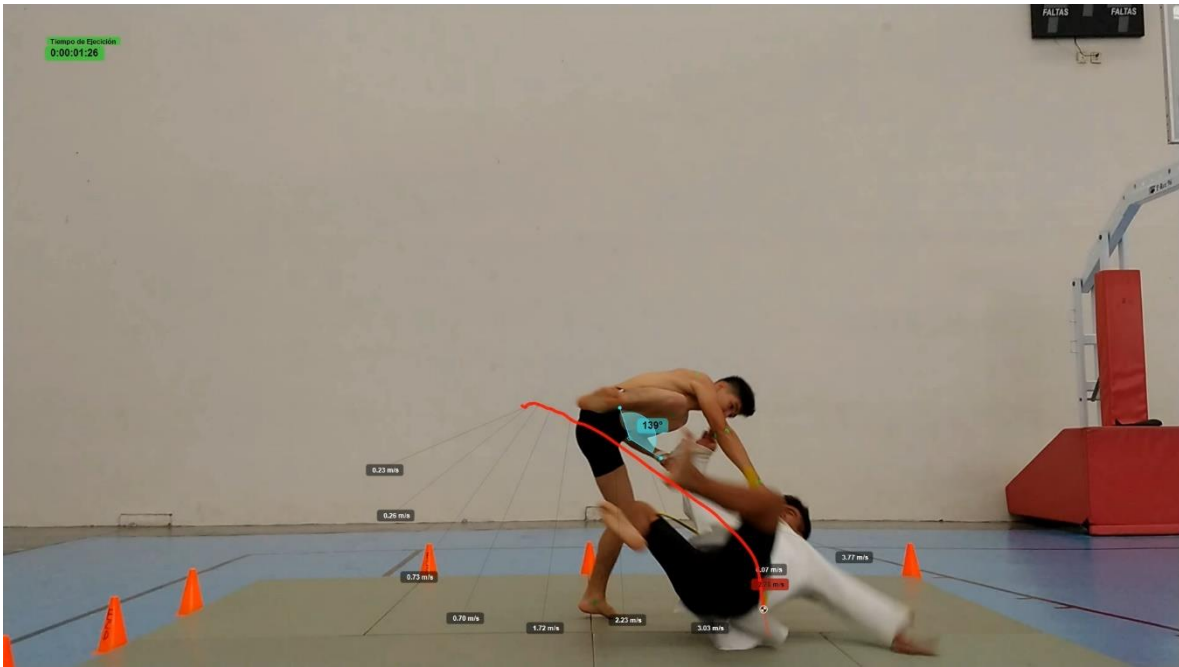
Fuente: Elaboración Propia

1. Se observa la pierna de ataque que mantiene una flexión y tori para liberar la pierna atrapada debe realizar una abducción de su pierna, así mismo la articulación de rodilla y tobillo no están en completa extensión, y por el movimiento de abducción antes mencionado el centro de gravedad de tori se mantiene en desequilibrio, activando musculatura auxiliar y estabilizadora de este, para evitar perder el equilibrio, con llevando a un gasto energético mayor.

Fotograma 7



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

1. Las dos imágenes nos brindan la trayectoria que siguió el centro de gravedad de uke el lugar donde termino la técnica, y como tori pierde el equilibrio al realizar la técnica, lo que conlleva que el centro de gravedad de uke solo se desplazó hacia arriba en un tiempo muy breve esto dificultando la realización de la técnica a tori, lo que conlleva un gasto energético mayor al requerido.

## Plano coronal

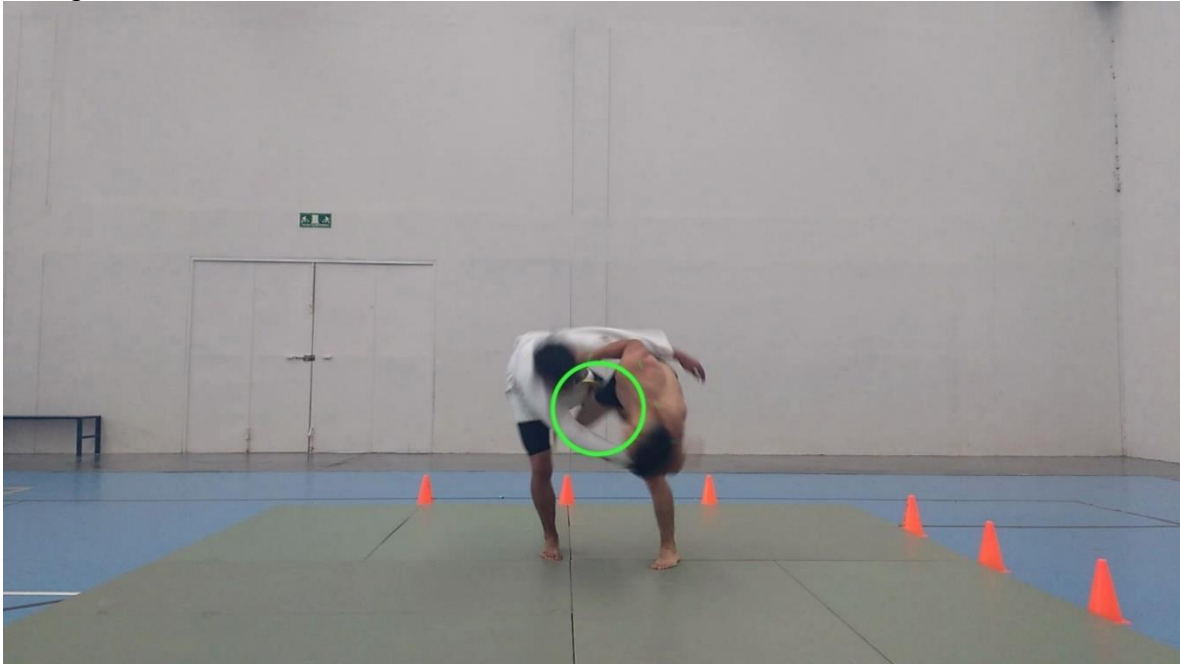
### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. El pie de apoyo se encuentra apoyado a un lado de la pierna de uke, esto desestabiliza el movimiento de tori, ya que todo el peso de tori va a recaer en la pierna que pretende elevar el centro de gravedad y posterior a esto debe compensar esa fuerza con la de los brazos.

Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. La pierna que ejecuta el movimiento del centro de gravedad se encuentra más cerca de la rodilla de uke lo que desestabiliza mayor el movimiento ya que se debe encontrar cerca de la ingle de uke

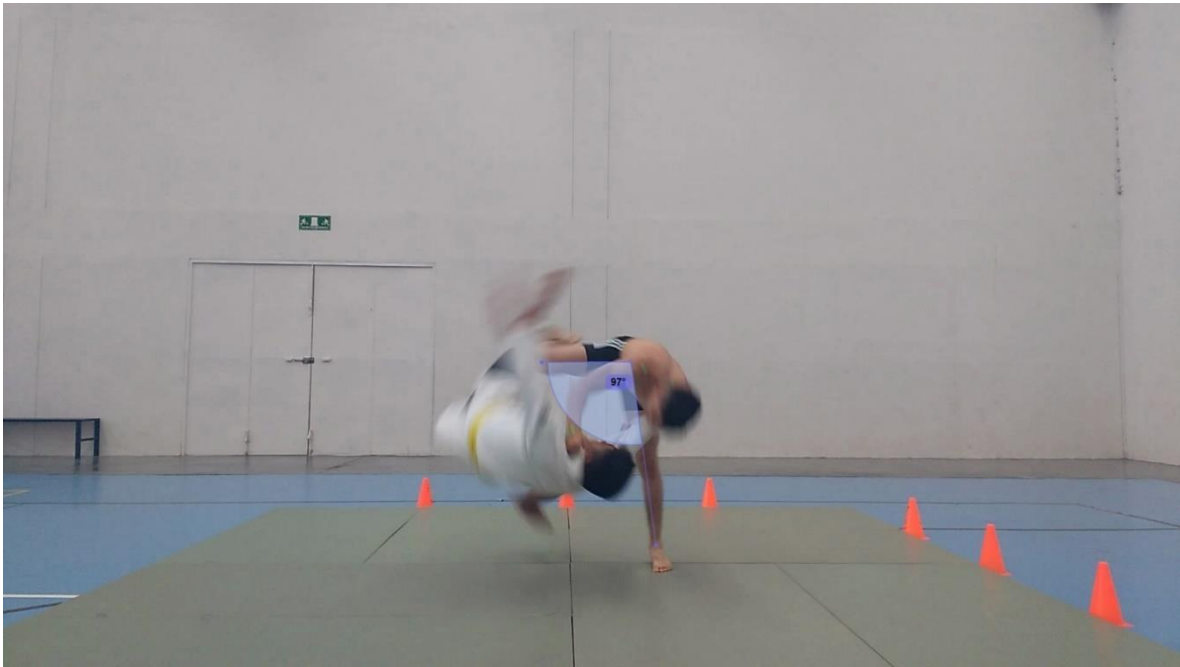
Fotograma 3



Fuente: Elaboración Propia

1. Para ejecutar el movimiento y compensar el peso y aplicar la fuerza necesaria tori realiza una flexión del brazo que sujeta la solapa de uke esto ayuda a desplazar a uke en una trayectoria circular

Fotograma 4

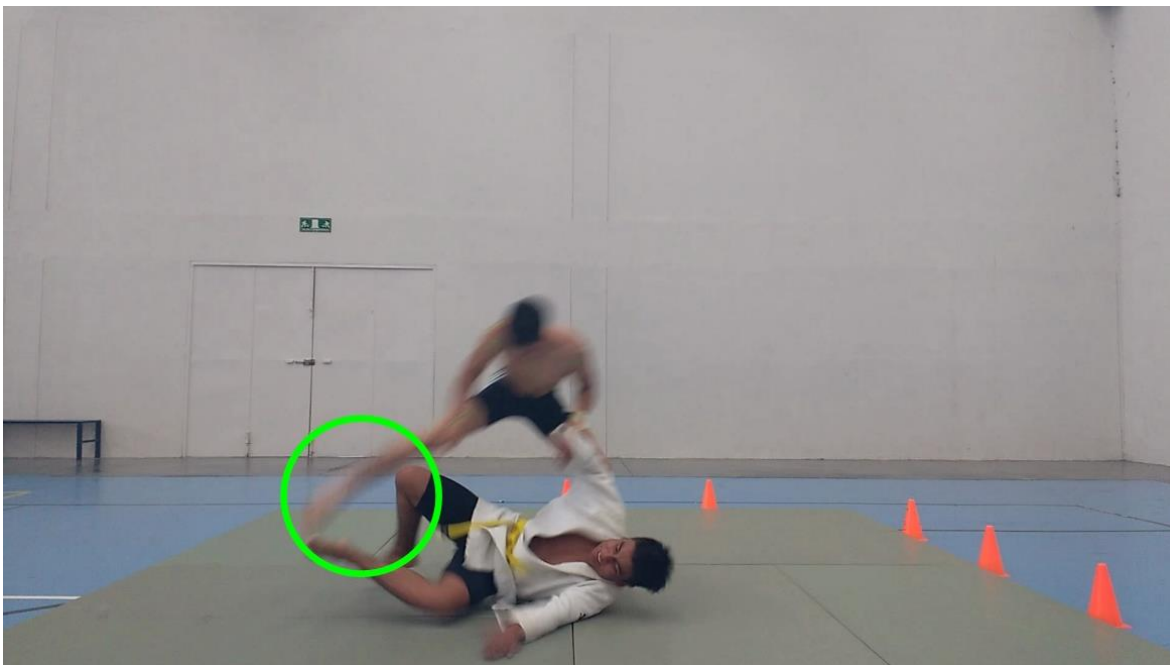


Fuente: Elaboración Propia

1. Para realizar la proyección o volcamiento del centro de gravedad de uke, tori realiza una abducción de la pierna que ejecuta el movimiento, debido al mal punto de apoyo de la pierna izquierda.



Fotograma 5



Fuente: Elaboración Propia

1. Al finalizar la acción de proyección tori debe recuperar el equilibrio ya que a los puntos de apoyo que tiene impiden mantener el equilibrio del centro de gravedad

## Judoca 2

### Plano sagital

Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. Al iniciar la técnica los brazos se encuentran en la leve flexión de 115 grados, esto limita la máxima aplicación de fuerza ya que no se encuentra en una extensión completa.

Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

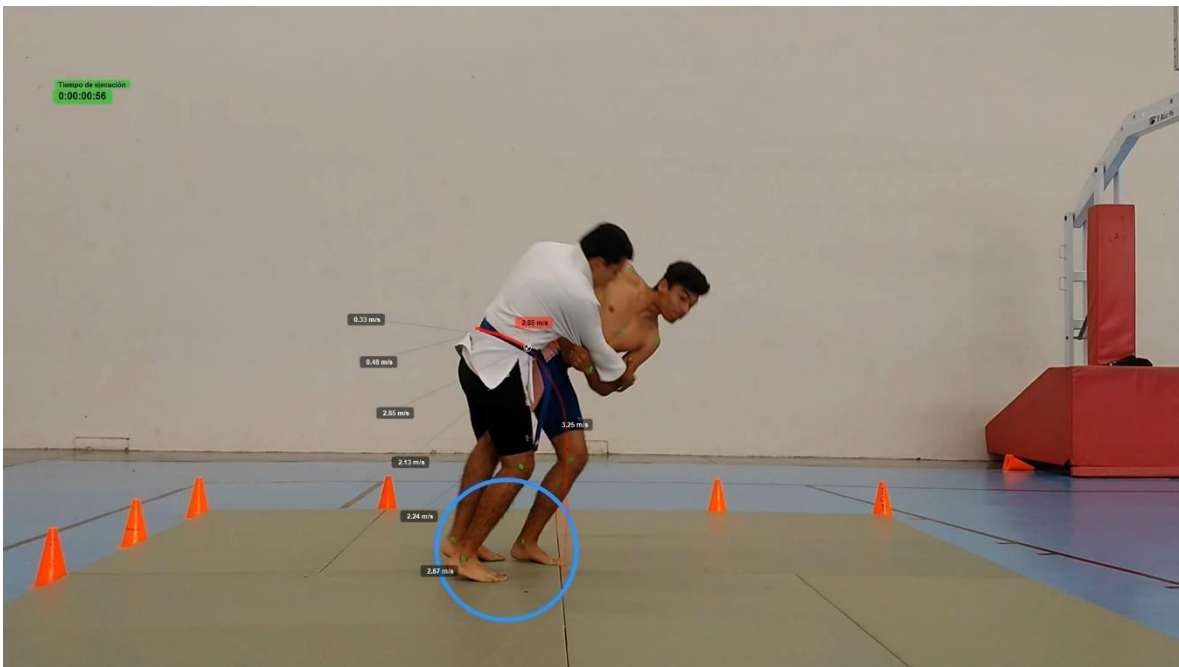


Fuente: Elaboración Propia



1. En los dos fotogramas se da seguimiento de como tori con el hikite guía el movimiento del centro de gravedad de uke, posterior a esto, el brazo que controla no está en una flexión completa.
2. El centro de gravedad de uke es guiado por la mano tsurite de tori.

Fotograma 3



Fuente: Elaboración Propia

1. El punto de apoyo del pie, se encuentra por delante del centro de gravedad y ligeramente desplazado a la izquierda de tori, impide la eficiencia al momento de elevar el centro de gravedad

Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. Los ángulos de flexión de la articulación de la rodilla son de  $141^\circ$  y la articulación del tobillo es de  $105^\circ$ , lo cual brindara a oportunidad de extensión de la pierna y tobillo para elevar el centro de gravedad de uke

Fotograma 5



Fuente: Elaboración Propia

1. El ángulo de extensión de la pierna que ejecuta el movimiento del centro de gravedad de uke es de  $143^\circ$  y el punto de apoyo es a la altura de la rodilla de uke.

Fotograma 6



Fuente: Elaboración Propia

1. En el momento en que uke sale proyectado la pierna ejecutora del movimiento del centro de gravedad de uke es de  $151^\circ$  lo que permite la liberación de la pierna de uke.
2. La pierna de apoyo en la articulación de la rodilla alcanza de  $175^\circ$  casi una extensión completa lo que genera la máxima capacidad de contracción de los cuádriceps, el ángulo de articulación del tobillo alcanza  $128^\circ$  lo cual es muy poco y evita la acción del movimiento de los gastrocnemios.

## Fotograma 7



Fuente: Elaboración Propia

1. En la fase de vuelo de uke se observa como la mano de tori que es tsurite alcanza un ángulo de extensión de  $149^\circ$  lo que permite empujar hacia el tatami el cuerpo de uke

## Fotograma 8

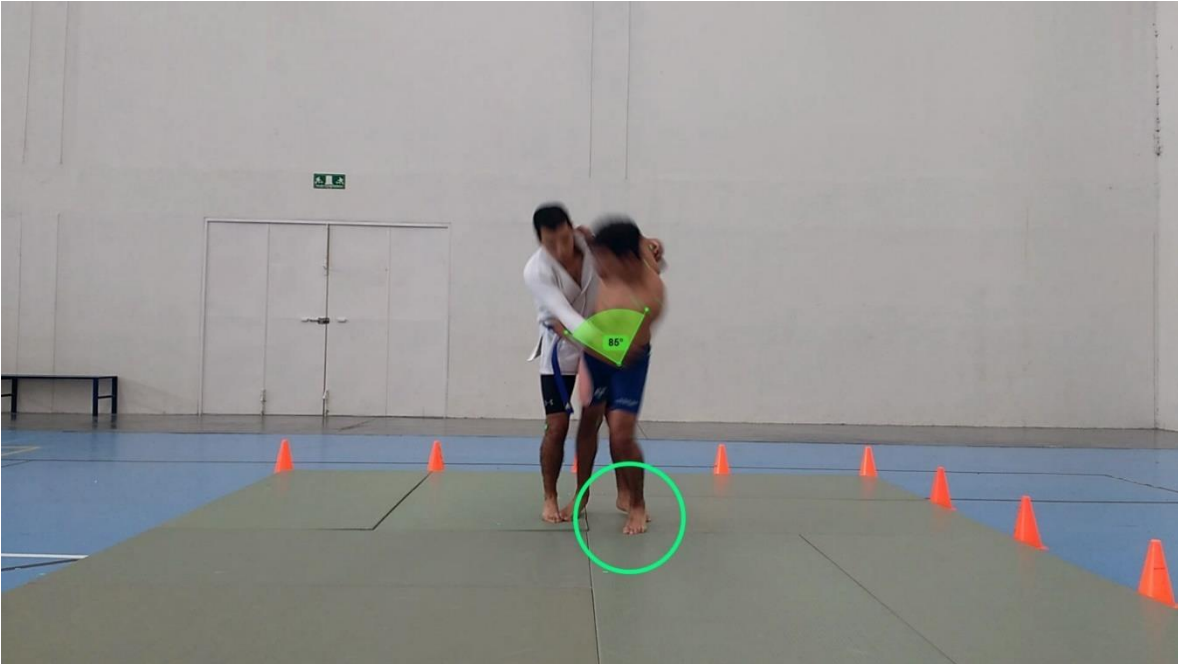


Fuente: Elaboración Propia

1. Se observa que el ángulo de flexión de hikite es de  $74^\circ$  halando hacia arriba la mano de control de uke que ayuda al movimiento de realizar la técnica.

### Plano coronal

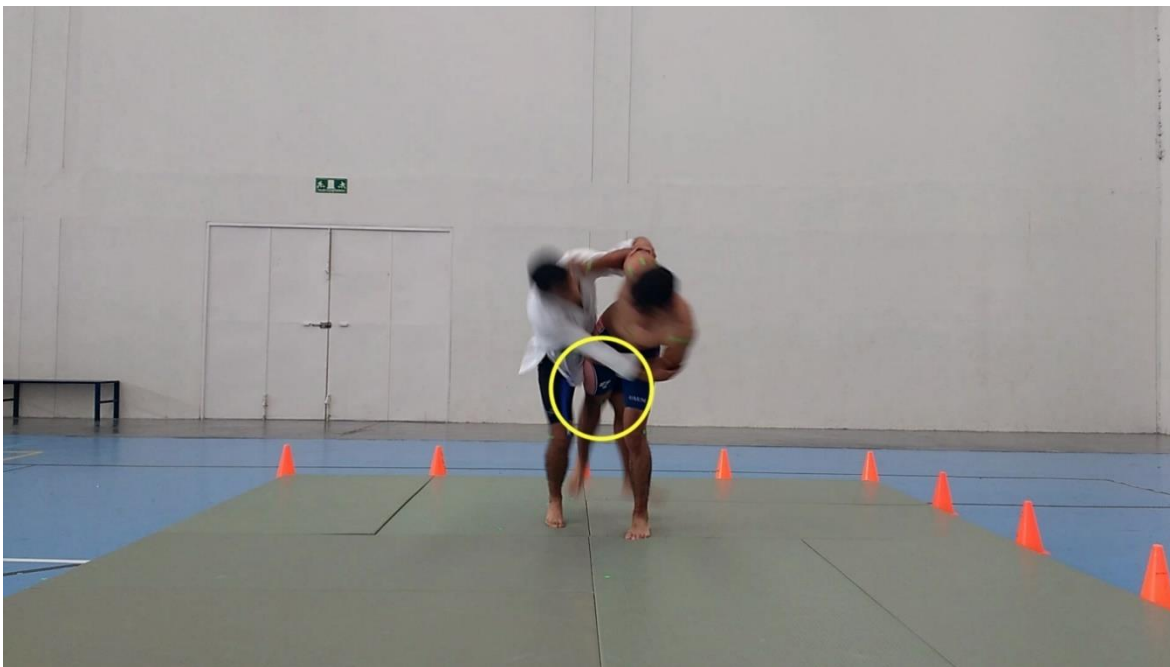
#### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. En este plano se observa el punto de apoyo del pie en el cual se encuentra delante del pie de uke.
2. El ángulo de flexión de hikite es de  $85^\circ$  lo que desplaza al cuerpo y centro de gravedad de uke.

Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. El punto de apoyo de la pierna de acción, se encuentra cerca de la ingle de uke el cual es considerado óptimo para la técnica.

Fotograma 3



Fuente: Elaboración Propia

1. Tsurite tiene un ángulo de extensión de  $103^\circ$ , lo cual impide la mayor aplicación de fuerza para proyectar a uke

Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. El ángulo de extensión de hikite, alcanza  $137^\circ$  el cual debería encontrarse en una extensión completa para la mayor generación de fuerza de proyección de uke



### Judoca 3

#### Plano sagital

#### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. En la posición inicial tori se encuentra alejado de uke lo que permite un espacio en el cual poder iniciar el movimiento de desequilibrio, así mismo los brazos se encuentran en una extensión de 158° y 143° respectivamente, esto le permitirá actuar a la musculatura de las extremidades superiores.

#### Fotograma 2





Fuente: Elaboración Propia

1. en este instante se observa hacia donde se desplaza el centro de gravedad de uke generada por el movimiento de brazos de tori, así mismo la imagen muestra la trayectoria del centro de gravedad de tori que es elevado.

Fotograma 3



Fuente: Elaboración Propia

1. el punto de apoyo de tori (pierna izquierda), se encuentra fuera del centro de gravedad de uke, pero cerca de este, lo que permite elevar al centro de gravedad de uke.



Fuente: Elaboración Propia

1. El cuerpo de tori, junto con sus extremidades superiores continúan elevando el centro de gravedad de uke para poder colocar las extremidades inferiores en una posición de semi flexión de  $132^\circ$  en la articulación de la rodilla y  $83^\circ$  en la articulación del tobillo.

Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. La pierna de apoyo en la ingle de uke carece de una extensión total, pero suficiente para que la pierna de uke no quede atrapada y evite el movimiento así mismo el centro de gravedad de uke comienza su descenso,

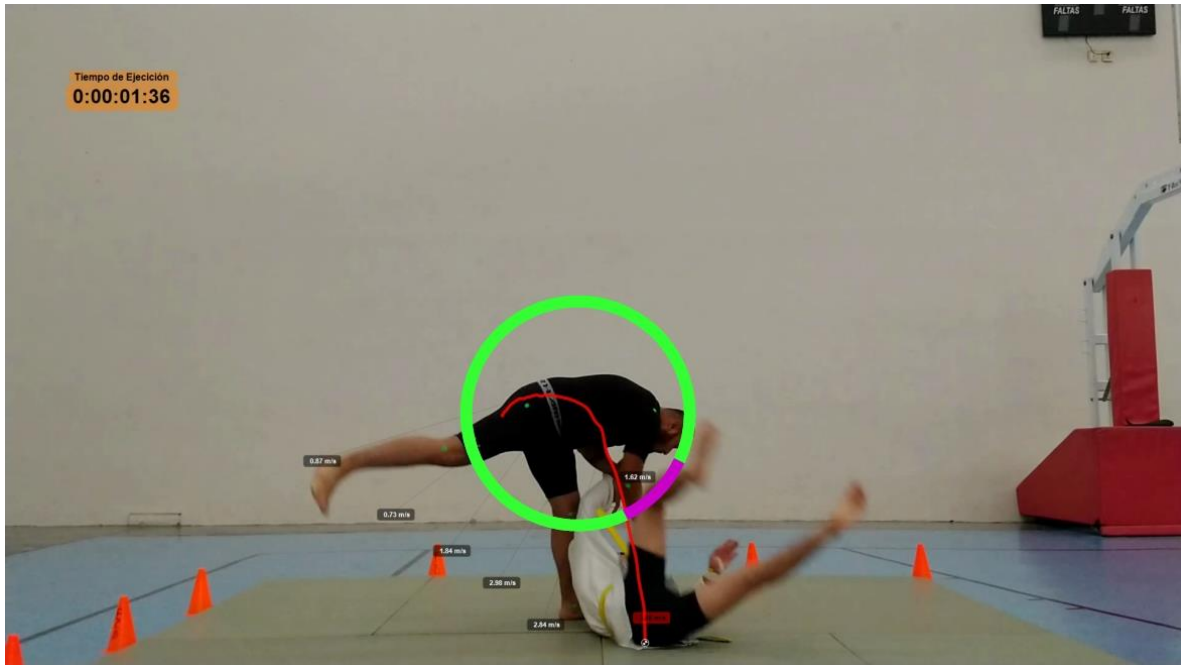
Fotograma 5



Fuente: Elaboración Propia

1. La pierna de apoyo con el tatami no alcanza una extensión completa tanto en la articulación de la rodilla como la del tobillo, debido a la carencia de flexibilidad de tori.

## Fotograma 6



Fuente: Elaboración Propia

1. En la fase final de la técnica se observa el desplazamiento del centro de gravedad de uke, que facilita la tarea a tori.

## Plano coronal

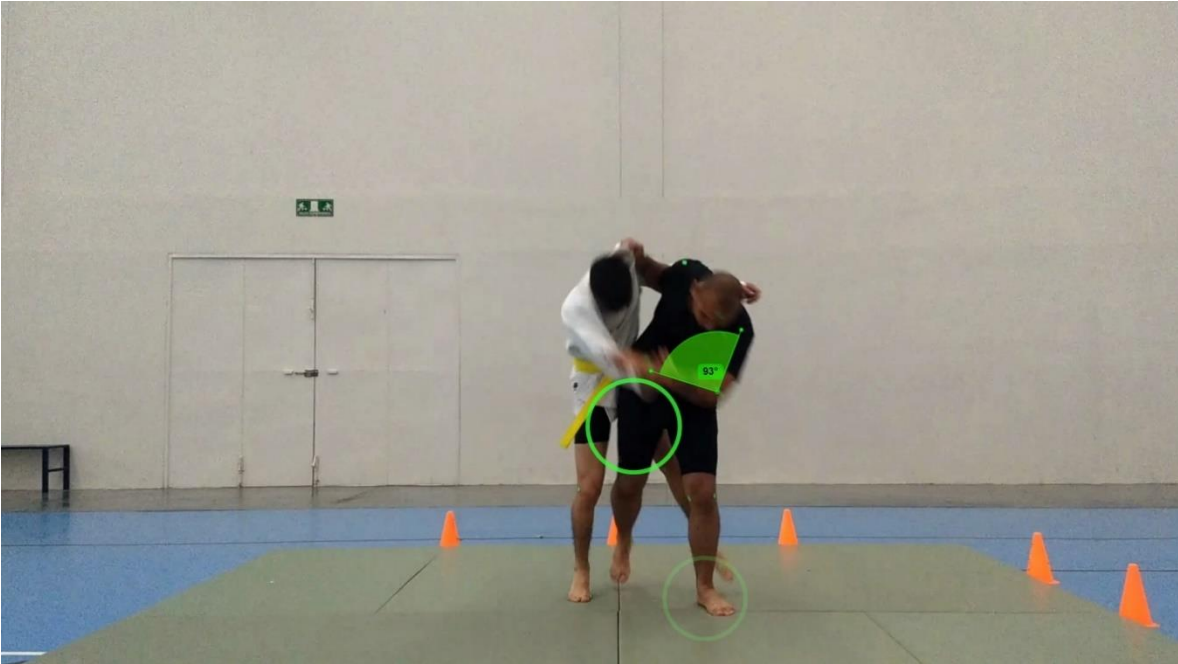
### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. El punto de apoyo de tori se encuentra en frente de la pierna de uke, y despasado del centro de gravedad que se encuentra entre las piernas de uke.

Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. El segundo punto de apoyo (pierna en la ingle) facilita el movimiento de proyección.
2. El ángulo de la articulación del codo es  $93^\circ$  carece de fuerza.

Fotograma 3





Fuente: Elaboración Propia

1. El angulo que alcanza la articulación en la mano que sujeta la solapa permite desplazar el cuerpo de uke para dirigirlo al tatami.

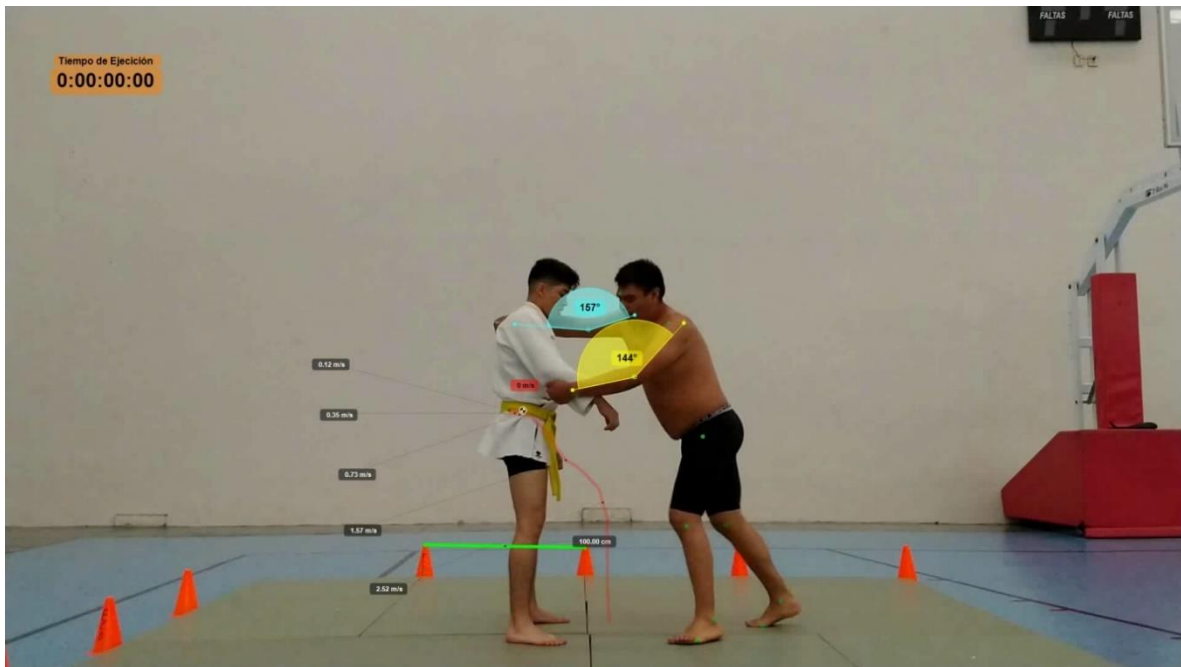
Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. La extensión de tsurite no es total pero suficiente para controlar la dirección de uke

**Judoca 4**  
**Plano sagital**  
**Fotograma 1**



Fuente: Elaboración Propia

1. En la posición inicial de la técnica, tori se encuentra con los brazos levemente flexionados a 144° y 157° respectivamente.

**Fotograma 2**



Fuente: Elaboración Propia

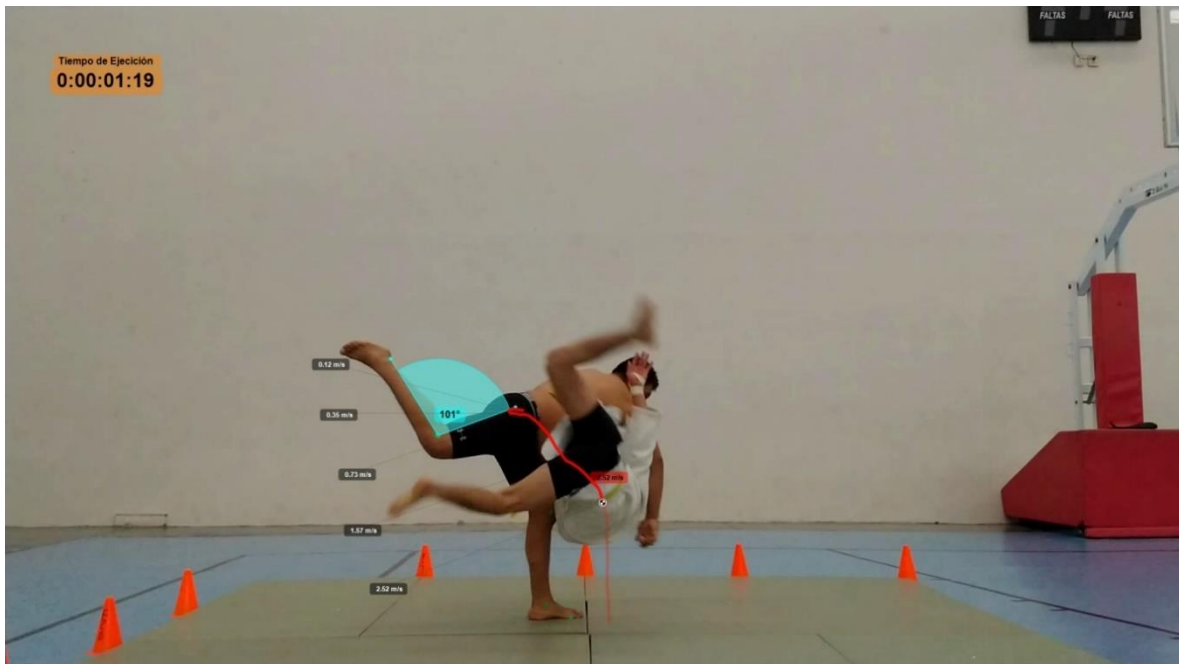




Fuente: Elaboración Propia

1. En este instante los ángulos de flexión de la pierna de apoyo en el tatami en ambas articulaciones aumentaron debido de al desplazamiento hacia al frente del centro de gravedad de uke, impidiendo una extensión que esto brinda elevar el centro de gravedad de uke para una eficiencia en el movimiento.
2. Así mismo la extensión de la pierna de apoyo en la ingle de uke, deja de tomar importancia ya que no ejerce fuerza sobre el punto de apoyo

Fotograma 5



Fuente: Elaboración Propia

1. En la fase final de la técnica se observa el recorrido del centro de gravedad de uke, el cual inicial hacia atrás y posterior al lado contrario, significa que tori empuja y después hala hacia al frente a uke, demandando más fuerza para la técnica.
2. El ángulo de flexión de la pierna elevada se realiza debido a la falta de acción de esta sobre la técnica.

## Plano coronal

### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. En la primera acción de tori, se observa que ambos puntos de apoyo se encuentran fuera de su lugar para una mayor eficiencia de la técnica.
2. El ángulo alcanzado en la flexión de hikite desplaza el centro de gravedad de uke hacia el frente y no hacia arriba.

### Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. En esta técnica tori cambia el agarre pasando de la solapa a la espalda de uke, no cambia la técnica solo que el ángulo que alcanza la articulación de codo es muy poco.

Fotograma 3



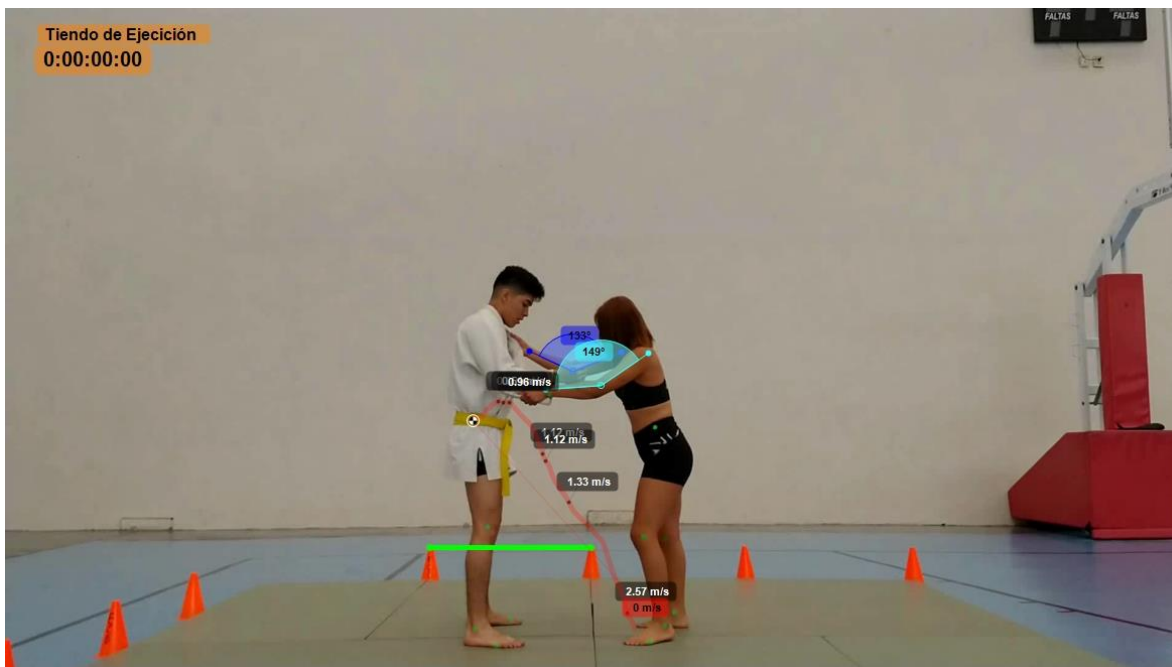
Fuente: Elaboración Propia

1. En la última fase tsurite pasa de  $92^\circ$  a  $159^\circ$  ayudando a ejecutar la técnica y dirigir el cuerpo de uke hacia el tatami

# Judoca 5

## Plano sagital

### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. En la posición inicial los brazos de tori se encuentran leve mente flexionado impidiendo la acción completa de los músculos a ocupar para el desplazamiento del centro de gravedad de uke

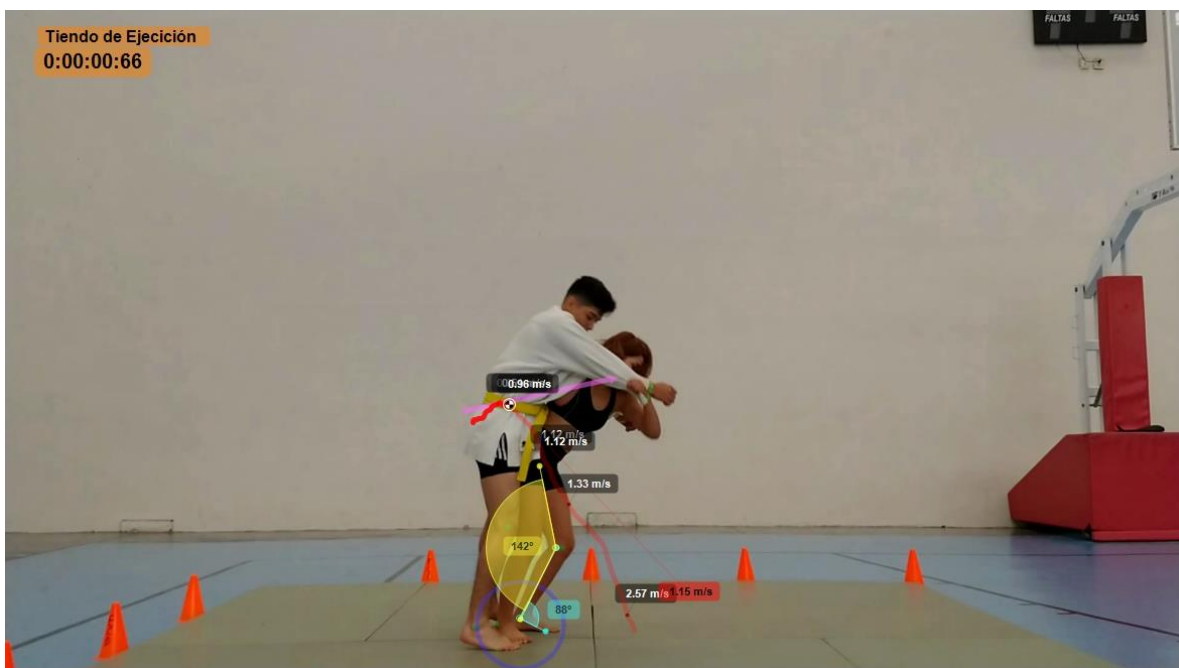
### Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. En esta fase se observa que el movimiento del centro de gravedad de uke es hacia arriba que ayudara a la realización de la técnica.
2. El punto de apoyo de la pierna izquierda de tori ayuda a desplazar hacia arriba el centro de gravedad de uke ya que tiene una buena flexión de rodilla

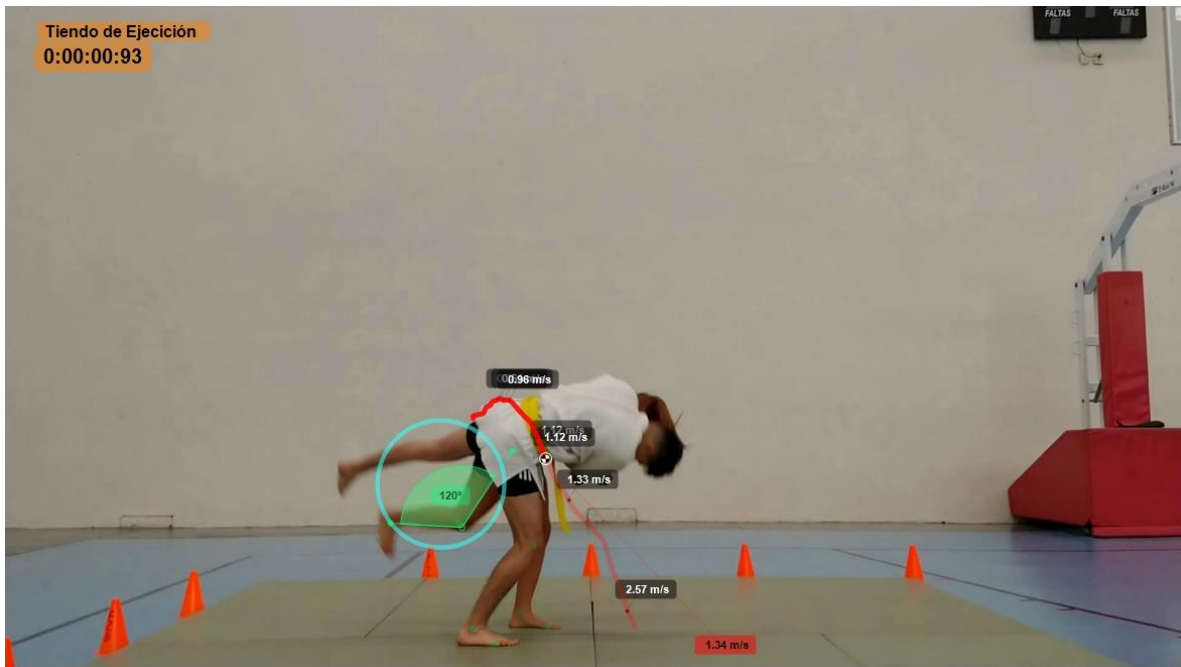
Fotograma 3



Fuente: Elaboración Propia

1. Se muestran los ángulos de flexión de ambas articulaciones de la pierna de apoyo con el tatami que es de  $142^\circ$  y  $88^\circ$  respectivamente.

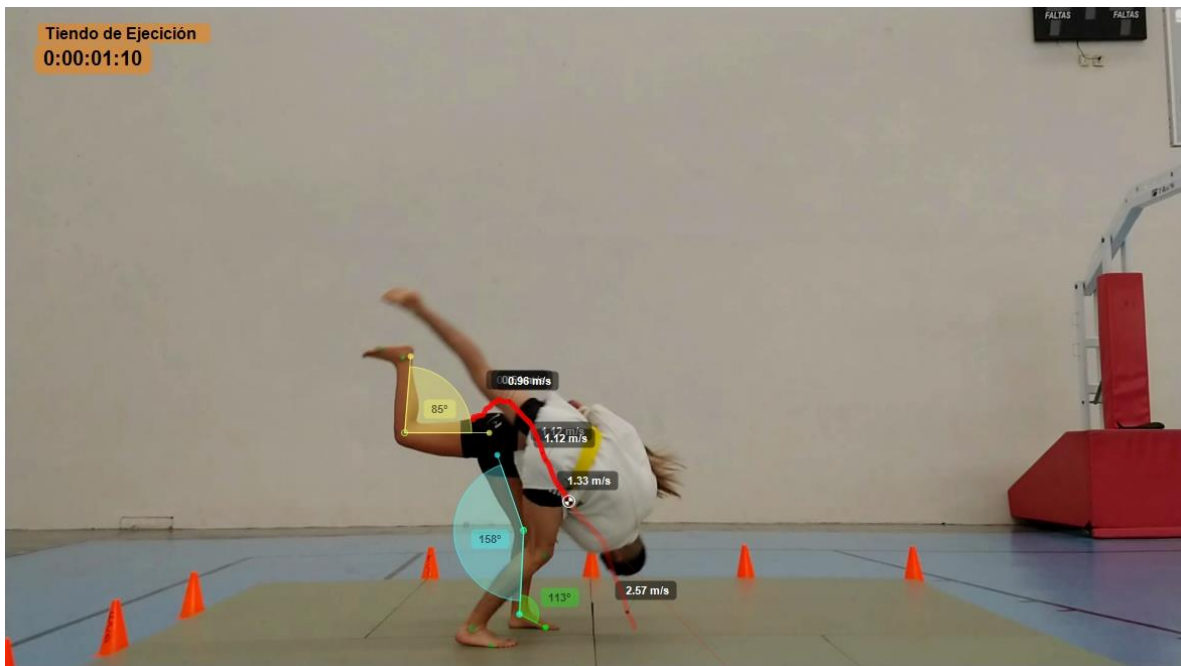
## Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. Al utilizar en mayor proporción los brazos para ejecutar el movimiento, pierna que se dirige a la ingle no interactúa con uke, por esta razón esta misma no ayuda a la ejecución de la técnica.

## Fotograma 5



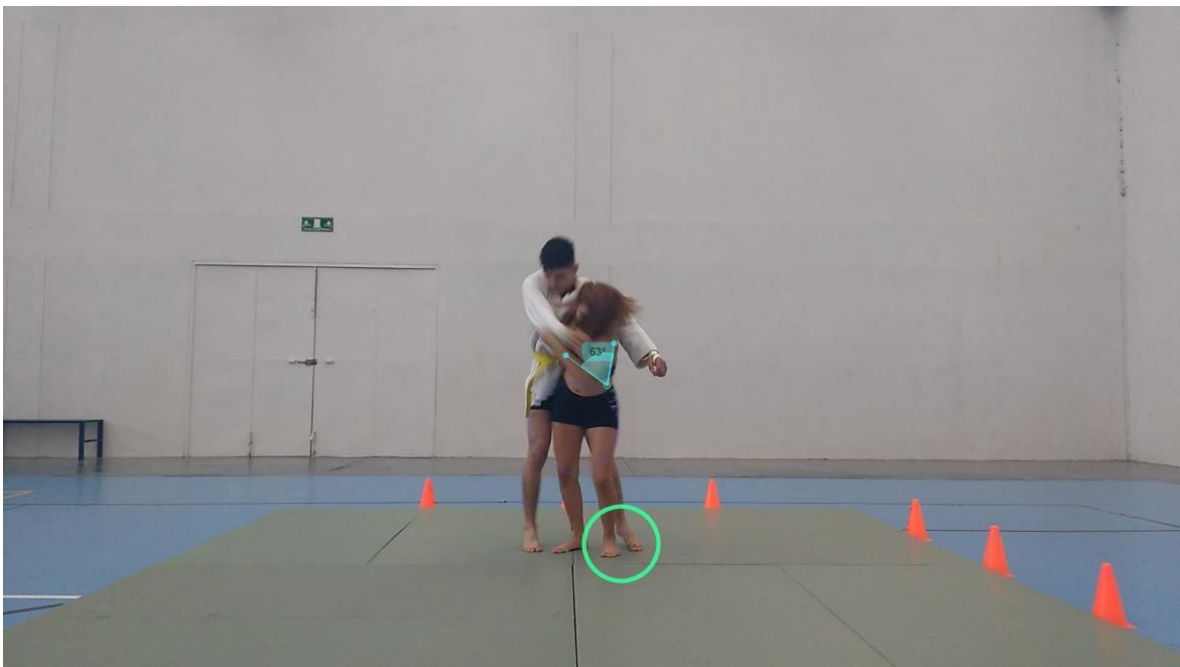
Fuente: Elaboración Propia



1. En esta última fase la pierna de apoyo con el tatami es la que realiza todo el trabajo que demanda la técnica pasando de  $142^\circ$  a  $158^\circ$  en la rodilla y de  $88^\circ$  a  $113^\circ$  en el tobillo.

## Plano coronal

### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. Durante la fase de movimiento del kusuzhi de uke, se observa que el pie de apoyo con el tatami de tori se encuentra entre las piernas de tori pero no en el centro, esto posteriormente ayuda a la ejecución de la técnica.
2. El ángulo de flexión de hikite es óptimo debido a que dirige la acción.

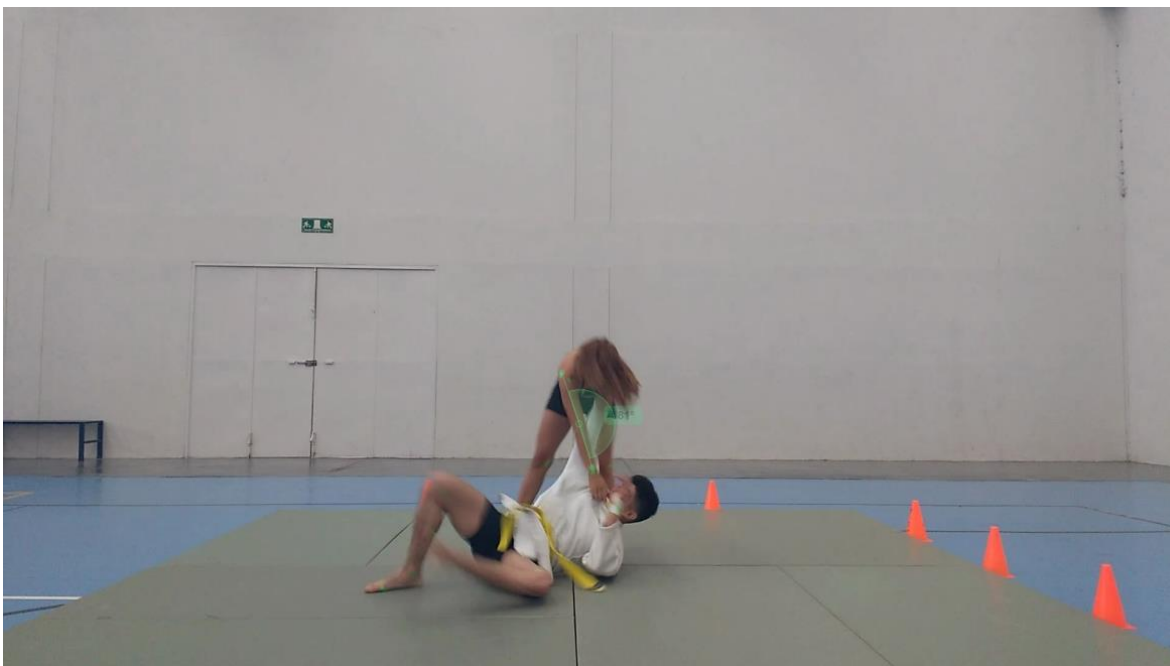
## Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. En esta fase se muestra el ingreso de la pierna de apoyo a la ingle de uke, pero no interactúa como tal debido a que el cuerpo de uke comienza un desplazamiento hacia el lado derecho de tori.

## Fotograma 3

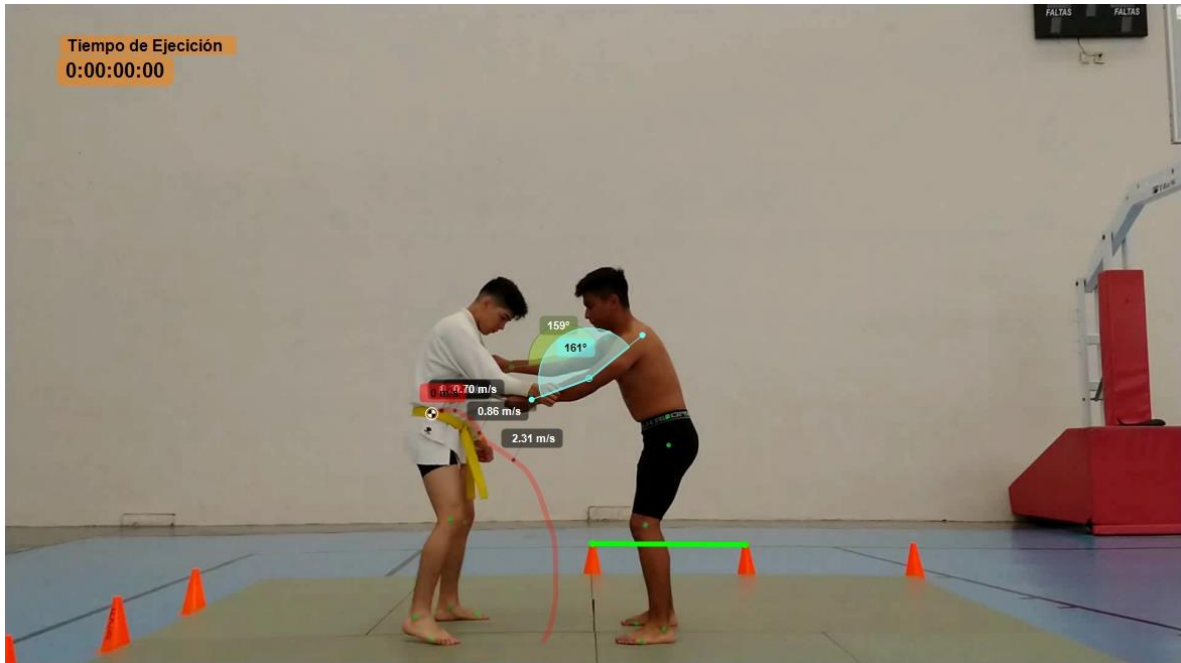


Fuente: Elaboración Propia



1. En la fase final se muestra el ángulo de extensión de la articulación del codo de tori en su agarre tsurite, que es de  $181^\circ$  muy bueno que ayuda a la realización de la técnica.

**Judoca 6**  
**Plano sagital**  
Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. La posición inicial de tori se encuentra con brazos ligeramente flexionados y alejado de uke

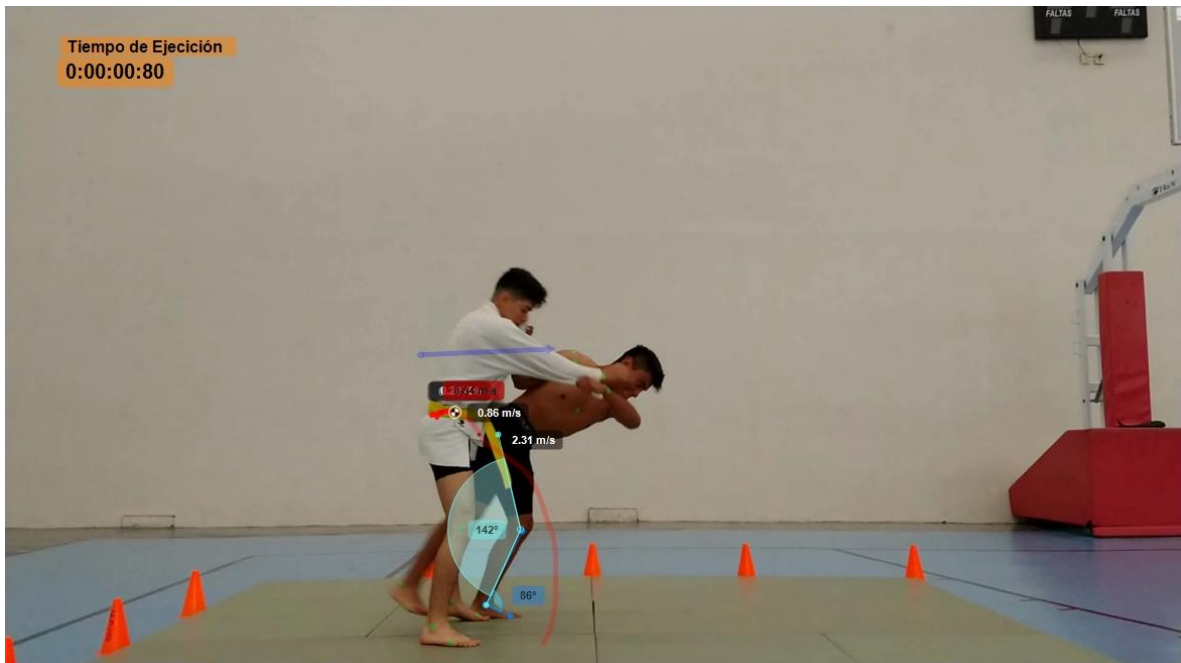
## Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. El momento del desequilibrio de uke la dirección es hacia al frente y se muestra como de desplaza el centro de gravedad guiada por la línea roja.
2. En el mismo momento se muestra el punto de apoyo de la pierna que se encuentra profunda cerca del centro de gravedad de uke pero por fuera (a un lado), de uke.

## Fotograma 3



Fuente: Elaboración Propia

1. En esta fase tori coloca su cuerpo en posición para que la pierna que impulsara la ingre aplique su fuerza para elevar el centro de gravedad de uke, así mismo el ángulo de flexión de la pierna de apoyo con el tatami.

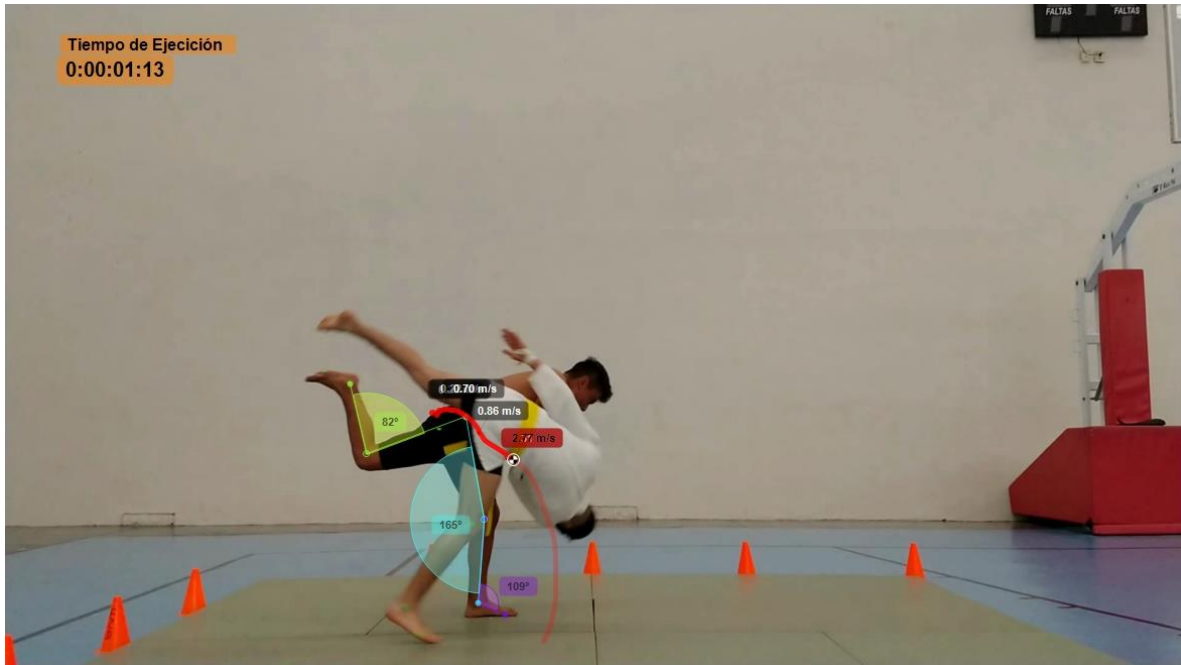
Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. En esta fase de la técnica se muestra que la pierna que intenta elevar el centro de gravedad de uke no alcanza una extensión completa y esto crea una sujeción en la pierna de uke, así mismo por la dirección del impulso a la pierna, el cuerpo de uke se gira a un lado, por esta razón la pierna derecha de uke no se eleva.

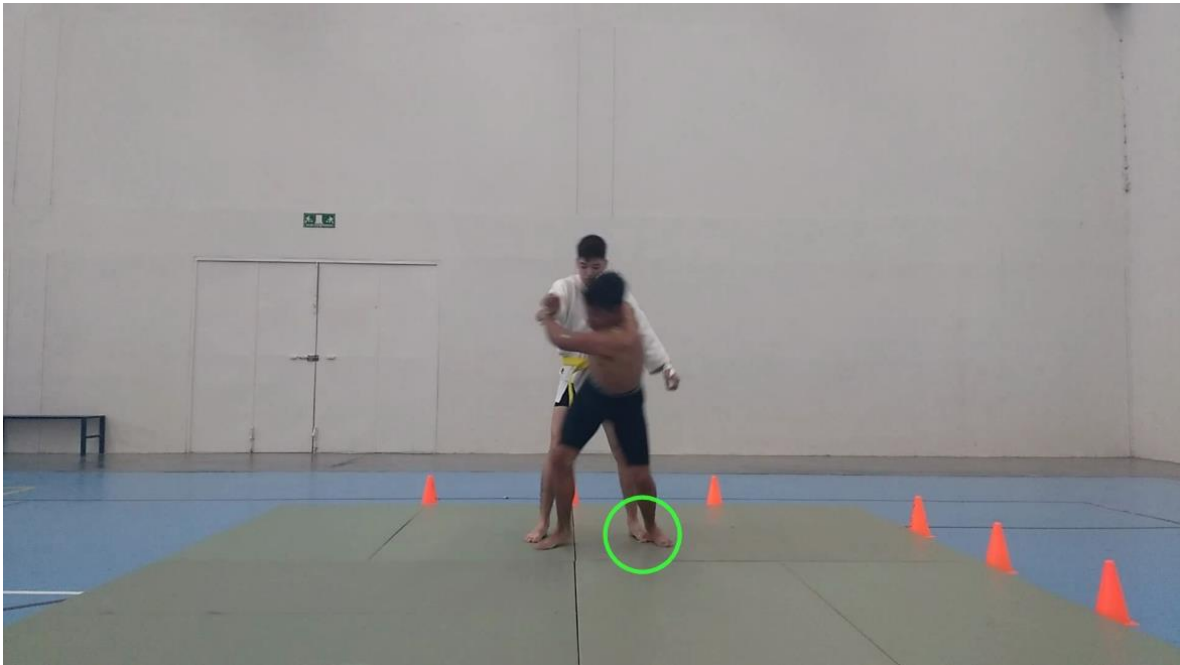
## Fotograma 5



Fuente: Elaboración Propia

1. Durante la fase final de la técnica se muestra que la pierna de apoyo al tatami no alcanza a extender completamente tanto en la articulación de la rodilla como la del tobillo.
2. Por otro lado, la pierna que se eleva de tori realiza una flexión de  $82^\circ$  debido a la carencia de flexibilidad

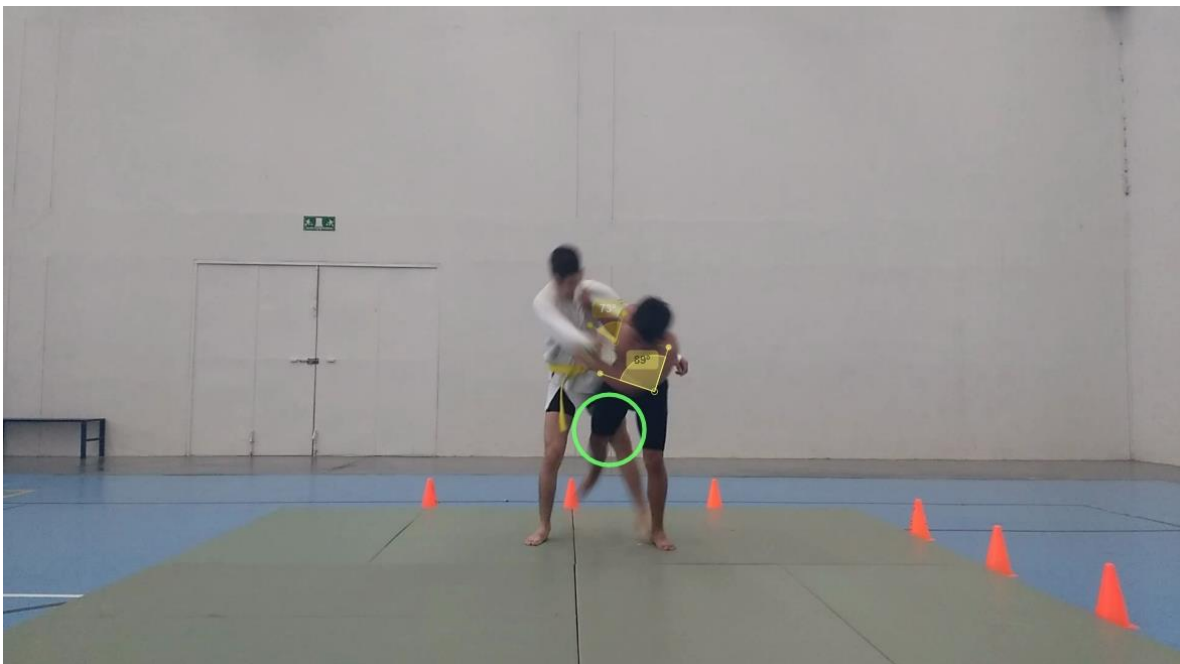
**Plano coronal**  
Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. Como se mencionó antes, el punto de apoyo al tatami esta por fuera de las piernas de uke

Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. La pierna que debe ejecutar la acción de elevar el centro de gravedad se apoya ligeramente alta de la rodilla, lo que significa que no eleva el centro de gravedad, sino que lo desplaza a un lado.
2. Se muestra el brazo hikite una flexión de  $89^\circ$  cuando que no alcanza la flexión total del codo

Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. En la parte final de la ejecución de la técnica el brazo tsurite alcanza una extensión de  $156^\circ$

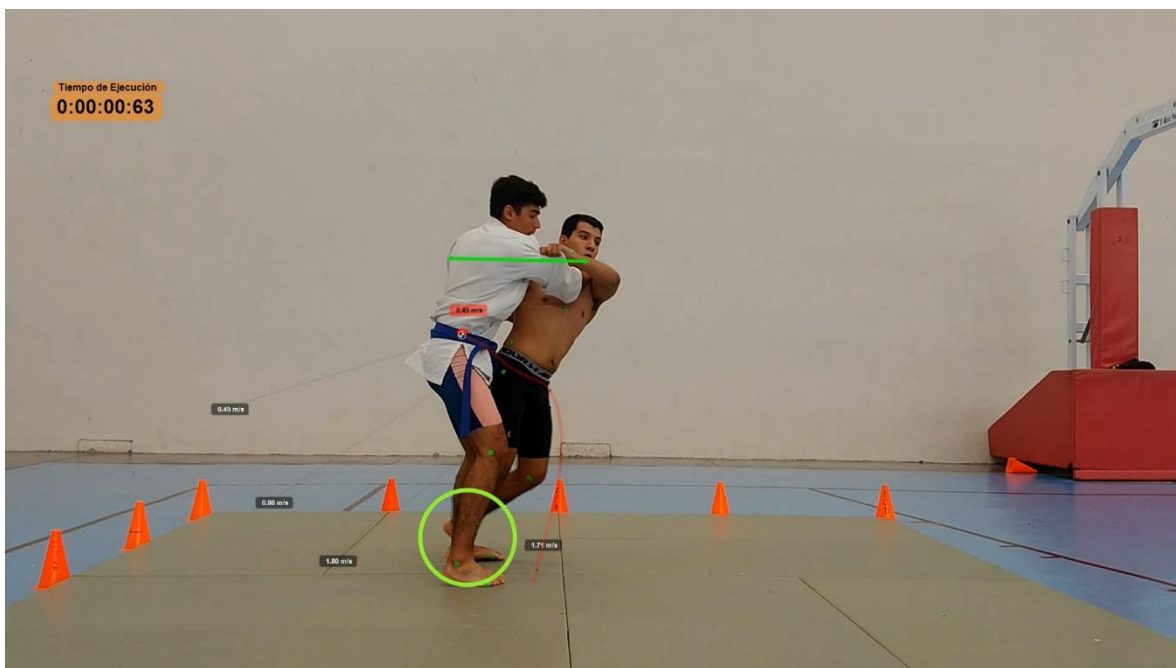
**Judoca 7**  
**Plano sagital**  
**Fotograma 1**



Fuente: Elaboración Propia

1. En la fase inicial se muestra el ángulo de extensión de hikite, así mismo podemos notar que el agarre es levemente más elevado cerca del hombro.

**Fotograma 2**



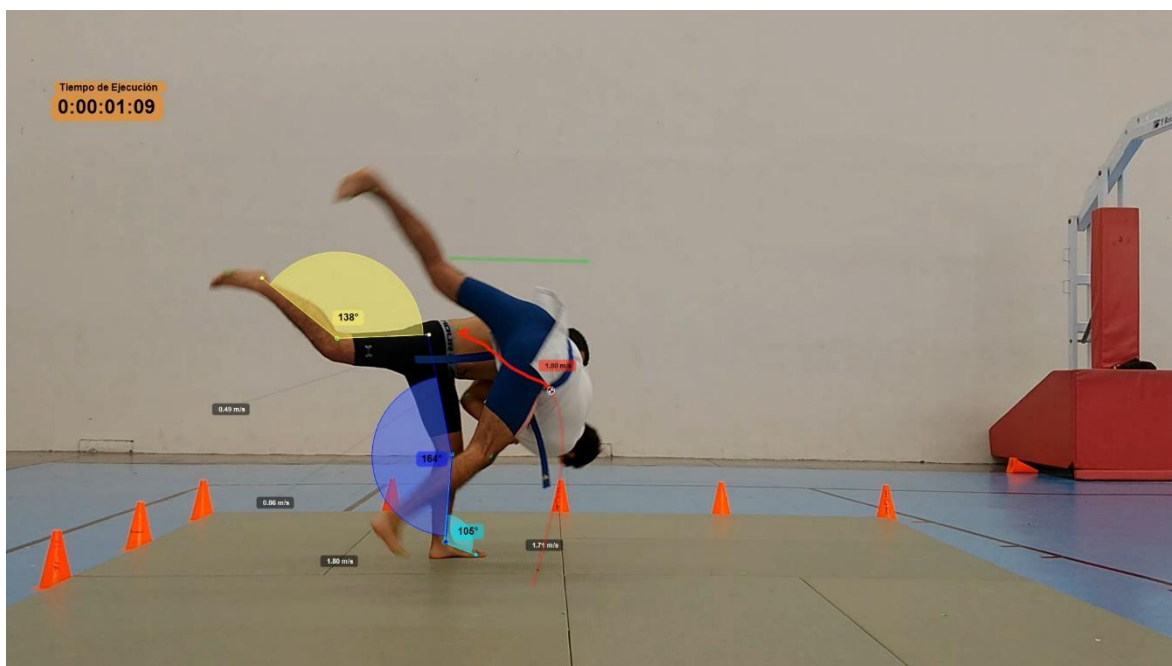
Fuente: Elaboración Propia







Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. Se observa que la pierna de apoyo al tatami aumenta su ángulo de extensión que permite la aplicación de fuerza para volcar el cuerpo de uke y se muestra que el ángulo de la pierna en contacto con uke no disminuye demasiado permitiendo que la pierna de uke no se bloquee.

Fotograma 5



Fuente: Elaboración Propia

1. En la fase final de la técnica se observa el brazo hikite que alcanza una flexión considerable

## Plano coronal

### Fotograma 1



Fuente: Elaboración Propia

1. Se muestra la colocación de ambas piernas, la pierna de apoyo al tatami coloca paralela a la pierna izquierda de uke y la segunda pierna de apoyo entra cerca de la ingle de uke.

## Fotograma 2



Fuente: Elaboración Propia

1. En esta fase se muestra que el brazo hikite sigue en la extensión de  $123^\circ$  y con ayuda del brazo de tsurite que realiza una flexión de  $72^\circ$  con ayuda al movimiento.

## Fotograma 3



Fuente: Elaboración Propia

1. El brazo tsurite no alcanza una extensión completa del codo.

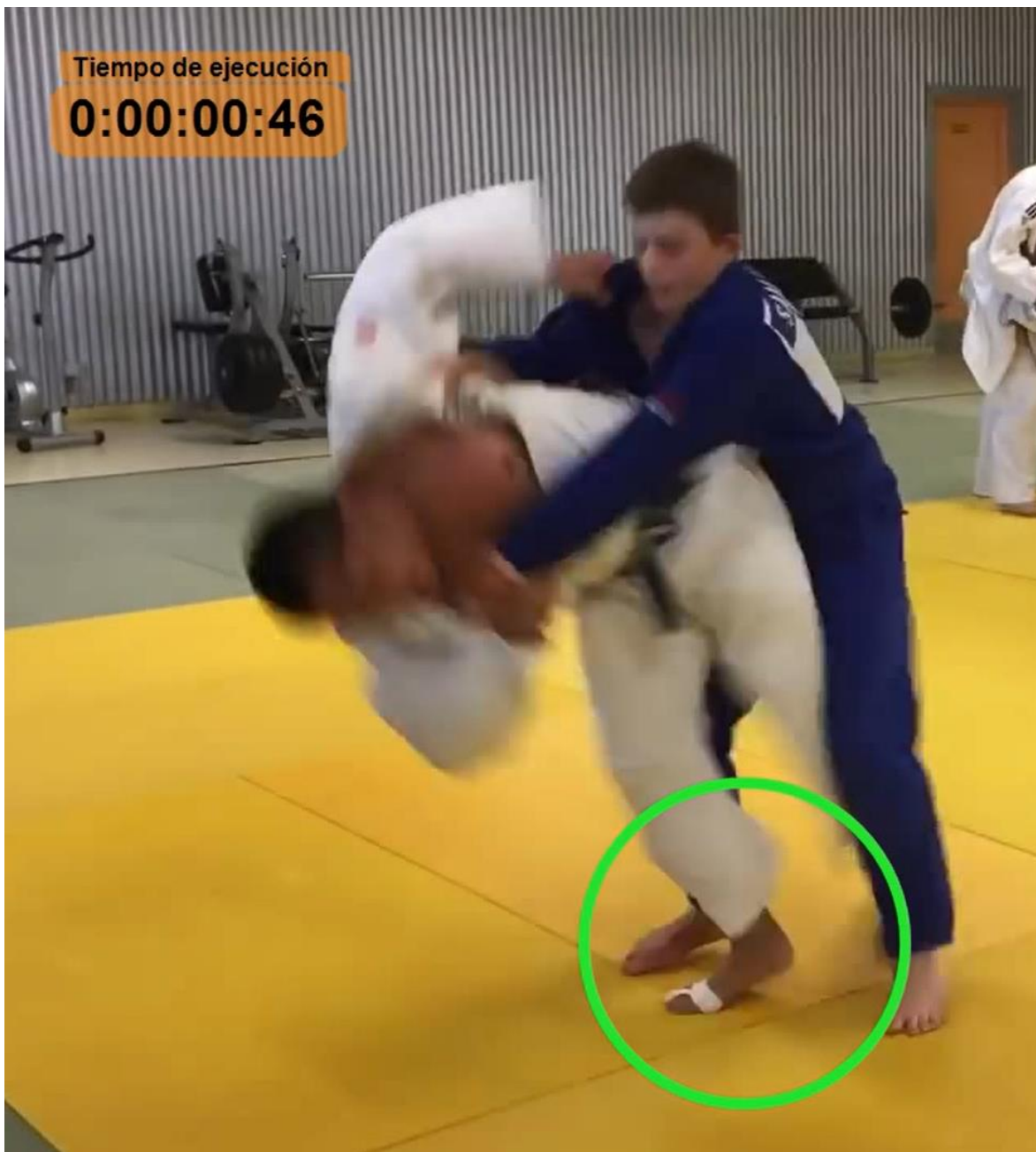
Fotograma 4



Fuente: Elaboración Propia

1. En la fase final tori realiza una flexión del codo del brazo hikite que ayuda a la dirección de la proyección de uke.

**CONTRASTE**  
**MAESTRO JUDOCA 1**  
**FOTOGRAMA 1**



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En el fotograma se observa el punto de apoyo al tatami que es en medio de las piernas de uke



## FOTOGRAMA 2



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. Se observa los ángulos alcanzados por la extremidad de apoyo al tatami y la extremidad superior.
2. Así mismo se observa el punto de apoyo de la pierna que eleva el centro de gravedad de uke, este se encuentra lo más cercano a la ingle.

## FOTOGRAMA 3



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En esta fase se muestra el ángulo de extensión de la pierna de tori que es total, así mismo se puede observar la articulación del tobillo que permite la acción de los gastrocnemios.

FOTOGRAMA 4





Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En la última fase de la técnica se observa un estimado del ángulo de extensión de la pierna que elevan las piernas de uke que es un estimado de  $152^\circ$ , realizando una flexión de tronco para maximizar la aplicación de fuerza para la técnica
2. Por último, se puede observar que tori ejecuta algo similar a un Split (técnica de gimnasia que consiste en abrir las piernas una por delante y la segunda por detrás)

**MAESTRO JUDOCA 2**  
FOTOGRAMA 1



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En la primera fase de la técnica se observa que tori se encuentra alejado de uke, así mismo la extensión casi total de los brazos de tori, que ayudan a que se aplique la mayor cantidad de fuerza de las extremidades superiores

## FOTOGRAMA 2



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En la fase de desequilibrio que genera tori se observa la dirección hacia donde lo realiza que es diagonal hacia arriba, así mismo siguiendo la trayectoria del centro de gravedad de uke que se observa de rojo, se observa que el centro de gravedad es elevado.

### FOTOGRAMA 3



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. Se puede observar que el brazo hikite se flexiona a  $90^\circ$  pero el movimiento de desequilibrio se compensa por la dirección a la que se guía

## FOTOGRAMA 4



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. Se observa el lugar donde coloca el pie de apoyo al tatami, que se encuentra en medio de las dos piernas de uke por debajo del centro de gravedad de uke, así mismo se observa donde tori coloca su cadera que es debajo de la de uke.

## FOTOGRAMA 5



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En esta fase se aprecia los ángulos de la extremidad de apoyo.



## FOTOGRAMA 6



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. La pierna que se encuentra en la ingle de uke no está totalmente extendida debido a que no se requiere porque el centro de gravedad de uke ya está elevado



## FOTOGRAMA 7



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En la última fase de la técnica se muestra como uke sale proyectado guiado con los brazos de tori, las extremidades inferiores de tori se mantienen extendidas no totalmente ya que el trabajo requerido para elevar el centro de gravedad de uke se cumplió en las fases anteriores.

**MAESTRO JUDOCA 3**  
**FOTOGRAMA 1**



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En la demostración, tori se muestra se muestra como el brazo tsurite se flexiona y dirige el movimiento hacia arriba elevando el centro de gravedad de uke, donde uke solo se apoyó por los metatarsos de los pies.

## FOTOGRAMA 2



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. Siguiendo el movimiento tori coloca su punto de apoyo por debajo de la cadera de uke que es el que elevara el centro de gravedad

### FOTOGRAMA 3



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. Se observa el punto de apoyo al tatami que es en el centro de los pies de uke y como el brazo tsurite mantiene la flexión apoyando y dando continuidad al movimiento

#### FOTOGRAMA 4



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. La pierna ayuda como guía del movimiento ya que si no estuviera extendida las piernas de uke caerían hacia abajo.



## FOTOGRAMA 5



Fuente: elaboración de fotograma propia  
Imagen: video de YouTube

1. En la última fase se observa la apertura de piernas que tori, que es fundamental para la realización de la técnica, así mismo se observa que no existe agarre hikite ya que es una demostración, pero si se tuviera un agarre el cuerpo de tori realizaría una rotación colocando su espalda hacia el tatami.

## Análisis de resultados

Adaptado del modelo biomecánico Gustavo

El software kinovea nos brinda parámetros cinemáticos tales como posición de segmentos corporales como ángulos de flexión o extensión de articulaciones implicadas en el gesto motor, en los cuales podemos analizar la técnica y poder compararla con algún gesto motor similar, sin necesidad de requerir de un protocolo de grabación para un contraste real, ya que al no ser un estudio cinético (estudio de las causas que generan el movimiento) no se requiere de aparatos sofisticados.

A continuación, se hace un análisis por medio de tablas que consiste en los ángulos de flexión y extensión de las articulaciones, en la siguiente tabla se muestra el los ángulos de movimiento del brazo denominado hikite, este término Japón como antes se mencionó, hace referencia la mano de tori sujetando la manga de uke, se debe recordar que este agarre es el que controla el movimiento de uke.

JUDOCA	ANGULO HIKITE INICIO	ANGULO HIKITE KUZUSHI	ANGULO HIKITE FINAL
MAESTRO	163	89	NM
1	85	51	139
2	115	85	74
3	158	93	NM
4	144	150	NM
5	149	63	NM
6	161	89	89
7	143	123	72

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla, a comparación del video de los maestros japoneses se observa que el ángulo inicial es de 163° posterior a esto se reduce 89°, lo que conlleva a una flexión, casi total, acompañada de una contracción de los músculos lo más rápida posible para desplazar el centro de gravedad de uke, sin esta acción sería demasiado difícil poder proyectar a uke, así mismo si observamos la dirección que tori envía el brazo (ver fotograma 3, maestro judoca 2) podemos observar que es hacia arriba, a diferencia de los seleccionados de judo, podemos observar que la mitad tiene por debajo el valor que logra el gran maestro, lo que conlleva a decir que por la poca extensión de la articulación del codo, el componente elástico explosivo no se acciona en su totalidad debido a la flexión parcial que tiene el codo, de este modo la musculatura implicada en la previa



flexión ya no entra en su totalidad y el movimiento solo se vale del porcentaje de la musculatura del bíceps que resta para continuar con la flexión del codo.

Por otra parte en la siguiente tabla se muestra la interacción de la mano tsurite (mano que sujeto la solapa de uke), esta se denomina como mano que pesca, ya que es la que permite elevar el centro de gravedad de uke, a diferencia de la mano hikite, que es la que guía el movimiento, tsurite es de importante relevancia ya que para buscar una eficiencia en la técnica el centro de gravedad de uke debe ser elevado y el punto de apoyo de tori debe estar colocado debajo del centro de gravedad de uke para que la transmisión de fuerza sea igual a una palanca de primer grado (donde el fulcro se encuentra entre la resistencia a mover y la aplicación de fuerza), que en este caso la aplicación se tomaría en las extremidades superiores de tori, y la resistencia el peso residual de las extremidades inferiores de uke.

JUDOCA	ANGULO TSURITE INICIAL	ANGULO TSURITE KUZUSHI	ANGULO TSURITE FINAL
MAESTRO	NM	NM	NM
1	101	60	166
2	115	103	137
3	143	62	154
4	157	92	159
5	133	NM	181
6	159	73	156
7	NM	72	115

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla anterior debido a que el video de contraste no se grabó conforme al protocolo antes mencionado no se puede determinar a criterios bien establecidos el ángulo que el agarre tsurite logra alcanzar, pero de acuerdo a los fotogramas de los maestros de judo se puede observar como el centro de gravedad de uke es desplazado hacia arriba y enfrente para posteriormente colocar su punto de apoyo para poder realizar la técnica.

Contrario sucede con los seleccionados de judo donde se muestra que en algunos casos el ángulo de flexión no es suficiente y en la mayoría lo es, pero debido a la dirección a la que es enviada el centro de gravedad de uke no es elevado sino enviado a un lado para posterior apoyar la pierna cerca de la rodilla lo que conlleva menos control en la técnica y un requerimiento mayor de fuerza para

poder proyectar a uke, así mismo en la fase final de la técnica este agarre (tsurite) no completa su extensión lo que es necesario ya que este gesto dirige la parte posterior de uke hacia el tatami enviándolo con mayor control.

En la siguiente tabla se muestra los ángulos de flexión y extensión de las extremidades inferiores de los judocas, se observan a contraste de los fotogramas de los maestros de judo, que los seleccionados de judo UAEM, no utilizan de manera eficiente la extensión de ambas articulaciones ya que el desplazamiento del centro de gravedad de uke es indispensable así mismo el punto de apoyo que permite mover la cadera de uke para ser proyectado con la menor cantidad de fuerza y la mayor velocidad.

JUDOCA	ANGULO PIERNA TATAMI APOYO	ANGULO PIERNA TATAMI FINAL	ANGULO PIERNA INGLE INICIAL	ANGULO DE PIERNA INGLE FINAL	ANGULO TOBILLO INICIAL	ANGULO TOBILLO FINAL
MAESTRO	159	177	115	152	86	119
1	135	163	98	98	88	110
2	141	175	143	151	105	128
3	132	161	147	147	83	104
4	152	148	157	101	96	102
5	142	158	120	85	88	113
6	142	165	152	82	86	109
7	138	164	162	138	99	105

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se puede observar en los ángulos alcanzados de la pierna que se apoya en la ingle, en el momento de dar dirección esta requiere de una flexión de rodilla por la falta de flexibilidad de los tendones de la sección isquiotibial, esto genera en la mayoría de los casos que la pierna que está en contacto con las piernas de uke, creen un bloqueo en la trayectoria de volcamiento del cuerpo, por la misma razón es ineficiente la técnica, así mismo se observan en los fotogramas que al finalizar el movimiento la pierna realiza una flexión en la articulación de la rodilla, debido como antes se mencionó a la falta de flexibilidad y a la falta de fuerza de los músculos agonistas para realizar esta acción que impide que la rodilla se flexione.

## Discusión

El estudio biomecánico se utiliza como antes se ha mencionado para analizar tanto las causas que generan un movimiento como analizar el movimiento tanto en sus diferentes estudios, a este último se le denomina cinemática del movimiento,

por esta razón se utilizan diferentes softwares que nos permiten analizar la técnica utilizando materiales de bajo costo.

Durante la realización de este trabajo se utiliza el software kinovea para el estudio cinemático cualitativo, en sus enfoques tanto nominal como evaluativo, el primero nos ayuda a identificar los componentes del movimiento, durante la técnica podemos observar las extremidades en su dirección y así observar los ángulos de flexión o extensión que logran para realizar la técnica deportiva, el segundo nos permite determinar el valor de los componentes del movimiento, mediante la comparación o apreciación en contraste con otros videos obtenidos de la web, para realizar una comparación y determinar en que deben mejorar cada judoca para buscar la eficiencia de la técnica.

El software al ser una versión gratuita nos permite alejarnos de lo empírico para así poder estudiar los movimientos y determinar a criterio real con el método científico de buscar la mejora en un gesto técnico, este programa ayuda a entrenadores, preparadores, y personal técnico en observar el movimiento y determinar si existe alguna falla para realizarlo, de este modo el deportistas se encuentra de manera continua en evaluación técnica, que nos permite realizar un plan de entrenamiento de fuerza en sus diferentes manifestaciones para buscar la mejora, y posterior a una siguiente evaluación determinar si existe una mejora en la eficiencia de la técnica

## **Conclusiones**

Existen versiones gratuitas de software para el análisis de movimiento en el deporte que se pueden utilizar para observar y evaluar el movimiento de un gesto motor, el software que nos brinda parámetros cinemáticas en dos dimensiones es el software kinovea, esto brinda muchas herramientas ya que al ser su uso de bajo costo (cámaras de celular), cualquier persona puede acceder a él, y poder analizar el movimiento de manera específica obteniendo resultados satisfactorios para la búsqueda del perfeccionamiento técnico de un deportista, por otro lado el software kinovea a criterio de este estudio es de fácil uso, ya que en el menú de opciones te ofrece una guía de cómo medir, o contrastar una medida.

Los parámetros cinemáticos buscados en la técnica de uchi matan en el presente estudio, se pudieron encontrar gracias al uso de este software, así mismo brinda los errores en los cuales los judocas deben mejorar y así poder lograr un mejor rendimiento en nivel competitivo,

Este estudio brinda la posibilidad de ser más específico, ya que no se abordaron todos los estudios cinemáticos permitidos en el programa, para esta opción, se

requieren del empleo de más cámaras en los diferentes planos corporales, para obtener una videografía con mayor precisión en la técnica.

## **BIBLIOGRAFIA**

Vertonghen, J. (2014). Nanatsu?no?kata, Endō?no?kata, and Jōge?no?kata —A pedagogical and qualitative biomechanical evaluation of Hirano Tokio's kuzushi (unbalancing) concept as part of skill acquisition for throwing techniques in Kōdōkan jūdō. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, Volumen 9(2), ¿69?96 ~ Julio-diciembre 2014, 1-8.

Baxter, R. Hastings, N. Law, A. Glass, E. J... (2008). Análisis biomecánico del salto de altura de nivel competitivo universitario. En *ACTIVIDAD FISICA Y CIENCIAS DEL DEPORTE*(120-130). Universidad Autónoma del Baja California: Libro de Memorias en Extenso.

Néstor Figueroa. (2004). *Judo Kodokan Teoría Y Sistema*. United States of America: SINCHIJUDOKAN INSTITUTE.

Kano :Kodokan Judo Kodansha International Tokyo 1994

Sacripanti A: Biomechanical classification of judo throwing techniques (Nage Waza). 5th International Symposium of Biomechanics in Sport, Greece: Athens; 1987; p. 181- 194.

Gustavo Ramón Suárez. (2011). *Biomecánica deportiva y aplicada*. Universidad de Antioquia: Funambulos Editores.

Rodríguez-Zárate, Natalia Argothy-Bucheli, Rodrigo Acero-Jáuregui, José Gomez-Sálazar, Lessby Menzel, Hans Cohen, Daniel. (2018). *Lineamientos de Política Pública en Ciencias del Deporte en Biomecánica*. Bogotá, Colombia: COLDEPORTES.

Gutiérrez, M., *Biomecánica Deportiva: Bases para el Análisis*. Síntesis: Madrid; 1988 (128-130).

Luttgens, K. y Wells, K., *Kinesiología : Bases científicas del movimiento humano*. Saunders College Publications; 1982.

Gustavo Ramon Suarez. (2009). Tesis Doctoral: Análisis de factores biomcánicos y comportamentales relacionados con la efectividad del uchi mata ejecutado por judokas de alto rendimiento. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte: Universidad de Granada.