

**ANÁLISIS DE LAS REACCIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA ÓPTICO
HUMANO AL CAMBIO DE ESTÍMULOS VISUALES: COLORES PRIMARIOS**

EDGAR DANIEL RAMÍREZ TORRES

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
BUCARAMANGA**

2011

**ANÁLISIS DE LAS REACCIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA ÓPTICO
HUMANO AL CAMBIO DE ESTÍMULOS VISUALES: COLORES PRIMARIOS**

EDGAR DANIEL RAMÍREZ TORRES

Proyecto de Grado

Director

MSC. SERGIO ALEXANDER SALINAS

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA**

201

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, Noviembre de 2011

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.1 JUSTIFICACIÓN	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo General	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
2. MARCO DE REFERENCIA	15
2.1 EL COLOR Y SU INTERPRETACIÓN	15
2.2 FISIOLOGÍA DEL OJO HUMANO	17
2.3 EOG (ELECTRO-OCULOGRAMA)	20
2.4 BIOPAC STUDENT LAB MP36	22
2.5 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	23
2.6 CONCEPTOS ESTADÍSTICOS	24
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	28
3.1 DISEÑO DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN	28
3.2 DISEÑO DEL PROTOCOLO DEL ELECTRO-OCULOGRAMA	41
3.2.1 Materiales	41
3.2.2 Procedimiento de conexión	42
3.2.3 Calibración	42
3.2.4 Registro de Datos	43
3.3 CRITERIOS DE ELECCIÓN DE IMÁGENES	44
3.4 CALCULO DE LA MUESTRA	44
4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO	49
4.1 PRUEBAS PILOTO	49
5. RESULTADOS 2D Y 3D	54
5.1 PROGRAMA EN MATLAB PARA GRAFICAR LOS RESULTADOS	54

5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	58
6. CONCLUSIONES	62
6.1 CONCLUSIÓN GENERAL	62
6.2 CONCLUSIONES PARCIALES	62
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	69

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Longitud de onda de los colores	16
Figura 2. Triángulo de Goethe	17
Figura 3. Capas y cámaras del globo ocular	18
Figura 4. Modelo Dipolar del ojo	20
Figura 5. Ubicación de electrodos	21
Figura 6. Biopac Student Lab MP36	22
Figura 7. Visualización de los datos	23
Figura 9. Colocación de las guías para canal 2 vertical	34
Figura 10. Colocación de las guías para el canal 1 horizontal.	35
Figura 11. Proceso de calibración	36
Figura 12. Imagen de calibración	37
Figura 13. Imagen Negra	38
Figura 14. Combinación del color azul-violeta y rojo división vertical.	38
Figura 15. Combinación del color rojo y el verde división Vertical.	39
Figura 16. Combinación color verde y azul-violeta división vertical.	39
Figura 17. Combinación del color azul-violeta y rojo división horizontal.	40
Figura 18. Combinación del color rojo y verde división horizontal.	40
Figura 19. Combinación del color verde y azul-violeta división horizontal	40
Figura 20. Tabla cálculo de la desviación normal	45
Figura 21. Dispositivo de calibración	53
Figura 22. Prueba de calibración	53
Figura 23. Movimiento ocular eog durante la prueba	55
Figura 24. Imágenes movimiento en 2d y 3d con división vertical	56
Figura 25. Imágenes movimiento en 2d y 3d con división horizontal	57
Figura 26. Resultados parcial por colores de la prueba	58
Figura 27. Prevalencia mujeres vs hombres	63
Figura 28. Prevalencia ingenierías vs otras carreras	63
Figura 29. Estados de ánimo	64
Figura 30. Movimiento Ocular durante la prueba.	64

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Especificaciones técnicas BIOPAC MP36	69
Anexo B. Programa para graficar los resultados en 2D y 3D	70
Anexo C. Gráficas del movimiento ocular EOG, 2D , 3D y resultado por colores y en porcentaje de cada estudiante	74

RESUMEN

TITULO: ANÁLISIS DE LAS REACCIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA ÓPTICO HUMANO AL CAMBIO DE ESTÍMULOS VISUALES: COLORES PRIMARIOS.

AUTOR: EDGAR DANIEL RAMIREZ TORRES

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: SERGIO ALEXANDER SALINAS

Este trabajo de investigación da respuesta a una hipótesis planteada que consiste en determinar si existe alguna prevalencia de los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga entre las edades de 18 a 25 años a estímulos visuales de colores primarios de la luz, como lo son el azul, verde y rojo, basándonos en sus movimientos oculares.

Para esto se utilizó un BIOPAC MP36, el cual es el dispositivo encargado de tomar las señales a los estudiantes, y ayudados con el diseño de un programa en el software Matlab, el cual se apoya en un protocolo de toma de datos que le brinda fidelidad y seguridad a los resultados. Se presentan en dos y tres dimensiones el movimiento de cada estudiante participante en la prueba y se grafica su prevalencia en forma porcentual para de esta forma generar una conclusión a la hipótesis.

PALABRAS CLAVE: ELECTRO-OCULOGRAFÍA, COLOR PRIMARIO, SISTEMA ÓPTICO HUMANO, ESTÍMULOS VISUALES.

Vo Bo DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS OF THE ELECTRICAL REACTIONS OF THE HUMAN OPTIC SYSTEM CHANGE OF VISUAL STIMULI: PRIMARY COLORS.

AUTHOR: EDGAR DANIEL RAMIREZ TORRES

FACULTY: ELECTRONIC ENGINEERING FACULTY

DIRECTOR: SERGIO ALEXANDER SALINAS

This thesis want to give an answer for a hypothesis, is that is whether there is aprevalence of students at the Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga branchbetween the ages of 18 to 25 years to visual stimuli in primary colors of light such as blue,green and red, based on their eye movements.

For this, use a BIOPAC MP36 which is the device responsible for taking the signals to the students and helped with the design of a matlab program which use a data collection protocol that provides fidelity and security performance. This program can plot 2D and 3D dimensional movement of each student participating in the test and show its prevalence as a percentage in this way to generate a conclusion to the hypothesis.

KEY WORDS: ELECTRO-OCULOGRAPHY, PRIMARY COLORS, OPTICAL SYSTEM HUMAN, VISUAL STIMULUS

Vo Bo DEGREE PROJECT SUPERVISOR

INTRODUCCIÓN

Se sabe que la reacción de las personas a los colores tiene una connotación psicológica basándose en que todas las personas somos diferentes y reaccionamos de forma diferente a la presencia de colores, por eso podemos decir basándonos en estudios hechos^{1 2} que cada persona tendrá su color favorito, que el color azul los relaja, que el color rojo es símbolo de pasión, o que el verde es signo de evolución o que los niños lloran más en habitaciones amarilla. Es por eso que, saber sobre el comportamiento de las personas a los estímulos visuales producidos por colores es de gran importancia.

El poder del color es tan alto que, dependiendo del que se elija en lugares como en oficinas y colegios se puede aumentar la productividad de las personas, o para empresas de publicidad que diseñan marcas se pueden incrementar las ventas e incluso para espacios dentro de las casas se puede dar la sensación que se busque bien sea de confort, seriedad, ansiedad y demás sensaciones que nos mejoren la calidad de vida.

El color es interpretado y percibido por el cerebro humano, pero su recepción se hace a través de los ojos que refractan la luz que es emitida por los objetos y su entorno y esta es transmitida por impulsos eléctricos nerviosos al cerebro.

¹ BIOPAC SYSTEMS, Inc. Manual del usuario – BIOPAC LAB PRO GUIDE.

² CHÁVEZ ROMERO, Ángela Patria. Diseño y construcción de un sistema de adquisición de datos para el análisis de los electro-oculogramas. Escuela Politécnica Nacional. 2005.

Al estudiar señales eléctricas corporales, hay dos señales las cuales siempre tendrán principal atención por parte del investigador, estas señales son la señal **EEG (Electroencefalograma)** y la señal de **ECG (Electrocardiograma)**, ya que son las señales que tienen mayor información del comportamiento corporal y por lo tanto son a las cuales se les puede sacar el mayor provecho en cualquier estudio. Estudios recientes para determinar desordenes en el sueño o problemas en el enfoque visual han dado comienzo a un análisis que permite determinar el seguimiento visual en coordenadas “X” y “Y” del ojo humano, aprovechando la diferencia de potencial existente entre la córnea y la retina llama **EOG (Electro-oculograma)**.

En este proyecto de grado se diseña un experimento y se implementa un análisis de este tipo de señal (EOG), para determinar la influencia que tiene en el movimiento ocular un estímulo visual especificado en un protocolo que utiliza colores primarios de la luz (**rojo, verde y azul-violeta**).

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El afán de las empresas de mejorar la productividad de sus empleados, comercializar mejor sus productos; de las instituciones educativas para mejorar el rendimiento académico o ser más llamativas a la comunidad y de las personas para aumentar el confort de sus hogares y sitios de descanso, han hecho que muchas instituciones tanto privadas como gubernamentales gasten millones realizando investigaciones sobre los estímulos que se necesitan para que las reacciones fisiológicas de las personas en estos entornos y hacia estos productos sean las esperadas.

Esto nos lleva a preguntarnos ¿cómo las personas reaccionarán a estímulos visuales tales como los colores? Ya que sabemos que de color está conformado todos los entornos que queremos intervenir y los productos que queremos comercializar, además sabemos que la interpretación del color la hace el cerebro³, alimentado por la refracción de la luz que hacen los ojos cuando reciben los rayos de luz que emiten los objetos y el entorno, por esto la falta de un software que sirva de herramienta para una fácil interpretación de los datos que brinda el EOG (electro-oculograma) como prueba del movimiento ocular de las personas, para estudiar las reacciones oculares a estímulos visuales como lo es el color le brindaría a estas investigaciones una herramienta valiosa para poder concluir si estos comportamientos son controlables o no.

³ CLAPISSA. Teoría del Color. Disponible en Internet, URL: <http://repositorio.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1901/1/teoria-del-color.pdf> [Consultado: junio de 2011, 5:35 p.m.].

Con este proyecto se desea investigar ¿cómo las personas reaccionan en su movimiento ocular a diferentes estímulos visuales de colores primarios? utilizando una prueba de EOG.

1.1 JUSTIFICACIÓN

El comportamiento de las personas a los estímulos visuales del color, hace que el poder que presenta el color para mejorar sus entornos laborales, recreativos y familiares haga de este estudio una herramienta importante para decidir el color a utilizar en estos entornos, o simplemente para analizar el comportamiento visual de las personas a un icono publicitario.

La reacción fisiológica ha sido estudiada en relación a diferentes eventos o estímulos y aunque el aporte de numerosos estudios ha sido edificante para la complementación del tema, se hace necesario un estudio objetivo a nivel científico relacionado con el tema. Tratar y analizar variables fisiológicas como la reacción ocular es un aporte a las investigaciones que se han hecho de este tema, regionalmente hablando.

Por otro lado el análisis de la señal del oculograma producido por estímulos como son los colores primarios de luz, permite que este proyecto sea fuente para que emerjan otros en relación al tema y que cada vez se innove más por medio del análisis de ésta y otras medidas fisiológicas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Determinar si existe una reacción visual diferente en una muestra de estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana a estímulos visuales de colores primarios de luz: rojo, verde y azul-violeta por medio de una prueba de electro-oculograma.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diseñar el protocolo de toma de datos utilizando el BIOPAC-MP36 y el BSL-PRO para la adquisición de la información del electro-oculograma.
- Aplicar el protocolo de toma de datos a una muestra escogida de la población (estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana).
- Analizar los datos obtenidos usando gráficas del movimiento ocular en dos dimensiones y tres dimensiones para determinar si existen reacciones diferentes en las personas a los colores primarios de luz.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 EL COLOR Y SU INTERPRETACIÓN

El color es una percepción que interpreta el cerebro, alimentado por la refracción de la luz que hacen los ojos cuando reciben los rayos de luz que emiten los objetos y el entorno o simplemente *“es más bien una apreciación subjetiva nuestra. Por tanto, podemos definirlo como, una sensación que se produce en respuesta a la estimulación del ojo y de sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes de onda”⁴*.

Los colores primarios son aquellos que no están mezclados con otros o son puros, pueden ser de la luz o de pigmentos, los de la luz son los producidos por la radiación del espectro electromagnéticos y son los RGB o rojo, verde y azul-violeta los de pigmentos son los que se producen basados en la propiedad de los pigmentos de observar la luz blanca estos son amarillo, azul y rojo.

Los colores primarios de la luz son representados por sus longitudes de onda como lo muestra la Figura 1

⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Resolución N° 008430 de 1993. Disponible en Internet, URL: http://www.dib.unal.edu.co/promocion/etica_res_8430_1993.pdf [Consultado el 18 de julio del 2011, 3:02 p.m.]

Figura 1 Longitud de onda de los colores

		Longitud de onda (μm)	Longitud de onda (Å°)
Luz ultravioleta (UV)		menor a 0.4	menor a 4000
Luz visible	Violeta	0.46	4600
	Azul	0.5	5000
	Verde	0.56	5600
	Amarillo	0.59	5900
	Ambar	0.61	6100
	Rojo	0.66	6600
Luz infrarroja (IR)		mayor a 0.7	mayor a 7000

Fuente: Electrónica Unicrom - http://www.unicrom.com/Tut_estruct_luz.asp.

En la actualidad existen numerosas investigaciones sobre la psicología de los colores, es decir sobre lo que puede ocasionar el color en el comportamiento humano ya que este comportamiento es totalmente subjetivo y por esto parece ser que cada color tiene una expresión específica, la investigación experimental sobre el tema es escasa donde las descripciones de Goethe de los colores es considerada todavía la mejor fuente.

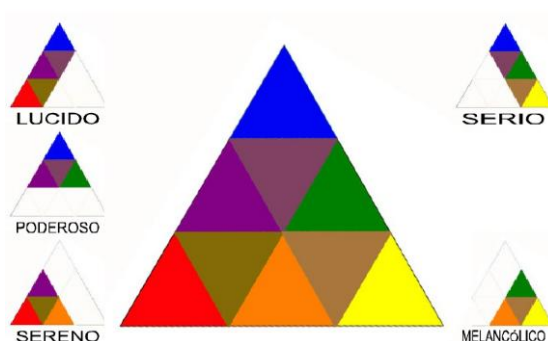
Entre las investigaciones que podemos encontrar relacionadas con el color desde el punto de vista psicológico tenemos:

Johann Goethe (1749-1832)⁴ estudió y probó las modificaciones fisiológicas y psicológicas que el ser humano sufre ante la exposición a los diferentes colores.

Para Goethe era muy importante comprender la reacción humana a los colores, y su investigación fue la piedra angular de la actual psicología del color.

“Desarrolló un triángulo con tres colores primarios rojo, amarillo y azul y sus combinaciones como lo muestra la Figura 2 donde tuvo en cuenta, que este triángulo es un diagrama de la mente humana y relacionó a cada color con ciertas emociones⁵ “

Figura 2. Triángulo de Goethe



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/29085208/34-Color>

2.2 FISIOLÓGÍA DEL OJO HUMANO

“La visión es una función que se puede llevar a cabo gracias a la integridad anatómica, histológica y fisiológica del globo ocular y de las vías nerviosas correspondiente donde los impulsos nerviosos son comunicados por sinapsis entre sus transmisores químicos⁶.”

⁵ Documento [en línea]. Disponible en Internet, URL: <http://www.chospab.es/calidad/archivos/Metodos/Muestreo.pdf> [Consultada el 25 de julio del 2011, 7:34 p.m.]

⁶ GÓMEZ, H. Estadística para Construcción Civil. Apuntes [en línea]. Disponible en Internet, URL: <http://www.mat.uda.cl/hgomez/Apuntes/Estad%C3%ADstica%20Descriptiva%20I.pdf>. [Consultada, el 10 de Agosto del 2011].

El globo ocular tiene un peso de 7,5 gr y un diámetro anterior de 24 mm, este glóbulo junto con sus anexos que son los encargados de su protección los cuales son: parpados, pestañas y cejas, forman el órgano de la visión, este globo ocular está constituido por tres capas y tres cámaras como lo muestra la Figura 3

Las capas son:

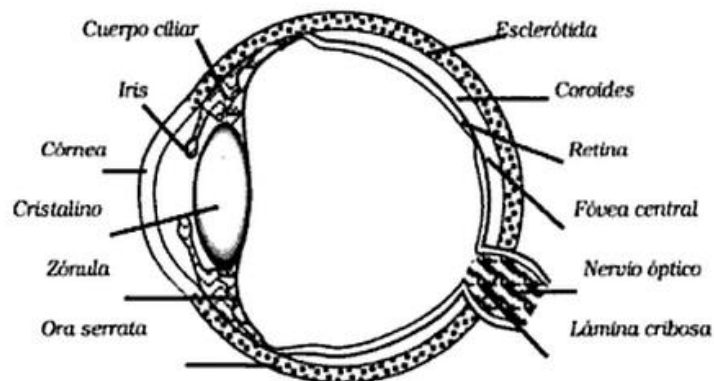
La externa: formada por la cornea y la esclera.

La media: compuesta por el iris, el cuerpo ciliar y las coroides.

La interna: formada por la retina.

Las tres cámaras son: La anterior donde se halla el ángulo camerular para el drenaje del humor acuoso, la posterior se encuentran los procesos ciliares que producen el humor acuoso y La cavidad vítrea que es una sustancia gelatinosa en contacto directo con la retina.

Figura 3. Capas y cámaras del globo ocular



Fuente: *Alteraciones visuales y auditivas de origen genético.* Martha Lucia Tamayo pontificia universidad javeriana facultad de medicina instituto de genética humana y fundación oftalmológica nacional.

La vista en las personas es el sentido que permite captar los colores, las formas y tamaños de todo lo que podemos ver a nuestro alrededor, este sentido es estimulado por el efecto de la luz que emiten todos los objetos y su entorno al observarlo, donde su percepción en las personas se hace por medio de refracciones a través del globo ocular de la siguiente manera:

La luz emitida llega primero a la cornea que es “*un tejido a vascular transparente de aproximadamente 11.5 mm en los adultos*⁷” y es el primer elemento refractor del ojo, de allí la luz atraviesa el humo acuoso llega al iris donde la pupila se contrae y se dilata para controlar la cantidad de luminosidad que le puede llegar a la retina, luego la luz llega al cristalino el cual funciona como un espejo biconvexo que ayuda al ojo a enfocar los objetos que están situados a diferentes distancias hasta atravesar una masa gelatinosa clara que es el humor vítreo, y llegar a la retina la cual está constituida por células receptoras sensibles a la luz que tienen la forma de bastones y conos; los bastones funcionan principalmente en condiciones de baja luminosidad y proporcionan la visión en blanco y negro, los conos sin embargo están adaptados a las situaciones de mucha luminosidad y proporcionan la visión en color, luego estas señales son transmitidas por las células sensoriales al nervio óptico que llega al cerebro donde son percibidas sus formas, tamaños y colores.

Entre las investigaciones que podemos encontrar relacionados con el color desde el punto de vista clínico tenemos las llamadas cromoterapias, que es un método empleado en las medicinas alternativas que utiliza diferentes frecuencias de la luz

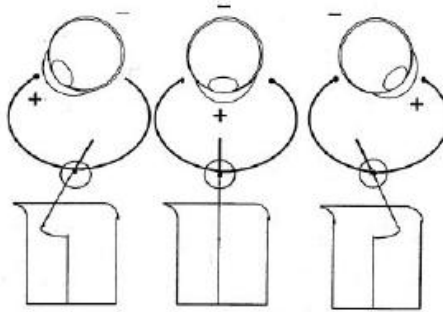
⁷ Documento [en línea]. Disponible en Internet, URL: <http://www.chospab.es/calidad/archivos/Metodos/Muestreo.pdf> [Consultada el 25 de julio del 2011, 7:34 p.m.]

(colores) Como elementos para suprimir dolores y controlar emociones en las personas.

2.3 EOG (ELECTRO-OCULOGRAMA)

Es una medición eléctrica que nos muestra los movimientos oculares basándose en registros de la diferencia de potencial entre la retina y la cornea. El origen de esta diferencia se encuentra en el epitelio pigmentario de la retina, considerando esta como un dipolo donde la cornea es el extremo positivo y la retina el negativo, como lo muestra la **Figura 4**.

Figura 4. Modelo Dipolar del ojo



Fuente: Manual de técnicas de Electrofisiología clínica. M.C. Nicolau, J. Burcet, R.V. Rial. University of Islas Baleares.

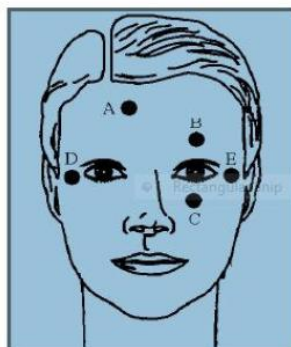
“La retina tiene, en condiciones basales, un potencial bio-eléctrico de reposo, de carácter electronegativo respecto a la córnea. De este modo, los giros del globo ocular provocan cambios en la dirección del vector correspondiente a este dipolo

eléctrico. La electro-oculografía se basa en el registro neurofisiológico de este fenómeno⁸”.

Para realizar esta prueba es necesario contar con un sistema de adquisición de datos, que permita captar las señales provenientes de los electrodos cutáneos que deben ser colocados en los ángulos internos y externos de ambos ojos como lo muestra la

Figura 5. Al momento de girar los ojos de derecha a izquierda con un movimiento sacádico (*ocurre cuando hay un movimiento muy rápido del ojo para ubicarse en un blanco determinado*⁹) el ojo produce una señal eléctrica y comienza actuar como un dipolo y estos cambios serán recogidos por los electrodos cutáneos, como un cambio de potencial, estos datos son adquiridos por un equipo especializado lo cual permite un posterior análisis.

Figura 5. Ubicación de electrodos



⁸ Historia del color. Artículo [en línea]. Disponible en Internet, URL: <http://www.fotonostra.com/grafico/historiacolor.htm>. [Consultado del 10 de junio del 2011, 3:22 p.m.].

⁹ MATEU, Enric y CASAL, Jordi. Tamaño de la Muestra. En: Rev. Epidem. Med. Prev. Universitat Autònoma de Barcelona. 2003.

Fuente: Segade García, A., Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología, 1981 SEP; XLI (9), Pág: 968-979

2.4 BIOPAC STUDENT LAB MP36

Laboratorio de Fisiología para Estudiantes, Biopac Student Lab es un laboratorio de Fisiología con los accesorios necesarios (figura 6), para permitirles a los estudiantes ser los pacientes, realizando mediciones fisiológicas innovadoras con medios no invasivos y seguros, todo bajo una metodología científica y clara.

El BIOPAC es un sistema basado en computador, de fácil utilización y que cubre una amplia gama de temas como: EMG, ECG, EEG, Pulso, Respiración, GSR, Flujo, Biofeedback, y otros. Un laboratorio de Fisiología que ayuda a planificar las actuaciones futuras tanto en investigación como en la enseñanza y adecuado para estudiar en humanos, que permite el diseño de lecciones propias (PRO).

Figura 6. Biopac Student Lab MP36



Fuente: MANUAL BIOPAC STUDENT LAB

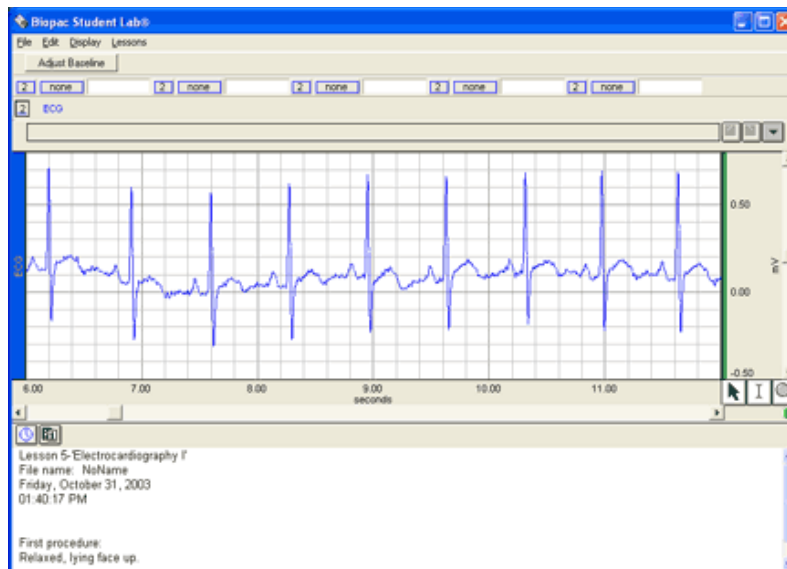
2.5 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

BIOPAC STUDENT LAB es un software de adquisición y visualización de datos fisiológicos, producido por la firma BIOPAC SYSTEM, este software se encarga de adquirir las diferentes señales corporales hasta por 4 canales de adquisición y las muestras de una manera amigable en la pantalla del computador¹⁰.

Además de adquirir los datos, este software permite exportar datos hacia diferentes programas como archivos tipo .xls, .doc, .fig, o .math.

Después de escoger el tipo de medida que se piensa realizar, el equipo adquiere la señal y la muestra en pantalla como se ve a continuación:

Figura 7. Visualización de los datos



Fuente: El autor.

¹⁰ MORENO MORA, Víctor Manuel. Psicología del color y la forma. Universidad de Londres. Disponible en Internet, URL: <http://www.astraph.com/udl/biblioteca/antologias/psicologia.pdf> [Consultado del 10 de junio del 2011, 3:22 p.m.].

2.6 CONCEPTOS ESTADÍSTICOS

Los conceptos estadísticos son utilizados para ayudar a dar una conclusión a la investigación que se está desarrollando.

ESTADÍSTICA

La estadística es” *es una ciencia que proporciona un conjunto de métodos que se utilizan para recolectar, resumir, clasificar, analizar e interpretar el comportamiento de los datos con respecto a una característica materia de estudio o investigación*¹¹”.

POBLACIÓN

“La población se refiere a un grupo de ítems que tienen una característica en común. Una población puede ser definida como un grupo de individuos, como por ejemplo, una persona, un animal, un objeto o una medición. Además, una población puede ser finita o infinita¹²”.

MUESTRA

Ante la posibilidad de que una población sea infinita o simplemente sea demasiado complicada su medición se opta por calcular una parte proporcional de esta la cual llamaremos muestra; la muestra de una población si es representativa

¹¹ ORDUZ, Diana Patricia. Protocolo. Universidad Pontificia Bolivariana.

¹² QUEVEDO URIAS, Héctor Adolfo. Métodos Estadísticos para la Ingeniería Ambiental y la Ciencia. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Agosto de 2006.

se pueden sacar conclusiones importantes acerca de esta población. “Sin embargo, es importante notar que la muestra debe ser aleatoria, porque de otra manera, la inferencia acerca de la población será inválida¹³”.

El cálculo del tamaño de la muestra es importante porque una muestra grande puede ser costosa y una pequeña puede ser muy pobre para el análisis.

Existen 2 tipos de muestreo¹⁴:

1. Probabilísticos: Son aquellos en los que todos los individuos tiene la misma probabilidad de ser elegidos para la muestra, entre estos métodos tenemos:

- a. Aleatorio Simple.
- b. Aleatorio sistemático.
- c. Aleatorio estratificado.
- d. Aleatorio por conglomeración.

2. No Probabilísticos: En este método se selecciona a los sujetos siguiendo criterios, estos métodos no sirven para realizar generalizaciones, entre estos métodos tenemos:

- a. Muestreo por cuotas.
- b. Muestreo intencional o por conveniencia.
- c. Muestreo Bola de Nieve.
- d. Muestreo discrecional.

¹³ TAMAYO, Martha Lucia. Alteraciones visuales y auditivas de origen genético. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Medicina, Instituto de Genética Humana y Fundación Oftalmológica Nacional. 2003.

¹⁴ TORRES PÉREZ, Carlos Aníbal. Captura de Movimientos Oculares mediante Electro-oculografía. Facultad Politécnica Grupo de Investigación en Electrónica y Mecatrónica (GIEM). 2010.

De acuerdo a cada método en particular que se utilice existen formulas para su cálculo. Para el cálculo probabilístico estratificado, que es el que usamos en este proyecto, tenemos la siguiente:

FORMULA DEL MUESTREO PARA DETERMINAR PREVALENCIAS

En Esta fórmula interviene 4 factores importantes para calcular la muestra:

- La frecuencia esperada.
- El tamaño de la población.
- La precisión exigida.
- El nivel de confianza.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{B^2}$$

Dónde n = Tamaño de la muestra.

Z = Nivel de confianza.

p = Probabilidad de tener éxito.

$q = (1 - p)$. Probabilidad de fallar.

B = Precisión o error admitido.

Cuando la población es pequeña, la muestra obtenida mediante esta última fórmula es demasiado grande, en estos casos se debe aplicar la siguiente fórmula correctora¹⁵:

$$\frac{1}{n'} = \frac{1}{n} + \frac{1}{N}$$

¹⁵ WONG. *Fundamentos de Diseño*. 2005

Donde n' = Tamaño de la muestra necesario.

n = Tamaño de la muestra según la primera de las fórmulas.

N = Tamaño de la población.

Una vez calculada la muestra se debe dividir con el mismo porcentaje en que se encuentra dentro de la población.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

En el desarrollo del proyecto se tuvo en cuentas 3 temas importantes para poder cumplir con los objetivos, el primero fue el diseño del protocolo que garantiza una buena secuencia a seguir a la hora de adquirir los datos de los estudiantes, el otro es una correcta utilización del BIOPAC MP36 para tomar los datos y el tercero es el desarrollo de un programa que grafique en 2D y 3D los datos que hemos tomado, para su posterior análisis estadístico.

3.1 DISEÑO DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

El diseño del protocolo se realiza teniendo en cuenta cada uno de los artículos contenidos en la resolución N° 008430 DE 1993 (4 DE OCTUBRE DE 1993)¹⁶ del ministerio de salud nacional de Colombia, por los cuales se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud e investigación con riesgo mínimo. Y utilizando como base, para la realización del protocolo, el proyecto de investigación de la doctora DIANA PATRICIA ORDUZ, egresada de psicología de la Universidad Pontificia Bolivariana¹⁶, quien previamente realizó investigaciones en estudiantes de pregrado, en pro de enriquecer el conocimiento en investigación, fortalecer y contribuir al desarrollo de cada una de las líneas que lo conforman.

A continuación se presenta el protocolo de evaluación, cuyo contenido se centra en instrucciones detalladas, sobre el procedimiento a seguir por parte del evaluador durante cada sesión experimental con respecto a la fase de presentación de estímulos; así como a la toma de registros fisiológicos por medio

¹⁶ ORDUZ, Diana Patricia. Protocolo. Universidad Pontificia Bolivariana.

del equipo Biopac Student Lab 3.7, durante toda la sesión.

Las letras en cursiva representan la información verbal que se le entrega al participante de la prueba.

A. BIENVENIDA Y EXPLICACIÓN DE LA SESIÓN EXPERIMENTAL

Duración aproximada: 5 Minutos.

Antes de comenzar la sesión experimental, se realiza una presentación del proyecto y las personas que lo están realizando, tal como aparece en la carta informativa que se le entrega al participante.

CARTA INFORMATIVA

ANÁLISIS DE LAS REACCIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA ÓPTICO HUMANO AL CAMBIO DE ESTÍMULOS VISUALES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA Seccional Bucaramanga
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

8 DE AGOSTO DEL 2011

Estudio Realizado por: EDGAR DANIEL RAMIREZ TORRES ID 69461

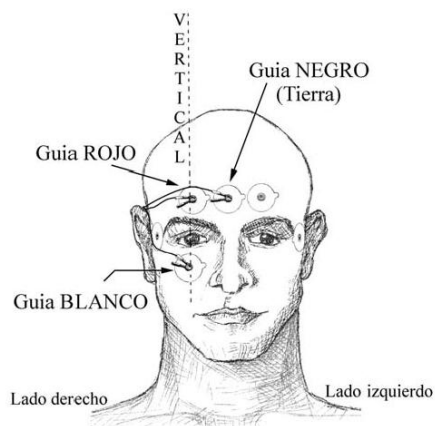
Bienvenido(a), gracias por participar en este proyecto, Mi nombre es EDGAR DANIEL RAMIREZ, ingeniero electrónico practicante, me encuentro desarrollando un proyecto de investigación asociado a medidas fisiológicas no invasivas es decir que no ocasiona ningún daño al cuerpo dirigida por el Msc. Sergio Salinas. El proyecto se desarrollará junto al ingeniero Henry Barrera, quien nos acompaña

durante toda la sesión experimental encargándose de registrar las señales fisiológicas. (Hacer esta parte más tranquilizante para el sujeto)

El propósito de este proyecto es evaluar las reacciones de las personas a estímulos visuales simples. La evaluación consiste en la observación de una serie de imágenes, y para este propósito utilizaremos un BIOPAC MP36 el cual es un dispositivo educativo de alta fidelidad que registra datos fisiológicos de forma no invasiva

Cada imagen tendrá una duración de 5 segundos en la pantalla. Durante todo el proceso de evaluación usted tendrá seis electrodos conectados a su rostro como lo muestra la figura 1.

Figura 1. Posición de los electrodos



Fuente: Lección 10 EOG BIOPAC System, INC

Estos electrodos no ocasionan ninguna clase de daño a la piel, ni al ojo y se colocaran de forma superficial en el rostro, de estos se obtendrá un registro de la actividad eléctrica del ojo; por ello es totalmente necesario que no mueva bruscamente los cables, la cabeza, no se ría o se tense, ya que esto puede

alterar el proceso de registro. Si presenta alguna inconformidad durante la prueba esta será suspendida de inmediato.

(Antes de realizar la prueba experimental se le realizará una encuesta para recolectar datos básicos como: ID, sexo, edad, programa académico, estado de ánimo, tiene alguna deficiencia visual...)

La participación en este estudio es voluntaria, si desea usted obtendrá una copia de estos resultados, usted puede elegir en cualquier momento no seguir participando de esta sin ninguna consecuencia, siéntase en libertad de realizar cualquier pregunta que con gusto le será resuelta, cualquier publicación de este estudio le puede ser enviada sin ningún problema si usted lo considera necesario

Yo, identificado/a como

Con el documento de identidad

N°

En plenas condiciones mentales, declaro que he sido informado de forma correcta sobre los procedimientos a los que puedo estar sometido como sujeto participante del experimento del proyecto referente a esta declaración.

Así mismo, soy plenamente consciente que mi participación es voluntaria y que podré retirarme en el momento que así lo desee sin necesidad de alguna explicación adicional o justificación, así como también soy consciente que los resultados derivados de los análisis tendrán un manejo totalmente confidencial de manera que no serán publicados ni mi nombre ni mi identidad.

Atentamente

Sujeto Participante

Director del proyecto.

ENCUESTA

Por favor marcar o llenar los datos de ser el caso que se piden a continuación, cualquier duda siéntase en libertad de preguntar:

1. ID: _____

2. Programa Académico: _____

3. SEXO: M ☐ F ☐

4. EDAD: _____

5. ESTADO DE ANIMO (Marcar solo una opción)

- a. LÚCIDO ☐
- b. SERIO ☐
- c. SERENO ☐
- d. MELANCÓLICO ☐

6. Presenta alguna deficiencia visual. Si ☐ No ☐

¿Cuál? : _____

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

Una vez recolectada la información de la encuesta e informado al participante sobre la forma de la prueba y la autorización del mismo para realizarla, se pasa a la fase de entrenamiento.

B. FASE DE ENTRENAMIENTO.

Duración aproximada: 5 minutos

Antes de dar paso a la prueba como tal, iniciaremos con una fase de entrenamiento con el propósito de proporcionarle claridad de la prueba y despejar posibles dudas.

En esta fase se busca que el participante tenga una cómoda y correcta posición para la prueba y despejar las dudas que tenga del procedimiento. Esta fase se realizará sin conectar ningún electrodo de medida fisiológica al sujeto; finalizado esto, se continúa con la fase de calibración del centro visual del paciente y la evaluación formal para la toma de medidas fisiológicas.

C. FASE DE CALIBRACIÓN

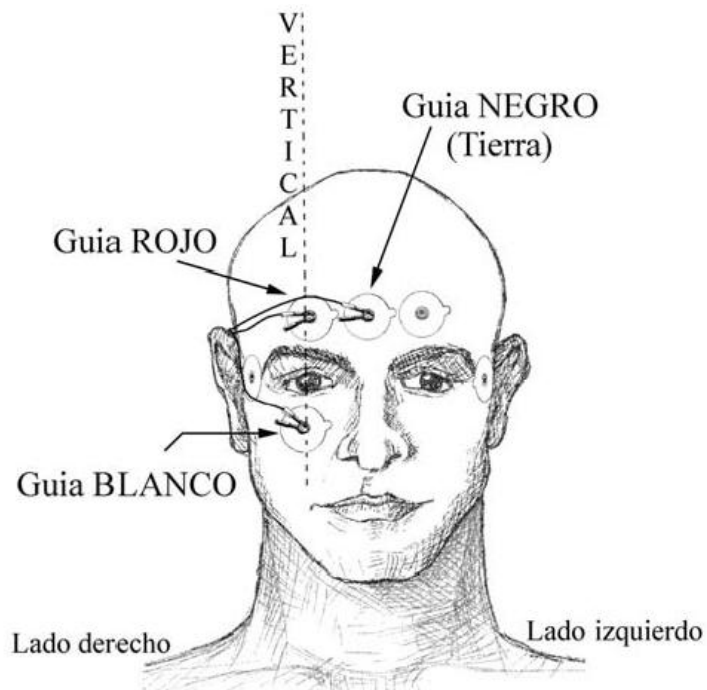
Duración aproximada: 5 minutos

Para la siguiente fase te realizaré la conexión de los electrodos. Para ello es necesario que permanezcas tranquilo(a) y relajado(a) en tu silla.

Se conecta cada uno de los electrodos SS2L pertenecientes a la lección EOG:

- Un electrodo por encima del ojo derecho y uno debajo de manera que estén alineados verticalmente, como lo muestra la figura 8.

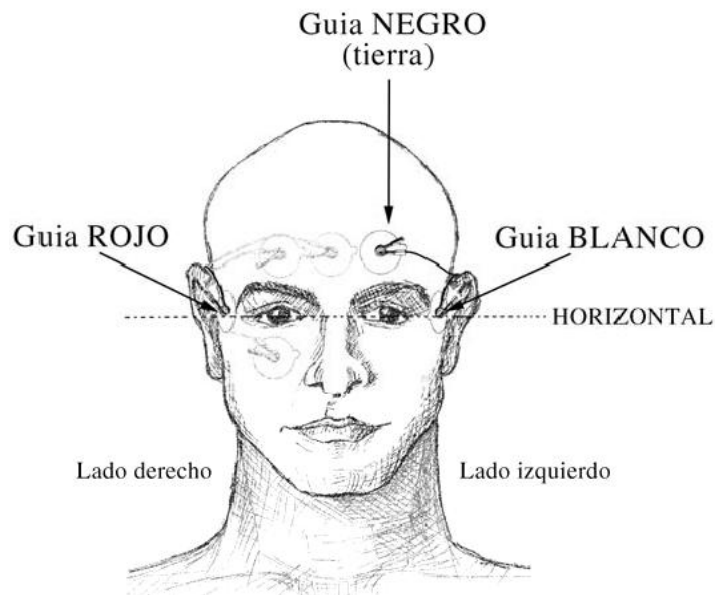
Figura 8. Colocación de las guías para canal 2 vertical



Fuente: Lección 10 EOG BIOPAC System, INC

- Un electrodo a la derecha del ojo derecho y otro a la izquierda del ojo izquierdo de tal manera que estén alineados horizontalmente, Como lo muestra la figura 9

Figura 9. Colocación de las guías para el canal 1 horizontal.



Fuente: Lección 10 EOG BIOPAC System, INC.

Nota: para adhesión óptima de los electrodos, estos deben ser colocados en la piel por lo menos cinco minutos antes del procedimiento de calibración y realizando un procedimiento de limpieza de maquillaje, sudor o cualquier otro elemento interferente.

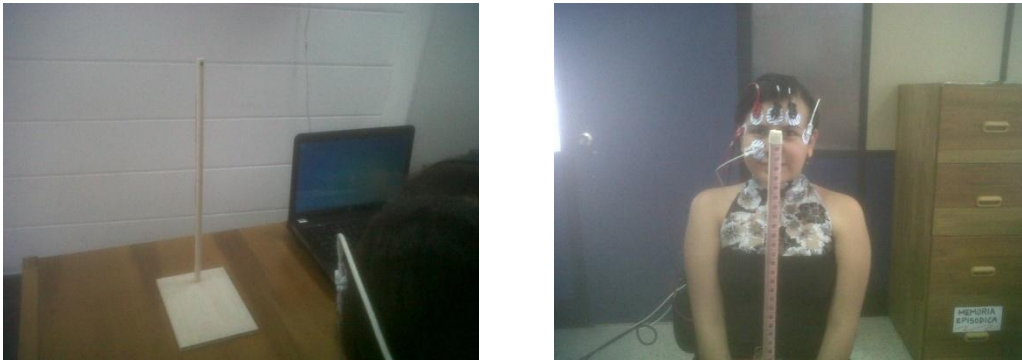
Inmediatamente después se ajusta el set de cables en cada uno de los electrodos, según el código de color, respectivamente. Cada uno de los conectores de broche en el extremo del cable necesita ser colocado en el electrodo específico.

Una vez se completa la conexión del equipo al sujeto, se calibrará su centro visual buscando que sea lo más cercano a cero posible dentro de un intervalo de -0.03 a 0.03 mV, si no se obtiene este dato no se dará paso a la evaluación formal del participante.

Para la toma de los datos de calibración se le pide al sujeto que mire en lo posible

sin parpadear el punto negro que se encuentra en el dispositivo de calibración como se ve en la figura 10.

Figura 10. Proceso de calibración

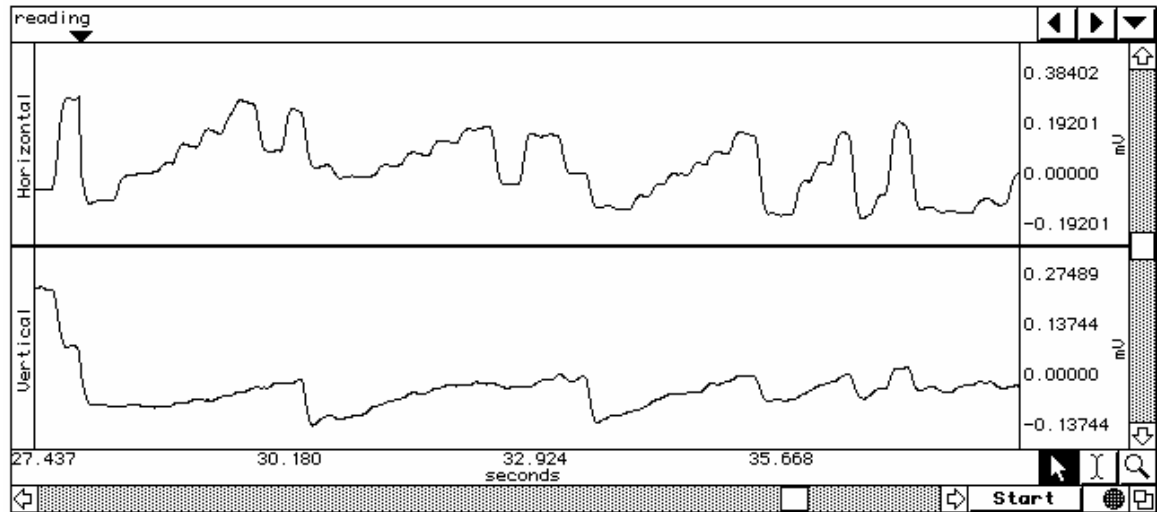


Fuente: El autor

El sujeto necesita estar relajado durante toda la calibración, que tendrá una duración de 3 segundos aproximadamente, si en la toma de datos del proceso de calibración no se obtiene un resultado adecuado, es decir tener una medida lo más aproximada a cero entre -0.03mv y 0.03mv se procederá a subir o bajar la marca del dispositivo hasta obtener una calibración.

Al final del registro de calibración de 3 segundos, deberá aparecer una onda de EOG reconocible y semejante a la de la figura 11, donde su movimiento sea lo más aproximado a cero.

Figura 11. Imagen de calibración



Fuente: El autor

Utilizando el método de calibración que se emplea en la lección 10 del BIOPAC student lab ya que esta es una señal típica del EOG. Si los datos se asemejan a la figura anterior, se procede a la sección de registro de datos. Pero si los datos muestran cualquier pico grande o pequeño, o un gran desplazamiento de la línea basal, se comprueba la correcta conexión de los electrodos y se repite el protocolo de calibración.

D. FASE DE EVALUACIÓN.

Instrucciones de conexión

Inicio de la prueba (presentación de imágenes)

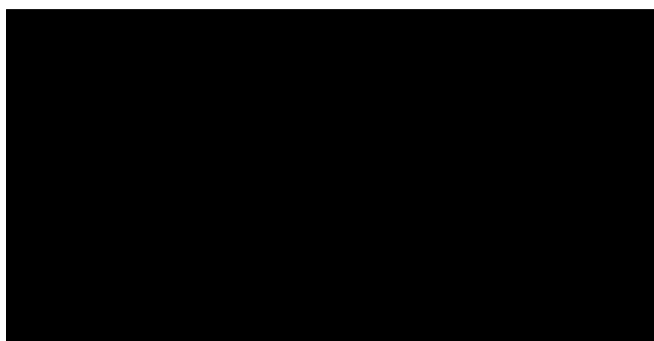
Fase de evaluación

Duración aproximada: 5 minutos

Una vez calibrado el equipo para tomar las mediciones del participante, el evaluador prepara la presentación de imágenes y anuncia a su compañero para que esté listo para iniciar el registro de señales y las marcas necesarias cada vez que cambie la imagen presentada.

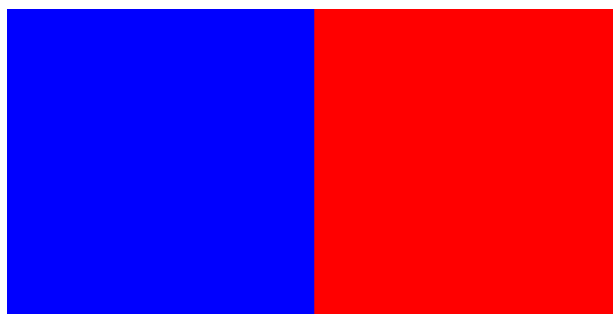
Posteriormente se inicia con la presentación de las imágenes, cada imagen se presenta con una duración de 4 segundos, partiendo de una imagen completamente negra que sirve para relajar y preparar al sujeto para la proyección de los colores de la prueba. La presentación es de la siguiente en el mismo orden de las figuras a continuación:

Figura 12. Imagen Negra



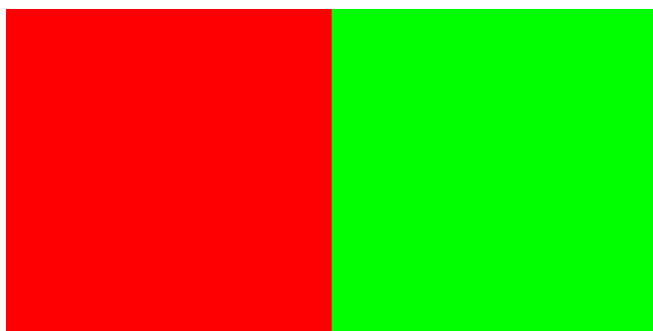
Fuente: El autor

Figura 83. Combinación del color azul-violeta y rojo división vertical.



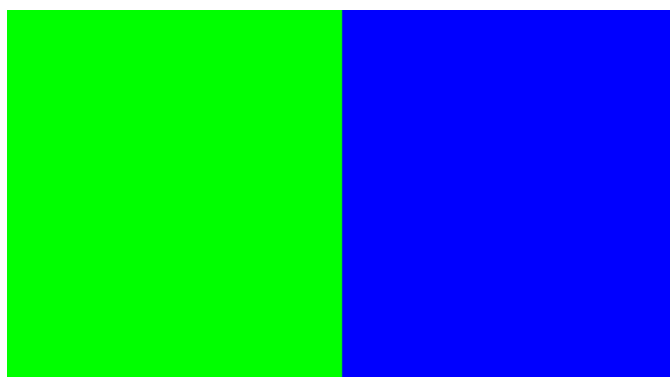
Fuente: El autor

Figura 14. Combinación del color rojo y el verde división Vertical.



Fuente: El autor

Figura 15. Combinación color verde y azul-violeta división vertical.



Fuente: El autor

Figura 16. Combinación del color azul-violeta y rojo división horizontal.



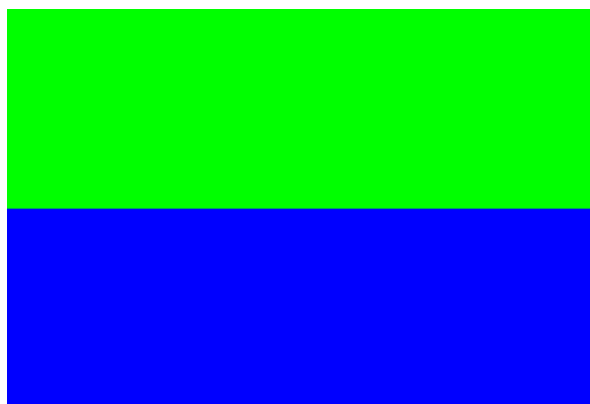
Fuente: El autor

Figura 17. Combinación del color rojo y verde división horizontal.



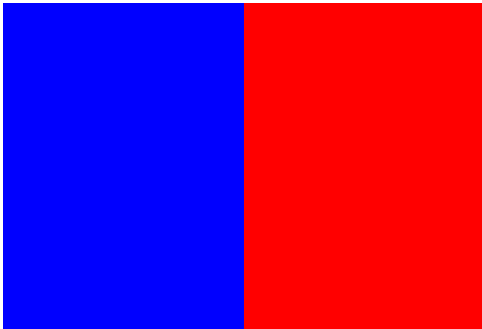
Fuente: El autor

Figura 18. Combinación del color verde y azul-violeta división horizontal



Fuente: EL autor

E. CRITERIOS DE PRESENTACIÓN



Una vez la persona se encuentra conectada al BIOPAC con su correcta calibración y su estado es relajado, se le presentara una imagen negra con una duración de 4 segundos, seguida por las 6 imágenes de colores con una duración de 4 segundos cada una.

Por último se retiran los electrodos y residuos de gel por medio de un paño húmedo o alcohol.

Muchas gracias por su colaboración, le recuerdo que los resultados obtenidos en este estudio son de carácter confidencial y solo serán utilizados para fines investigativos sin revelar su nombre. Puede retirarse de la sala de experimentación.

3.2 DISEÑO DEL PROTOCOLO DEL ELECTRO-OCULOGRAMA

El diseño del protocolo del electro-oculograma se basa en la buena utilización del BIOPAC MP36, para esto se tienen en cuenta factores como: los materiales a utilizar, la calibración y la forma de adquirir los datos con este dispositivo educativo.

3.2.1 Materiales

Dos juegos de cables de electrodo BIOPAC (SS2L).

Electrodos desechables de vinilo BIOPAC (EL503), 6 electrodos por sujeto.

Gel electrodo BIOPAC (GEL1) paño adhesivo (ELPAD) o loción de limpieza.

Computador portátil.

Biopac Student Lab 3.7.1.

Unidades de adquisición BIOPAC (MP36).

Transformador BIOPAC (AC300A o AC100A).

Cable serial BIOPAC (CBLSERA) o cable USB (USB1W) si utiliza el puerto USB.

3.2.2 Procedimiento de conexión

Se enciende el computador (PC), se revisa la unidad BIOPAC MP36 la cual debe estar apagada pero conectada a su PC, luego se conectan los dos juegos de cable de electrodo (SS2L) en los canales 1 y 2 respectivamente del BIOPAC MP36 y enseguida se energiza.

Una vez en funcionamiento el BIOPAC MP36 se coloca los electrodos al sujeto como se muestra en la figura 10.

Se debe asegurar que los cables no se tiren ni arrastren los electrodos; para esto se deben colocar los clip de los juegos de electrodos en un lugar conveniente, de tal forma que los cables no queden tensionados. El sujeto no debe estar en contacto con ningún objeto metálico y debe retirar cualquier accesorio o pulseras de la muñeca y tobillos.

3.2.3 Calibración

1. Se asegura que los electrodos estén adheridos firmemente a la piel del sujeto y que todo este correctamente conectado.
2. El sujeto debe estar relajado durante el procedimiento de calibración, sus brazos, piernas y sobretodo cabeza necesitan estar relajados de tal manera que la señal del músculo no corrompa la señal EOG.

3.2.4 Registro de Datos

Tenga en cuenta:

- a) El sujeto no debe reírse durante todo el segmento de registro
- b) El sujeto debe estar en una posición relajada en cada segmento del registro
- c) Al sentarse debe hacerlo en una silla, con los brazos relajados y apoyados en el descenso de la silla
- d) El sujeto debe estar lo más inactivo posible ya que el electro-oculograma es muy sensible a cambios de voltaje causados por la contracción de los músculos faciales.

Una vez seguidos estos pasos se continúa dando click en el botón "Adquirir" para iniciar el registro, cuando se desee detener la adquisición de los datos se oprime el botón "Suspender". Para tomar de nuevo el registro se presiona el botón "Repetir". Tenga en cuenta que una vez presione el botón repetir, los datos que registro antes serán borrados.

Una vez finalizado el registro de datos, puede escoger la opción "registrar a otro sujeto", si es así, siga los mismos pasos y escoja un nuevo nombre de archivo único para el sujeto nuevo. Remueva los cables y los electrodos del sujeto y deséchelos (los electrodos Biopac no son reusables).

Duración total aproximada: 20 minutos

FIN DEL REGISTRO

3.3 CRITERIOS DE ELECCIÓN DE IMÁGENES

La elección de las imágenes se hizo utilizando una combinación de los colores a analizar, y ubicándolos en ambos lados por cada combinación es decir en uno al lado derecho y en el otro al lado izquierdo.

Los colores a utilizar fueron:

COLOR ROJO

MATIZ	0
SATURACION	240
LUMINOCIDAD	120
ROJO	255
AZUL	0
VERDE	0
PIXELES	237x237

COLOR AZUL

MATIZ	80
SATURACION	240
LUMINOCIDAD	120
ROJO	0
AZUL	255
VERDE	0
PIXELES	237x237

COLOR VERDE

MATIZ	160
SATURACION	240
LUMINOCIDAD	120
ROJO	0
AZUL	0
VERDE	255
PIXELES	237x237

Las imágenes son presentadas con el fondo del color solido a lo largo de la proyección y en un computador con una resolución de 1366X768 pixeles.

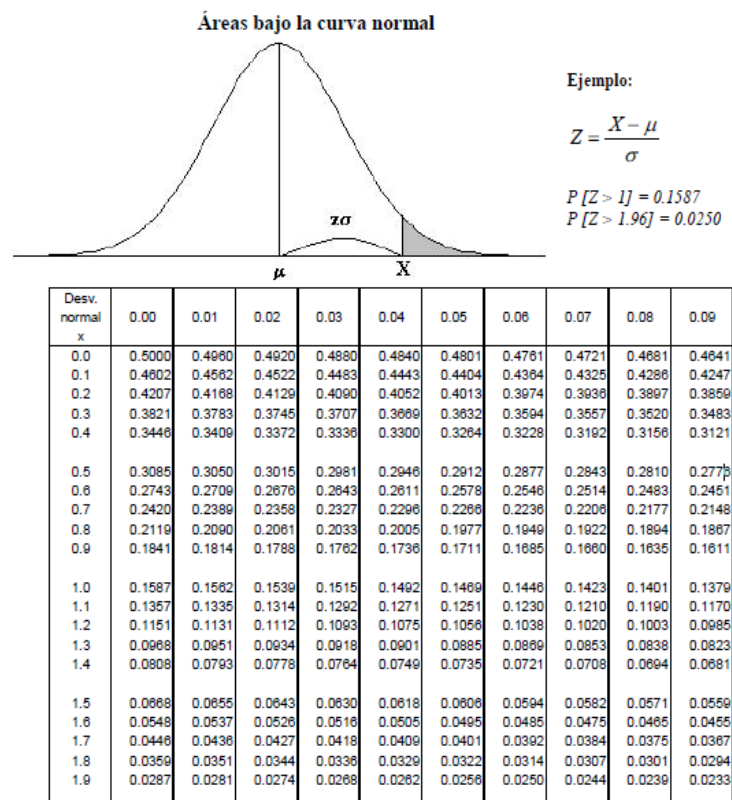
3.4 CÁLCULO DE LA MUESTRA

POBLACIÓN: La población de este proyecto es de 3858 personas, que corresponden a todos los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, matriculados en el primer semestre del 2011 entre los 18 y 25 años, según datos consultados el 27 de julio en la oficina de planeación de la universidad.

Ante lo complicado de poder realizar la prueba con todos los estudiantes de la universidad entre los 18 y 25 años por lo extenso de la prueba, se decide tomar una muestra representativa de ésta.

El cálculo de la muestra se realiza utilizando un dato poblacional conocido, con un error máximo del 10% y tomando aproximadamente el 95% de los datos para calcular su desviación normal la cual calculamos de la siguiente forma: El área de la curva es dividida en mayor y menor donde el mayor es lo que tomamos es decir aproximadamente el 0.9495 y el menor es lo que descartamos es decir aproximadamente el 0.0505 y basándonos en la Figura 19 la cual toma el área a descartar para calcular la desviación normal. Podemos afirmar que para aproximadamente el 95% de los datos se utilizara una desviación normal de 1.64.

Figura 19. Tabla cálculo de la desviación normal



Fuente: http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/joser//docencia/estad2/est2-tablas-imp.pdf

Con los datos anteriores y teniendo en cuenta una probabilidad de éxito del 50% y de fracaso del otro 50% la muestra de estudiantes para que sea representativa tendría que ser de:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{B^2}$$

$$n = \frac{1.64^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.1^2}$$

$$n = 67.24 \text{ estudiantes}$$

Al aplicarle la corrección poblacional a este resultado nos da Como resultado final para una muestra representativa de:

$$\frac{1}{n'} = \frac{1}{n} + \frac{1}{N}$$

$$\frac{1}{n'} = \frac{1}{67.24} + \frac{1}{3858}$$

$$n' = 66.08 \text{ estudiantes}$$

$$n' \approx 67 \text{ estudiantes}$$

Esto significa que para poder tener una prueba significativa de la población de la universidad se debe realizar la prueba a 67 estudiantes entre los 18 y los 25 años, teniendo en cuenta la proporción de estudiantes por carreras es decir utilizar la misma proporción de estudiantes por carrera en la población que en la muestra, esto se cálculo de la siguiente manera:

Primero se usa el porcentaje de población de estudiantes de Administración de empresas dado por planeación de la universidad, es decir de la población total de estudiantes entre 18 y 25 años matriculados para el segundo semestre del 2011 existen 235 matriculados en la carrera de Administración de empresas, esto corresponde a un 6,09% de la población total como lo muestra la formula siguiente

$$3858 \rightarrow 100\%$$

$$235 \rightarrow X$$

$$X = 6,09\%$$

Ahora, si tomamos este porcentaje para la muestra nos daría un dato aproximado de 4 estudiantes que son los que se tomarían de esta facultad para que la muestra sea representativa.

$$67 \rightarrow 100\%$$

$$X \rightarrow 6.09\%$$

$$X \rightarrow 4,08 \text{ estudiantes}$$

$$X \approx 4 \text{ estudiantes}$$

Con estos mismos procedimientos se calcula la proporción de estudiantes participantes por carreras para que la prueba sea significativa.

Estas proporciones son las siguientes:

FACULTAD	DATOS (estudiantes)	
	Población	Muestra
Administración de empresas	235	4
Administración de negocios internacionales	287	5
Comunicación Social y periodismo	348	6
Derecho	319	5
Ingeniería Civil	550	10
Ingeniería Electrónica	217	4
Ingeniería Industrial	937	15
Ingeniería Informática	72	2
Ingeniería Mecánica	251	4
Ingeniería Sanitaria y ambiental	260	5
Psicología	382	7
TOTAL	3858	67

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO

Una vez desarrollado un protocolo inicial para la toma de los datos, con previa información y autorización de los participantes, se comienza a implementar éste en los estudiantes para ver el comportamiento de los mismos y analizar los datos que arroja estas pruebas y modificar el protocolo de ser necesario hasta tener unos resultados que arrojen la mayor información y así poder analizar el cambio eléctrico de los movimientos visuales de los participantes al estímulo visual de colores primarios de la luz.

4.1 PRUEBAS PILOTO

1. Durante las primeras pruebas hechas con el EOG aplicando el protocolo de toma de datos se demuestra la importancia de tener una perfecta ubicación de la persona a analizar y el computador que va a proyectar las imágenes.

Durante las primeras pruebas hechas en los laboratorios de electrónica se utilizó un portátil de 10,2 pulgadas para efectuar las pruebas a una distancia de 70 cm del rostro de la persona y la ubicación fue ligeramente arriba del centro visual de la persona ocasionando un inconformismo en la prueba. Por esto se descarta estas pruebas y se procede a tomarlas nuevamente utilizando una mejor ubicación del paciente, y el tipo de computador. En esta prueba se pasaron 4 imágenes tres con duración de 4 segundos que son la combinación de los colores a evaluar (con una división vertical) y la primera de 8 segundos con un fondo negro que hace de imagen de prueba que ayuda al participante a relajarse y a acostumbrarse a la prueba.

Para solucionar este problema se decide tomar un computador de 15,4 pulgadas y ubicarlos a la misma altura del centro del ojo de la persona y ubicando el centro de

la pantalla del computador en dirección a la nariz de la persona a una distancia de 50 cts. Entre la persona y el computador.

2. En la segunda prueba se corrigen los errores de la prueba anterior, se decide proyectar las imágenes en un computador más grande de 15,4 pulgadas a una distancia de 50cm de la persona ubicando su mirada en el centro de la pantalla, teniendo especial cuidado en la ubicación de la persona, en esta prueba se proyectan 4 imágenes una de fondo negro de duración 8 segundos, otra de una combinación de rojo y azul con duración 4 segundos, otra con la combinación de rojo y verde con duración de 4 segundos y la ultima una combinación de verde y azul con duración de 4 segundos, las imágenes están divididas verticalmente.

Esta prueba fue más satisfactoria y para poder asegurar una mejor eficiencia y mas fidelidad en los datos se decide realizar otras pruebas que tuviera una imagen de calibración previa que será la de fondo negro diciéndole al paciente que durante esta mire al frente para calcular el centro más aproximado para cada participante y agregarle tres imágenes más con la combinación de las colores pero en una división horizontal para mejorar la fidelidad de la prueba.

3. Esta prueba despejo muchas dudas en el cálculo del centro de las personas porque el centro no era fácilmente calculable y se especulo con la necesidad de hacer un promedio de estos datos además se hicieron pruebas de los datos con un nivel de DC que lo cual descarto su utilización por que genera más incertidumbre en la prueba que con el filtro pasa bajo que genera el dispositivo BIOPAC MP36.

Después de estos análisis el protocolo de calibración y de evaluación quedo de la siguiente manera:

Se proyectará una imagen inicial con una duración de 3 segundos de fondo negro con un punto blanco en el centro que servirá de calibración, a los datos obtenidos de esta imagen se le sacará un promedio que será la medida que restaremos a todos datos obtenidos para ser más exactos en la prueba, seguida esta imagen se proyecta una imagen negra de 4 segundo de duración para relajar y preparar al participante seguido de tres imágenes de los colores a analizar con una división vertical y tres de los mismos colores con una división horizontal todas estas con una duración de 4 segundos.

4. Se decide dejar el protocolo y las imágenes tal cual se define al final de la prueba numero 3 pero la calibración sigue siendo imprecisa ya que en las pruebas a las primeras 4 personas se nota que la cercanía al cero es muy imprecisa y variable para cada participante, debido a la cantidad de ruido y error que presenta la prueba desde el mismo ruido del equipo de adquisición, la colocación de los electrodos la posición del computador la ubicación de la persona etc. Por esto para poder seguir adelante con el proyecto se decide colocar una imagen de calibración previa de fondo negro y punto central en blanco antes de comenzar la prueba, además de buscar que el portátil quede en una ubicación más elevada al centro del rostro para que los movimientos verticales sean significativos, y agregarle al resultado final de la prueba un 3% de error que es lo que tomaremos como error máximo permitido de calibración del cero de la prueba.

Quedando el protocolo de la siguiente manera, se ubica al paciente en una silla cómoda preferiblemente con cabecero, se le colocan los electrodos teniendo especial cuidado en los electrodos rojos y blancos que son los que nos dará la medición vertical y horizontal para los movimientos oculares (utilizando un nivel), se coloca el portátil a una distancia de 40 centímetros entre el rostro y el computador, se le proyecta la diapositiva de calibración con una duración de 3 segundos y se analizan los datos para ver si toca mejor postura del participante o de los electrodos de ser el caso, se proyecta nuevamente la prueba de calibración

para corroborar la mejoría, una vez terminada la calibración se procede a pasarle la prueba al participante, para garantizar lo significativo de la prueba ante la imposibilidad de poder tener una calibración en cero por el ruido y error de todo el sistema que se utiliza al resultado final a las pruebas se le tiene en cuenta un 3% de error de calibración a la hora de dar una conclusión.

5. Para esta prueba se le pide la colaboración al área de psicología para que nos permita el uso de la sala del A403 para poder realizar la prueba por ser un lugar tranquilo y que no presenta distracciones para los participantes como los laboratorios de electrónica.

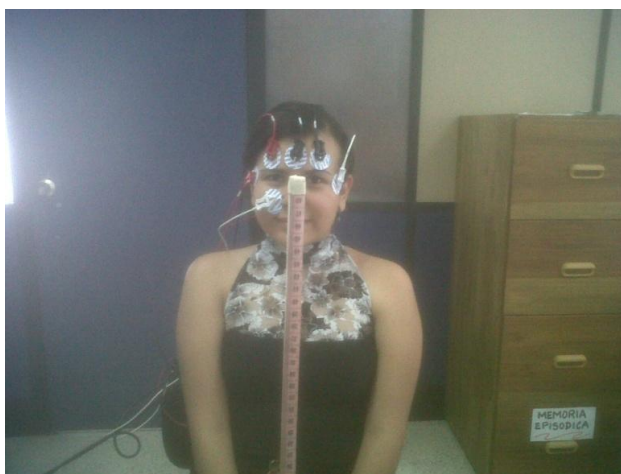
Para mejorar el proceso de calibración se diseña y se elabora un dispositivo de calibración Figura 20 que consiste en un balso redondo vertical con una marca negra que se desplaza por toda la vertical Figura 21 , de esta manera se le pide al participante en la prueba mirar fijamente la marca si los datos obtenidos no son los deseados se procede a modificar la marca hasta encontrar unos datos de calibración óptimos para poder realizar la prueba es decir cuando los datos tomados de calibración para la variable horizontal y vertical tengan un valor entre -0.03 y 0.03 mv, esta fue la última prueba que se realizo ya que los datos que se obtuvieron fueron satisfactorios tanto en la calibración como en la fase de evaluación de la prueba.

Figura 20. Dispositivo de calibración



Fuente: El autor

Figura 21. Prueba de calibración



Fuente: El autor

Ya definido el protocolo que se utiliza para la toma de datos, se comienza con la convocatoria de los estudiantes que harán parte de la prueba según la muestra calculada.

5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los datos obtenidos por el BIOPAC MP36 de cada persona que realiza la prueba se dan en 2 vectores: el primero es el recorrido en el eje “x” este recorrido es registrado por el canal 1 del Biopac MP36, el segundo en el eje “y” este recorrido es registrado por el canal 2 del Biopac MP36, estos datos nos representan el recorrido que realiza el ojo durante la prueba. Como sabemos por el protocolo, la prueba tiene una duración de 4 segundos para el negro de ajuste y 4 segundos para las imágenes de colores con divisiones horizontales y verticales para un total de 28 segundos es decir 28000 muestras para la prueba. Los datos son tomados por el BIOPAC MP36 con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz, es decir se toman 1000 muestras por segundo de la prueba. Estos datos son adquiridos por el BIOPAC MP36 en un formato. ACQ (formato del BIOPAC) pero se debe guardar en un formato .txt (para utilizarlo en matlab).

5.1 PROGRAMA EN MATLAB PARA GRAFICAR LOS RESULTADOS

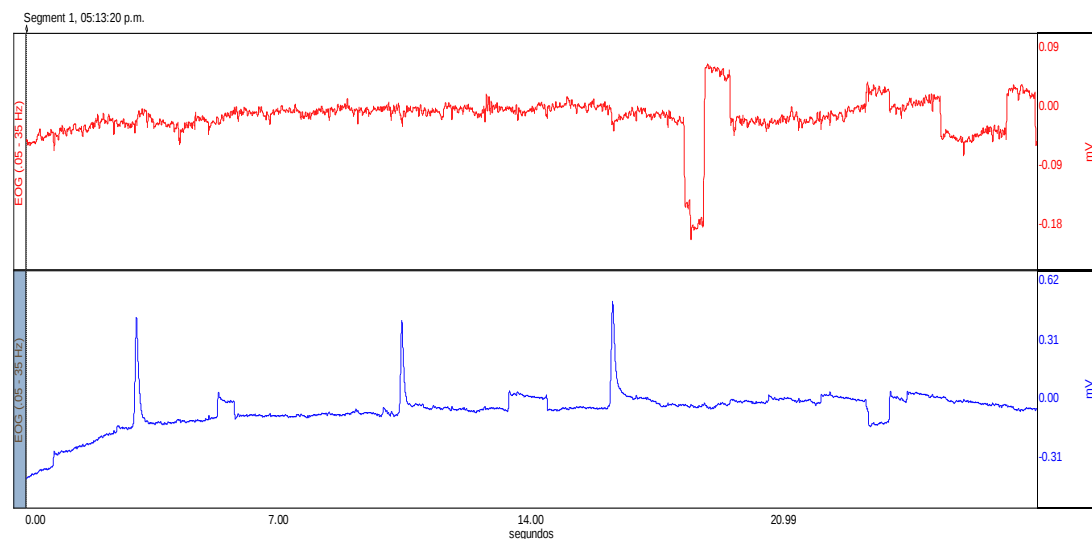
Para poder lograr graficar estos datos en 2D y 3D y de esta manera cumplir con los objetivos propuestos para el proyecto se desarrolla un programa en matlab (ANEXO B) que nos ayuda a visualizar los resultados tomando los datos obtenidos de la prueba de EOG graficándolos en un eje “X”, “Y”. Este programa se encarga de calcular el número de muestras positivas de la prueba y el numero de muestras negativas durante los intervalos de tiempo en que se proyectaron las imágenes de la prueba, dándole el color que sea dominante durante el movimiento de cada diapositiva, además de relacionar estos resultados con el tiempo para poder desarrollar las graficas en 3D. Otra parte importante del programa desarrollado es el tomar el número de muestras tanto positivas y negativas haciéndole una relación por colores y dar un resultado porcentual de cuál fue el color dominante

de la prueba. Una vez se ejecuta el programa matlab abren 4 figuras, la primera es el movimiento en 2D durante la pantalla negra, la otra son los movimientos oculares en 2D y 3D de las imágenes con división vertical, la tercera es el movimiento ocular en 2D y 3D durante la proyección de las imágenes con división horizontal y la cuarta es una torta porcentual del movimiento ocular por colores.

Para la presentación de los resultados parciales de cada estudiante se decidió tener en cuenta la siguiente información,: la señal del movimiento ocular, la figura en 2D y 3D de los imágenes con división horizontal y vertical y una torta porcentual por colores del color que fue más visto por el estudiante.

Por ejemplo en el caso del estudiante ANDREA JULIANA de la escuela de ingeniería Industrial su señal de EOG durante la prueba se puede ver en la Figura

Figura 22. Movimiento ocular eog durante la prueba



Fuente: El autor

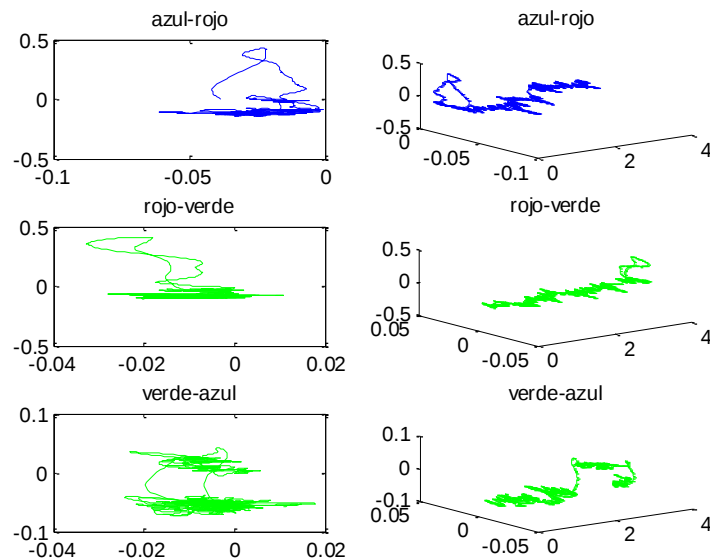
Este movimiento ocular se le hace un ajuste de cero, de -0.01mv el cual se corrige en el programa (ANEXO B) para poder tener los datos más significativos de la prueba debido a diferentes problemas de ruido que bien se tratan de corregir

en el proceso de calibración pero no se pueden eliminar, como lo son la diferencia de potencial que presenta cada persona en su cuerpo, la ubicación de los electrodos, la ubicación del computador, la iluminación de la sala a diferentes horas del día, etc.

Sus Imágenes en 2D y 3D del movimiento ocular son las siguientes:

a. Con división vertical: Como lo muestra la Figura 23 el movimiento ocular durante la presentación de las diapositivas con división vertical fue en su mayoría hacia la parte del color verde, las imágenes en 3D también refieren lo mismo, para poder apreciar mas el movimiento ocular en 3D se recomienda tomar la imagen de matlab (CD del proyecto) y rotarla para tener más idea de este movimiento.

Figura 23. Imágenes movimiento en 2d y 3d con división vertical

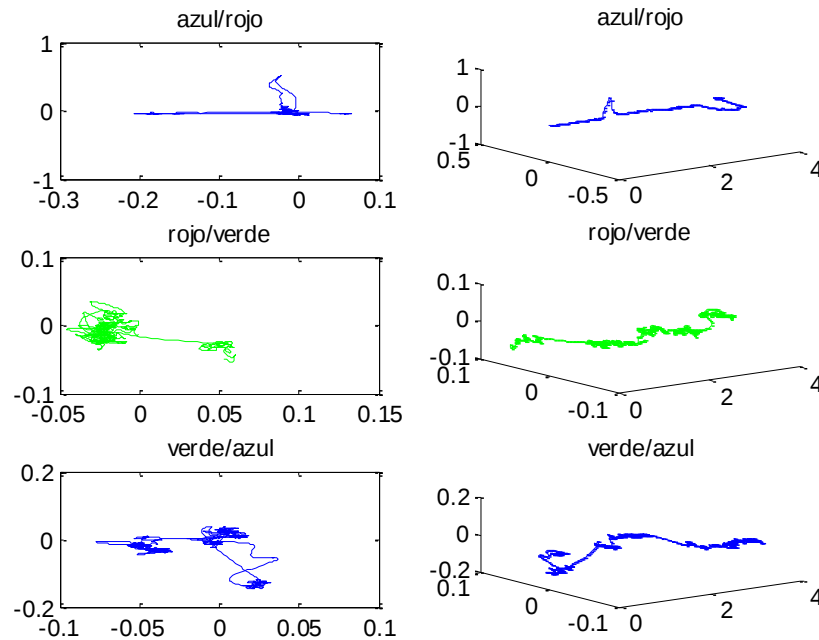


Fuente: El autor

b. Con división horizontal: Como lo muestra Figura 24, los datos horizontales no general mucha información relevante para este proyecto ya que la apreciación del movimiento es mínima casi despreciable, debido a que el rango visual de las

personas es mayor generando muy pocos movimientos oculares verticales, y por el contrario puede agregarle muchos errores al calculo que se está haciendo, por esto se generan las imágenes obtenidas tanto en 2D como en 3D pero no se van a tener en cuenta en el resultado parcial de los estudiantes.

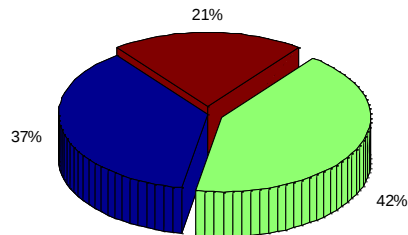
Figura 24. Imágenes movimiento en 2d y 3d con división horizontal



Fuente: El autor

c. Resultado por colores y por porcentajes: Para obtener este resultado se le agrego al programa en matlab una parte que se encargara en tomar el número total de muestra de la prueba y calcule cuales fueron positivas y cuales negativas en cada intervalo de tiempo por colores de cada diapositiva, haciendo un global y mostrando los resultados por porcentajes y en forma de torta como lo muestra la Figura

Figura 25. Resultados parcial por colores de la prueba



Fuente: El autor

Por eso de este estudiante se puede concluir parcialmente que su afinidad visual o que tardo más tiempo mirando el color verde en segunda instancia el azul y por último el rojo.

Los resultados de los demás estudiantes a los que se les realizo la prueba con su señal de EOG, sus graficas en 2D y 3D además del resultado porcentual por color se encuentran en los (ANEXO C)

5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Para el manejo y análisis de los datos cuantitativos de la investigación se decide hacer un análisis por porcentajes, colocando todos los resultados parciales de los estudiantes en una tabla por sus porcentajes y por colores para hacer el análisis.

Los resultados obtenidos para los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana son los siguientes se muestran en la tabla de la figura 26.

Como se puede observar en la figura 26, el número total de pruebas validas para el cálculo fue de 63 sobre la muestra de 67 personas ya que 4 de las pruebas se anularon por inconsistencia de datos. La suma de los porcentajes parciales de las muestras por colores de los participantes nos dará el resultado en porcentaje visto por los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana entre las edades de 18 y 25 años.

Figura 26. Tabla de resultados de la investigación.

N.	SEXO	EDAD	ANIMO	NOMBRE	CARRERA	COLOR		
						ROJO	AZUL	VERDE
1	F	21	L	Laura Ortégón	Comunicación	36%	31%	33%
2	F	20	L	Mary	Comunicación	16%	60%	24%
3	F	19	SN	Natalia Valencia	Comunicación	26%	39%	35%
4	F	22	SN	Tatiana	Comunicación	55%	22%	23%
5	F	21	SN	Mónica Farfán	Comunicación	34%	33%	33%
6	M	23	SN	Jonatán	Comunicación	34%	33%	33%
7	M	21	L	Jairo	Derecho	33%	33%	34%
8	M	24	S	Danilo	Derecho	33%	34%	33%
9	F	18	SN	Laura	Derecho	34%	33%	33%
10	F	19	SN	Ángela Gamboa	Derecho	33%	33%	34%
11	F	22	SN	Johana Nieves	Ing. Ambiental	33%	25%	42%
12	F	20	L	Laura	Ing. Ambiental	33%	34%	33%
13	F	20	L	Karen Ortiz	Ing. Ambiental	33%	33%	34%
14	F	24	L	Jhonana Alarcón	Ing. Ambiental	33%	34%	33%
15	M	22	SN	Carlos Alberto	Ing. Civil	26%	37%	37%
16	M	19	S	Gabriel Pimiento	Ing. Civil	29%	34%	37%
17	F	20	S	Ladys Torres	Ing. Civil	43%	29%	28%
18	M	19	SN	Luis Lozano	Ing. Civil	36%	48%	16%
19	M	19	SN	Luis Gómez	Ing. Civil	63%	32%	5%
20	M	19	SN	Nicolás Barbosa	Ing. Civil	20%	45%	35%
21	F	21	L	Shetley Rincón	Ing. Civil	37%	33%	30%
22	F	19	L	Yeiner Cuello	Ing. Civil	29%	35%	36%
23	M	23	SN	Geiman	Ing. Civil	33%	34%	33%
24	F	19	SN	Ángela	Ing. Civil	49%	28%	23%
25	M	23	SN	Iván	Ing. Electrónica	21%	53%	26%
26	M	24	SN	Jose David	Ing. Electrónica	47%	21%	32%
27	F	25	SN	Natalia Calderón	Ing. Electrónica	33%	33%	34%
28	M	24	L	Jorge Mario	Ing. Electrónica	33%	34%	33%

29	F	20	SN	Andrea Juliana	Ing. Industrial	21%	37%	42%
30	F	19	L	Yelly	Ing. Industrial	23%	52%	25%
31	F	22	L	Samara	Ing. Industrial	23%	40%	37%
32	M	19	L	Rolando	Ing. Industrial	17%	24%	59%
33	F	21	SN	Maria Camila	Ing. Industrial	32%	34%	34%
34	M	21	S	Alvaro Angarita	Ing. Industrial	29%	19%	52%
35	F	20	L	Andrea Salazar	Ing. Industrial	37%	44%	19%
36	F	22	SN	Andrea Ayala	Ing. Industrial	16%	23%	61%
37	M	19	L	Juan Zambrano	Ing. Industrial	36%	30%	34%
38	M	21	L	Luis Celis	Ing. Industrial	32%	15%	53%
39	F	19	L	María Lucia	Ing. Industrial	31%	34%	35%
40	M	22	SN	Ronald	Ing. Industrial	17%	24%	59%
41	F	20	L	Sandra	Ing. Industrial	23%	40%	37%
42	F	21	L	Andrea Ayala	Ing. Industrial	33%	34%	33%
43	F	21	L	Adriana Sierra	Ing. Industrial	34%	33%	33%
44	M	19	S	Luigi	Ing. Informática	60%	34%	6%
45	M	19	S	Brian Rey	Ing. Informática	34%	33%	33%
46	M	19	SN	Andrés	Ing. Mecánica	28%	21%	51%
47	M	20	SN	Jair	Ing. Mecánica	60%	31%	9%
48	M	20	SN	Jonatán Uribe	Ing. Mecánica	28%	48%	24%
49	M	19	S	Elio Lozano	Ing. Mecánica	33%	34%	33%
50	F	18	SN	Claudia	Negocios	37%	35%	28%
51	F	18	SN	Luz Mery	Negocios	21%	59%	20%
52	F	18	S	Maritza	Negocios	35%	41%	24%
53	F	18	SN	Paola	Negocios	20%	63%	17%
54	M	19	SN	Zaskia Benjumea	Negocios	33%	33%	34%
55	F	21	L	Angélica Moreno	Psicología	42%	10%	48%
56	M	21	SN	Ismael	Psicología	34%	28%	38%
57	F	24	SN	Ivonne Rodríguez	Psicología	44%	39%	17%
58	M	24	L	Omar Torrado	Psicología	38%	54%	8%
59	F	25	SN	Paula Perez	Psicología	29%	41%	30%
60	F	21	SN	Silvia Guzmán	Psicología	33%	33%	34%
61	F	19	SN	Mary Olarte	Psicología	33%	34%	33%
62	M	22	L	Pedro Ordoñez	Administración	33%	34%	33%
63	M	18	L	Juan Flórez	Administración	33%	34%	33%
PORCENTAJES TOTALES						32.96%	34.84%	32.19%

Fuente: El autor

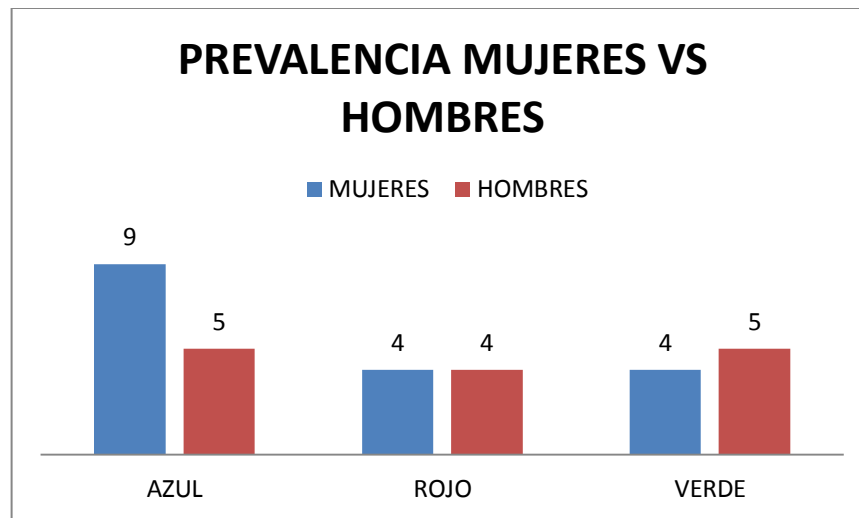
La suma total de los porcentajes para los 63 alumnos incluyendo las pruebas que se repartieron homogéneamente es de 100%, es decir que con el rojo, su porcentaje durante toda la prueba fue del 32.96% del tiempo de la prueba para todos los estudiantes, el color azul presenta un 34.84% del tiempo de la prueba, y para el verde el 32,19% del tiempo de la prueba.

6. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en la muestra se infiere que los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga en edades entre 18 y 25 años no presentan una preferencia global hacia un color específico (rojo- azul-verde) ya que sus porcentajes no presentan una diferencia significativa, es decir ningún color presenta un porcentaje mayor o igual al 40% . Sin embargo 31 alumnos de la prueba presentan preferencia por algún color en particular, dado que concentra la observación en dicho color por más del 40% del tiempo de la prueba.

2. Al analizar los resultados obtenidos de los alumnos que presentaban alguna preferencia, se observa que 17 son mujeres que equivale al 27% de la muestra (9 mujeres tuvieron preferencia por el color azul que equivale al 14.2%, 4 por el rojo y 4 por el verde que equivalen cada uno al 6.3%). 14 estudiantes con preferencia eran hombres que equivalen al 23% de la muestra (5 al color azul que equivale al 7.9% de la muestra, 4 color rojo que equivale al 6.3% y 5 al color verde que equivale al 7.9%), Como se pueden apreciar en la siguiente figura 27. Además de que se puede concluir que las mujeres que presentan alguna prevalencia se inclinan por el color azul, mientras los hombres no tienen ninguna prevalencia específica.

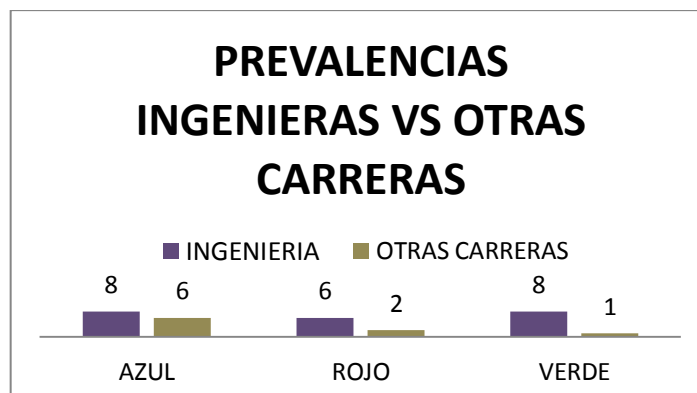
Figura 27. Prevalencia mujeres vs hombres



Fuente: El autor

3. De los estudiantes que presentaron prevalencias 22 eran de ingeniería que equivale al 34.9% de la muestra y 9 pertenecían a las demás carreras que equivale al 14.2%, y donde los estudiantes de ingeniería no se inclinaron por ningún color en especial mientras que los de otras carreras prefirieron el azul, además de que se puede concluir también que los estudiantes de ingeniería tienen más prevalencia al color verde que los de otras carreras, Como se puede apreciar en la figura 28.

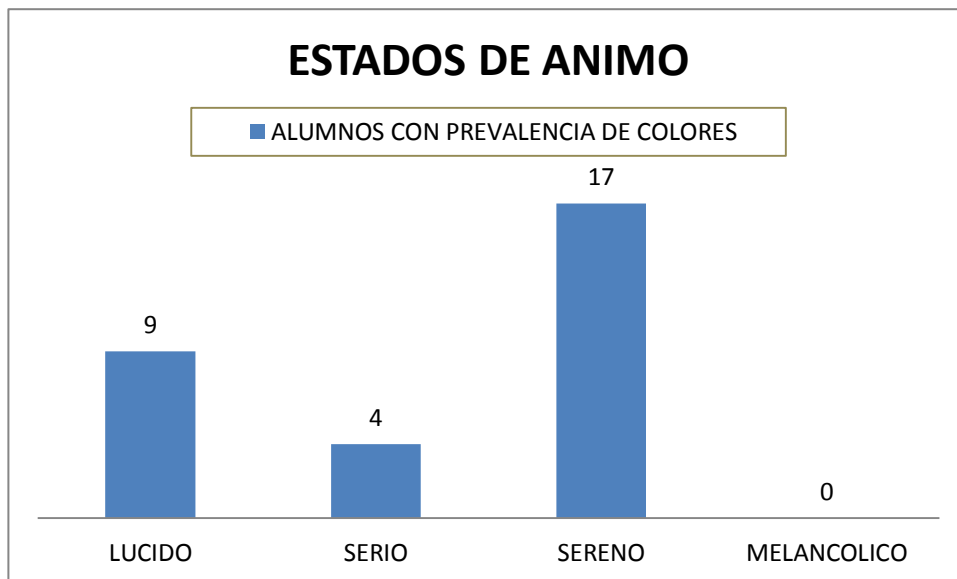
Figura 28. Prevalencia ingenierías vs otras carreras



Fuente: El autor

4. De los estudiantes que presentan algún tipo de prevalencia, 17 se encontraban en un estado sereno que equivalen al 26.9% de la muestra, mientras que lucidos eran 9 estudiantes que equivalen al 14.2% de la muestra y 4 estudiantes que equivale 3.17% de la muestra estaban en un estado serio, sin aparecer ningún participante melancólico. Siendo sereno el estado dominante de los participantes con prevalencia a un color.

Figura 29. Estados de ánimo

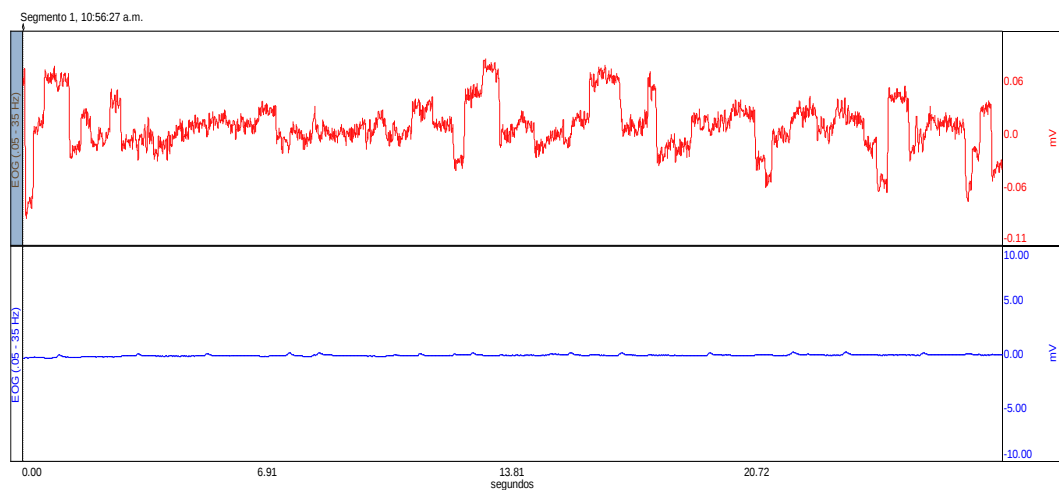


Fuente: El Autor

Además basándonos en la teoría de Goethe la punta de la pirámide sería el color azul, el cual tiene mayor porcentaje de prevalencia en la investigación, seguido del rojo que se encuentra en el extremo izquierdo del triángulo haciendo que se presenten alumnos en un estado lucido, pero el verde también interviene en la prueba y es un porcentaje nada despreciable de la prueba por esto, se puede concluir que los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana se pueden catalogar dentro un estado sereno aplicando la teoría de Goethe.

5. Teniendo en cuenta los datos que nos suministra el BIOPAC sobre los movimientos con respecto al eje horizontal y vertical Figura se observa que los movimientos verticales es decir sobre el eje horizontal que se representa en la figura en azul son imperceptibles durante la prueba por lo tanto no brindan mayor información, esto se comprueba en el 95% de los casos, los resultados de estas pruebas muestran que vieron durante la presentación todos los colores por igual, es decir su visión estuvo siempre arriba o siempre abajo del eje central de calibración durante toda la prueba.

Figura 30. Movimiento Ocular durante la prueba.



Fuente: El Autor

6. El programa se intento hacer general pero todas las personas presentar diferentes centros de calibración, para esto fue necesario realizarlo de forma particular y modificar el cero de acuerdo al calibrado de forma particular.

7. A pesar de que el BIOPAC entrega una gran fiabilidad en la adquisición de los datos en la prueba del EOG, al tener que tomar los movimientos involuntarios de

las personas, el lugar de la prueba, la posición del participante y la concentración hacen que se genere mucho ruido a las pruebas.

8. Este proyecto es la base para futuras investigaciones que partan de la necesidad de adquirir las señales eléctricas producidas por el ojo humano para una aplicación específicas en dicho contexto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. BIOPAC SYSTEMS, Inc. Manual del usuario – BIOPAC LAB PRO GUIDE.
- [2]. CHÁVEZ ROMERO, Ángela Patria. Diseño y construcción de un sistema de adquisición de datos para el análisis de los electro-oculogramas. Escuela Politécnica Nacional. 2005.
- [3]. CLAPISSA. Teoría del Color. Disponible en Internet, URL: <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1901/1/teoria-del-color.pdf> [Consultado: junio de 2011, 5:35 p.m.]
- [4]. COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Resolución N° 008430 de 1993. Disponible en Internet, URL: http://www.dib.unal.edu.co/promocion/etica_res_8430_1993.pdf [Consultado el 18 de julio del 2011, 3:02 p.m.]
- [5]. Documento [en línea]. Disponible en Internet, URL: <http://www.chospab.es/calidad/archivos/Metodos/Muestreo.pdf> [Consultada el 25 de julio del 2011, 7:34 p.m.]
- [6]. GOETHE, J.W. Teoría de los Colores. Zür Farbenlehre, 1810.
- [7]. GÓMEZ, H. Estadística para Construcción Civil. Apuntes [en línea]. Disponible en Internet, URL: <http://www.mat.uda.cl/hgomez/Apuntes/Estad%C3%ADstica%20Descriptiva%20I.pdf>. [Consultada, el 10 de Agosto del 2011].

- [8]. Historia del color. Artículo [en línea]. Disponible en Internet, URL: <http://www.fotonostra.com/grafico/historiacolor.htm>. [Consultado del 10 de junio del 2011, 3:22 p.m.]
- [9]. MATEU, Enric y CASAL, Jordi. Tamaño de la Muestra. En: Rev. Epidem. Med. Prev. Universitat Autònoma de Barcelona. 2003.
- [10]. MORENO MORA, Víctor Manuel. Psicología del color y la forma. Universidad de Londres. Disponible en Internet, URL: <http://www.astraph.com/udl/biblioteca/antologias/psicologia.pdf> [Consultado del 10 de junio del 2011, 3:22 p.m.]
- [11]. ORDUZ, Diana Patricia. Protocolo. Universidad Pontificia Bolivariana.
- [12]. QUEVEDO URIAS, Héctor Adolfo. Métodos Estadísticos para la Ingeniería Ambiental y la Ciencia. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Agosto de 2006.
- [13]. TAMAYO, Martha Lucia. Alteraciones visuales y auditivas de origen genético. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Medicina, Instituto de Genética Humana y Fundación Oftalmológica Nacional. 2003.
- [14]. TORRES PÉREZ, Carlos Aníbal. Captura de Movimientos Oculares mediante Electro-oculografía. Facultad Politécnica Grupo de Investigación en Electrónica y Mecatrónica (GIEM). 2010.
- [15]. WONG. *Fundamentos de Diseño*. 2005

ANEXOS

Anexo A. Especificaciones técnicas BIOPAC MP36

MP36R Specifications

ELECTRODE CHECK	0-1 M Ω	(Vin+ and Vin- to GND)
Resistance Range		
ANALOG INPUTS	4 isolated channels (front panel CH 1-CH 4)	
SAMPLE RATE	Max 4 CH @ 100K s/second	
	Min 1 sample/second	
Trigger Input	Analog CH1-CH4 or Digital D1-D8	
Threshold	Adjustable threshold level with Positive or Negative Trigger	
A/D resolution	24-bit (before digital filtering)	
Signal to noise ratio	> 89 dB (nominal)	Tested at lowest Gain at 1,000 s/s with grounded front end
Voltage resolution	Gain dependent: 2.38 microvolts /bit (Gain 5) to 0.024 nanovolts /bit (Gain 50,000)	
Storage Buffer	512 K	
Input voltage range	Gain dependent: 400 microvolts to 4.0 Volts p-p	
Input protection	± 1 mA/V current limited	
Maximum Input Voltage	4 V p-p (between Vin+ and Vin-)	
Differential Input	2 M Ω (between Vin+ and Vin-)	
Impedance		
Filters	3 two-pole IIR digital filters per channel (automatic or user adjustable)	
Common Mode Input	(between Vin+/Vin- and GND)	
Impedance	DC 11 M Ω	
	AC (50/60 Hz) 1,000 M Ω	
CMRR	110 dB minimum at 50/60 Hz	
Gain ranges	5 – 50,000 (automatic preset or user adjustable)	
	Gain (automatic or user adjustable)	
Baseline adjustment	5, 10, 20, 50: ± 100 mV	
	100, 200, 500: ± 10 mV	
	1,000 to 50,000: ± 4 mV	
	Gain	
Electrode offset potential	5, 10, 20, 50: ± 2 V	
tolerance	100, 200, 500: ± 200 mV	
	1,000 to 50,000: ± 80 mV	
ANALOG OUTPUT		
Number of channels	1	
D/A resolution	16 bits	
Accuracy	$\pm 0.01\%$ of FSR	
Headphones		
Output impedance	50 Ω	
Output voltage	-10 V to +10 V	
Output drive current		
SERIAL INTERFACE	USB, Type 2.0 high speed	
HEADPHONE	Drives 16-32 Ω standard stereo headphones	
I/O PORT	8 TTL compatible inputs and 8 TTL compatible outputs	
TRIGGER	TTL compatible input and synchronization port	
DC INPUT	Power input; requires 12 VDC @ 1 Amp. Use the AC300A 12 VDC @ 1.25 Amp power supply adapter to connect to any mains rated as 100-250 VAC @ 50/60Hz, 40VA.	
FUSE	1.0 amp fast-blow fuse	
Dimensions & Weight	7 cm x 29 cm x 25 cm	1.4 Kg

Fuente: MANUAL BIOPAC STUDENT LAB

Anexo B. Programa para graficar los resultados en 2D y 3D

```
%eog
clc
close all
clear all
a=load('prueba_ajuliana_industrial-0.01.txt'); PRUEBA DE CADA PARTICIPANTE
T=size(a)
P=0;
N=0;
cero=0;
P1=0;
N1=0;
cero1=0;
P2=0;
N2=0;
cero2=0;
P3=0;
N3=0;
cero3=0;
P4=0;
N4=0;
cero4=0;
P5=0;
N5=0;
cero5=0;
P6=0;
N6=0;
cero6=0;
P7=0;
N7=0;
cero7=0;
t=[0:.001:3.999];
n2=0
n3=0
n4=0
n5=0
n6=0
n7=0

for n=1:3000    %primer segmento
    x(n)=a(n,1); %movimientos horizontales
    y(n)=a(n,2); %movimientos verticales
    if a(n,1)>-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        P=P+1; %P son los números positivos
    elseif a(n,1)<-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        N=N+1; %N Son los números negativos
    else
        cero=cero+1;
    end

end

end
```

```

P
N
cero
%subplot(3,2,1)
plot(x,y,'black')
title('Negro')

for n=3001:7000    %tercer segmento
    n2=n2+1;
    x2(n2)=a(n,1);
    y2(n2)=a(n,2);
    if a(n,1)>-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        P2=P2+1; %P son los números positivos
    elseif a(n,1)<-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        N2=N2+1; %N Son los números negativos
    else
        cero2=cero2+1;
    end
end
figure
if P2<N2
    subplot(3,2,2);plot3(t,x2,y2);title('azul-rojo');subplot(3,2,1);plot(x2,y2)
    title('azul-rojo')
else
    subplot(3,2,2);plot3(t,x2,y2,'r');title('azul-rojo');subplot(3,2,1);plot(x2,y2,'r')
    title('azul-rojo')
end
P2
N2
cero2
for n=7001:11000    %cuarto segmento
    n3=n3+1;
    x3(n3)=a(n,1);
    y3(n3)=a(n,2);
    if a(n,1)>-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        P3=P3+1; %P son los números positivos
    elseif a(n,1)<-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        N3=N3+1; %N Son los números negativos
    else
        cero3=cero3+1;
    end
end
P3
N3
cero3
if P3<N3
    subplot(3,2,4);plot3(t,x3,y3,'r');title('rojo-verde');subplot(3,2,3);plot(x3,y3,'r')
    title('rojo-verde')
else
    subplot(3,2,4);plot3(t,x3,y3,'g');title('rojo-verde');subplot(3,2,3);plot(x3,y3,'g')
    title('rojo-verde')
end

```

```

for n=11001:15000    %quinto segmento
    n4=n4+1;
    x4(n4)=a(n,1);
    y4(n4)=a(n,2);
    if a(n,1)>-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        P4=P4+1; %P son los números positivos
    elseif a(n,1)<-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        N4=N4+1; %N Son los números negativos
    else
        cero4=cero4+1;
    end
end
P4
N4
cero4

if P4<N4
    subplot(3,2,6);plot3(t,x4,y4,'g');title('verde-azul');subplot(3,2,5);plot(x4,y4,'g')
    title('verde-azul')
else
    subplot(3,2,6);plot3(t,x4,y4,'b');title('verde-azul');subplot(3,2,5);plot(x4,y4,'b')
    title('verde-azul')
end

for n=15001:19000    %sexto segmento
    n5=n5+1;
    x5(n5)=a(n,1);
    y5(n5)=a(n,2);
    if a(n,2)>-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        P5=P5+1; %P son los números positivos
    elseif a(n,2)<-0.01 SE AJUSTA AL CERO DEL PARTICIPANTE
        N5=N5+1; %N Son los números negativos
    else
        cero5=cero5+1;
    end
end
P5
N5
cero5
figure
if P5<N5
    subplot(3,2,2);plot3(t,x5,y5,'b');title('azul/rojo');subplot(3,2,1);plot(x5,y5,'b')
    title('azul/rojo')
else
    subplot(3,2,2);plot3(t,x5,y5,'r');title('azul/rojo');subplot(3,2,1);plot(x5,y5,'r')
    title('azul/rojo')
end

for n=19001:23000    %sexto segmento
    n6=n6+1;
    x6(n6)=a(n,1);
    y6(n6)=a(n,2);

```

```

    if a(n,2)>0
        P6=P6+1; %P son los números positivos
    elseif a(n,2)<0
        N6=N6+1; %N Son los números negativos
    else
        cero6=cero6+1;
    end
end
P6
N6
cero6
if P6<N6
    subplot(3,2,4);plot3(t,x6,y6,'g');title('rojo/verde');subplot(3,2,3);plot(x6,y6,'g')
    title('rojo/verde')
else
    subplot(3,2,4);plot3(t,x6,y6,'r');title('rojo/verde');subplot(3,2,3);plot(x6,y6,'r')
    title('rojo/verde')
end

for n=23001:27000    %septimo segmento
    n7=n7+1;
    x7(n7)=a(n,1);
    y7(n7)=a(n,2);
    if a(n,2)>0
        P7=P7+1; %P son los numeros positivos
    elseif a(n,2)<0
        N7=N7+1; %N Son los numeros negativos
    else
        cero7=cero7+1;
    end
end
P7
N7
cero7
if P7<N7
    subplot(3,2,6);plot3(t,x7,y7,'b');title('verde/azul');subplot(3,2,5);plot(x7,y7,'b')
    title('verde/azul')
else
    subplot(3,2,6);plot3(t,x7,y7,'g');title('verde/azul');subplot(3,2,5);plot(x7,y7,'g')
    title('verde/azul')
end

VERDE=(P3+N4)*100/12000
AZUL=(N2+P4)*100/12000
ROJO=(P2+N3)*100/12000

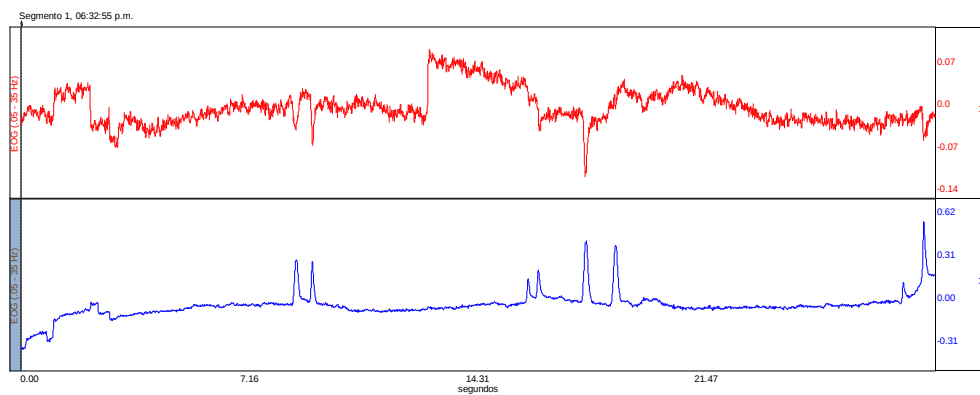
BAR=[AZUL;VERDE;ROJO]
figure
explode = [0 1 1]
pie3(BAR,explode)
%{'Derecha','Izquierda','Cero'}

```

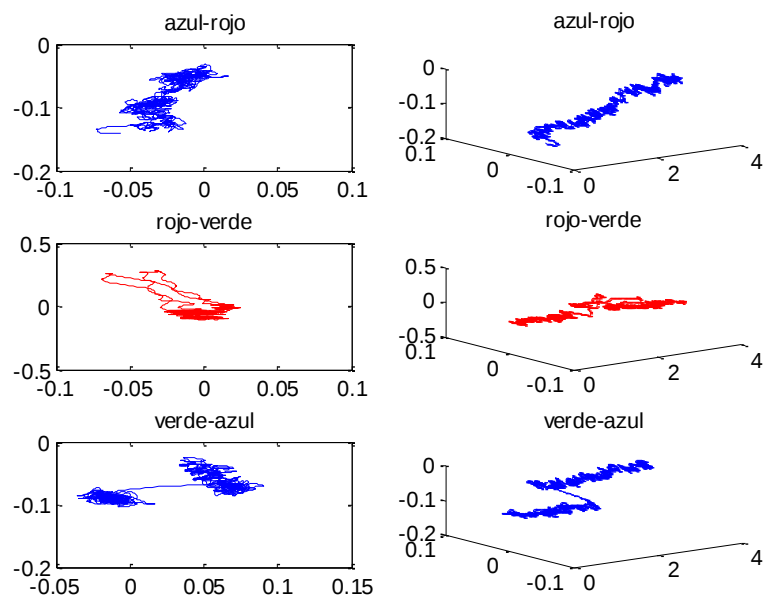
Anexo C. Gráficas del movimiento ocular EOG, 2D , 3D y resultado por colores y en porcentaje de cada estudiante

2. Prueba_yelly_indust.0

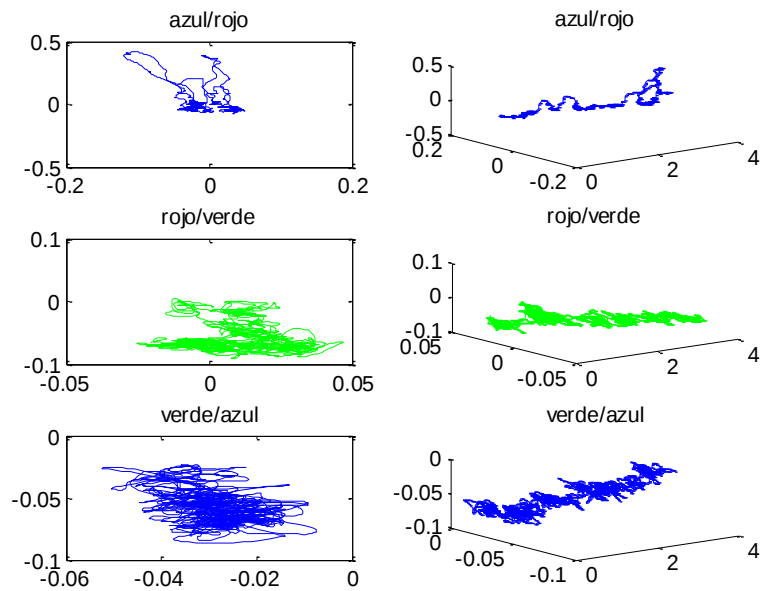
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



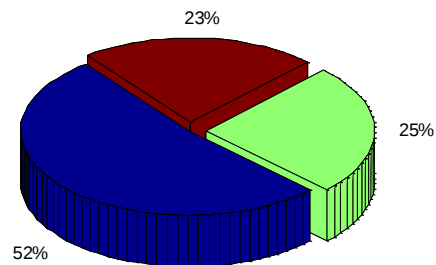
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

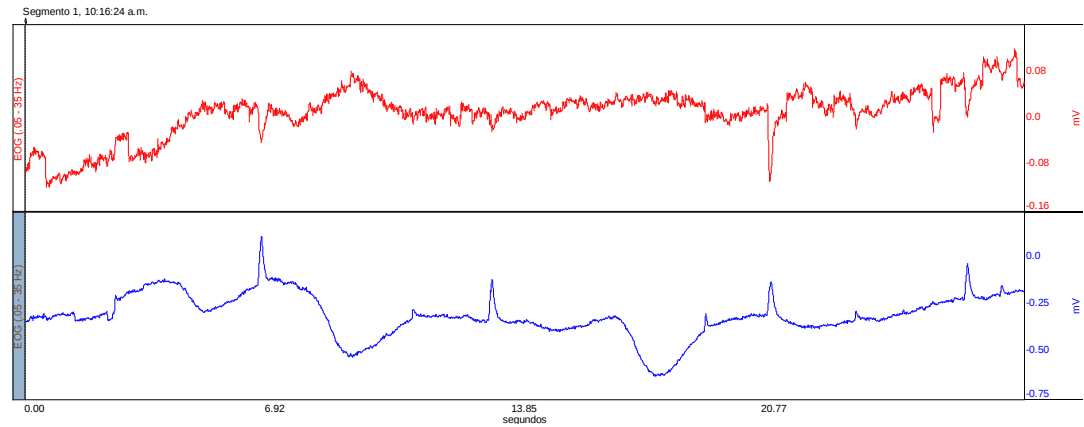


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

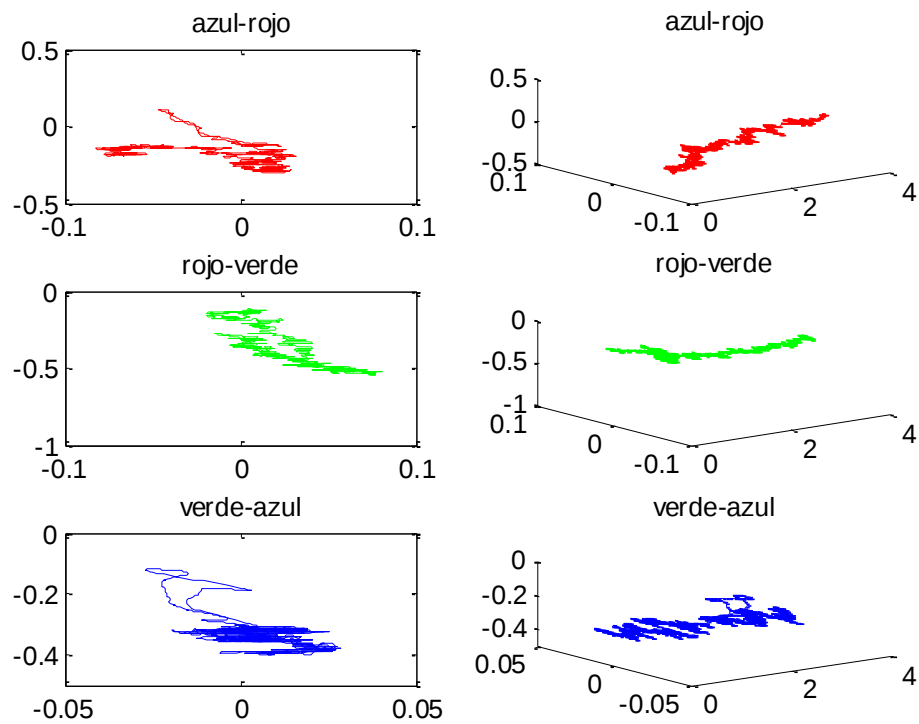


3. prueba_samara_indust

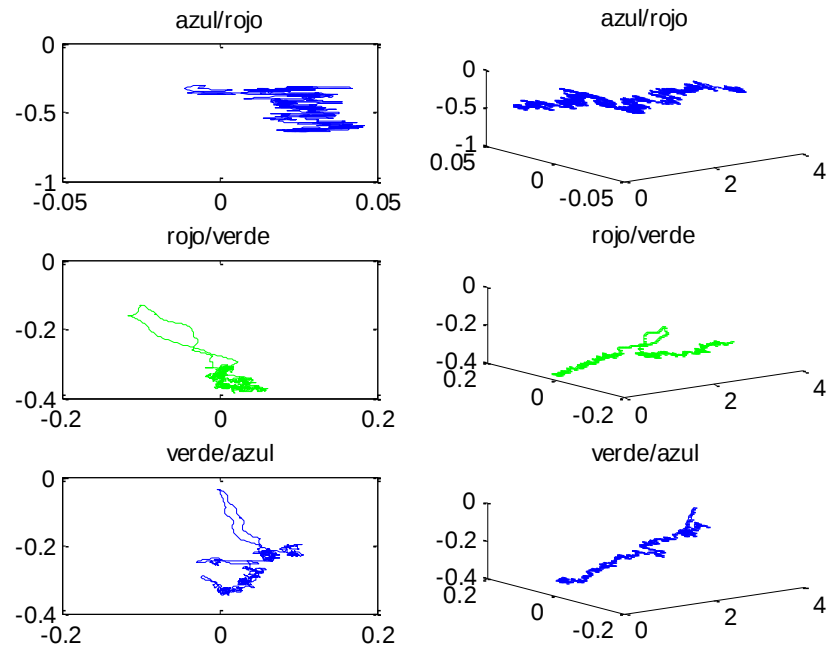
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



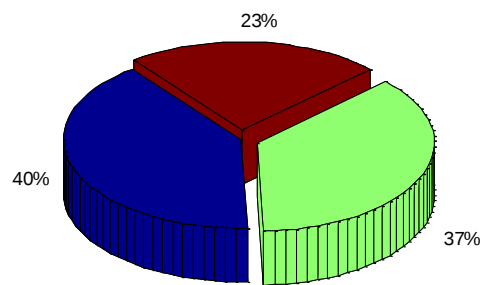
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

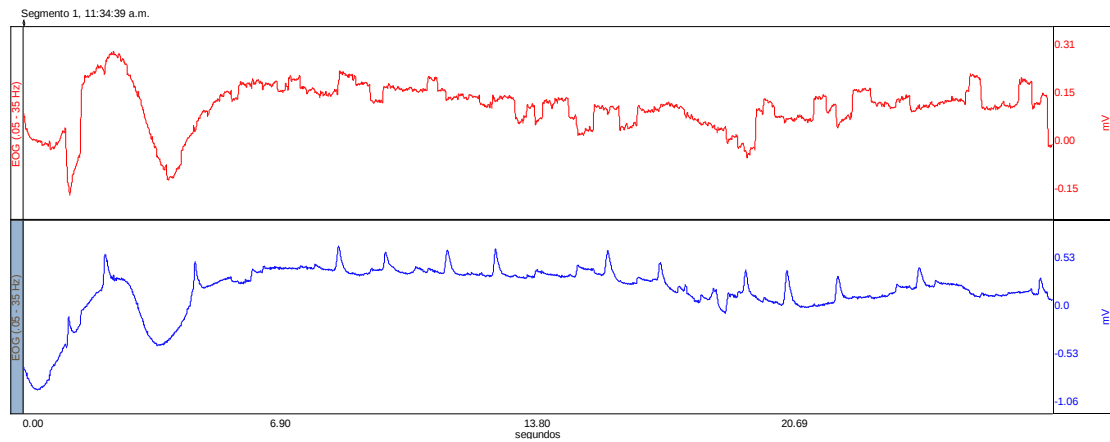


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

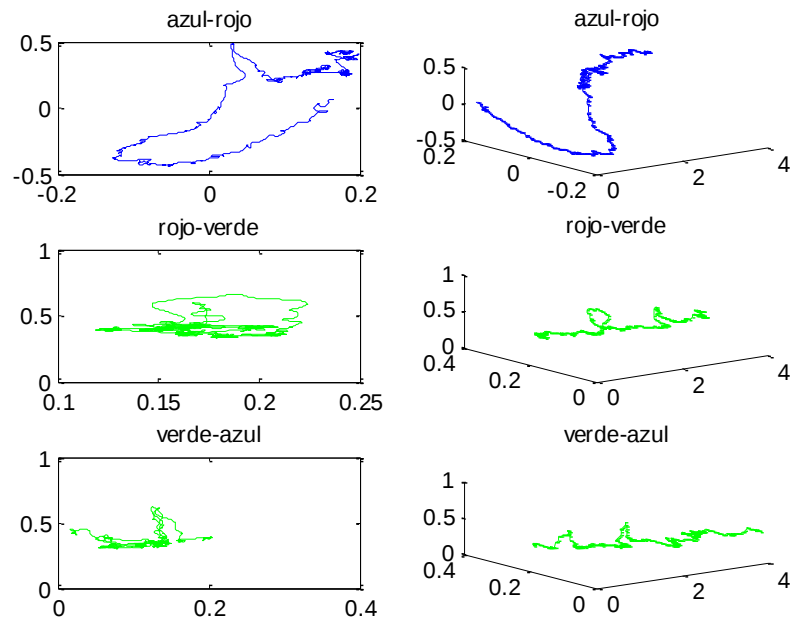


4. prueba_ronald_indus+0.15

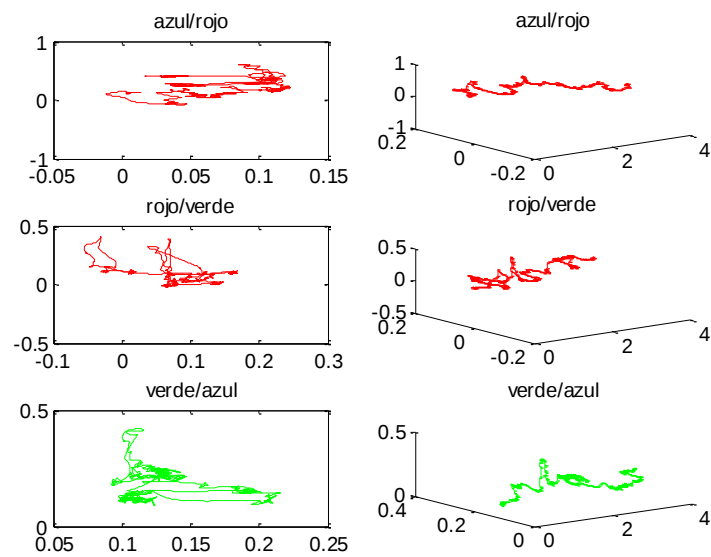
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



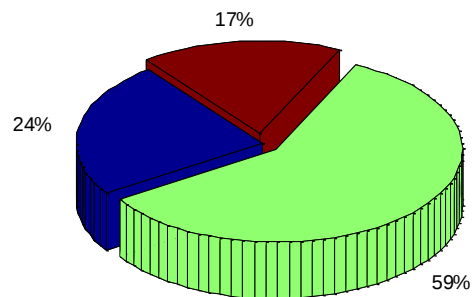
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

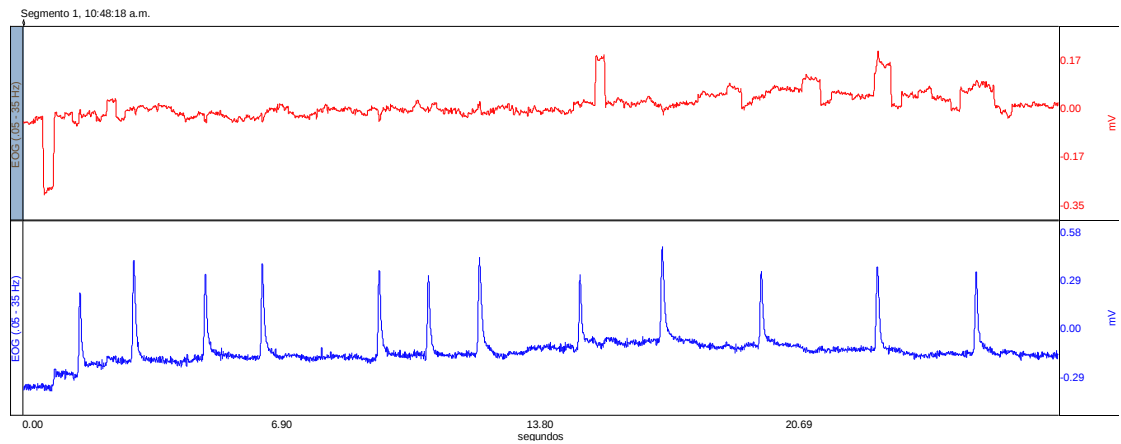


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

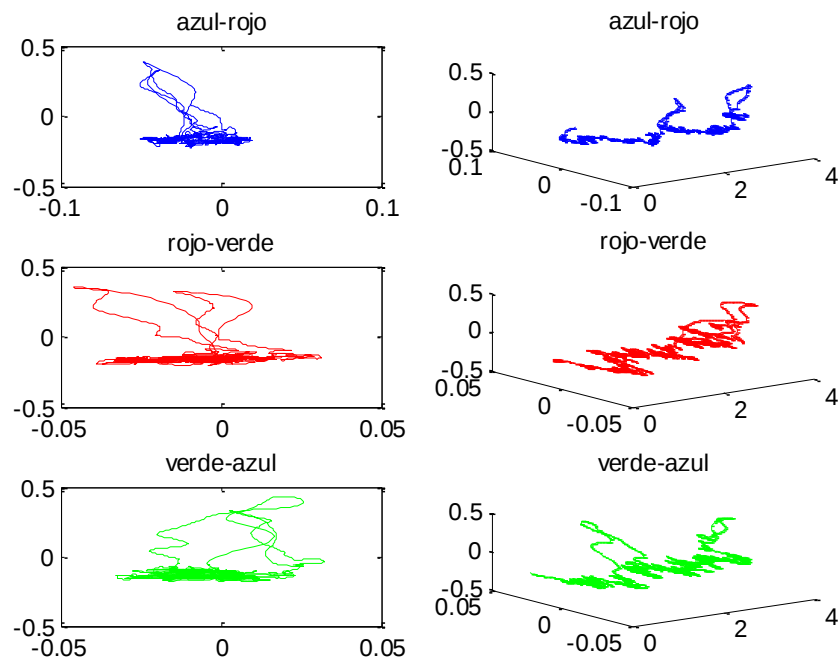


5. prueba_mariacamila_indus.0t

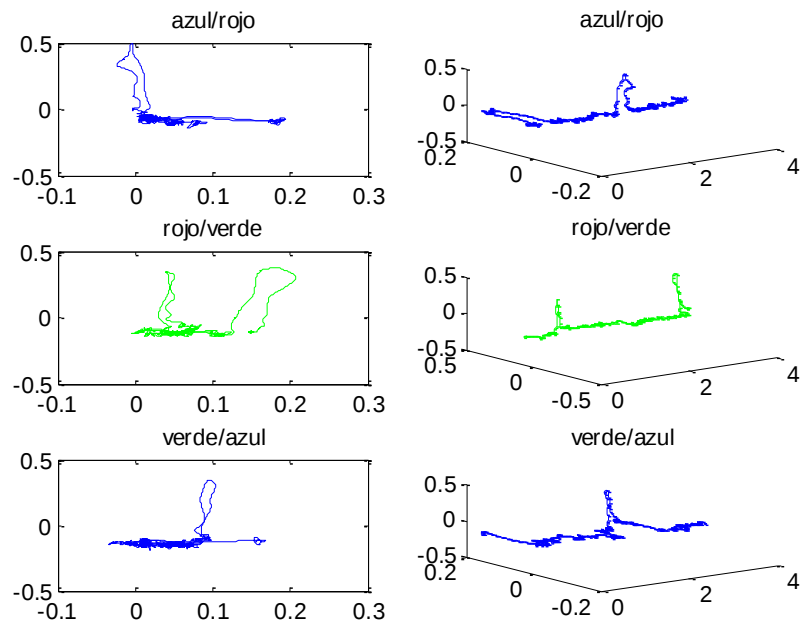
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



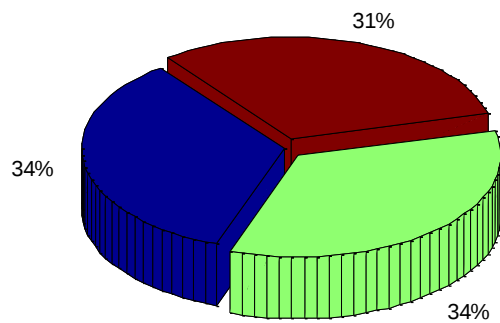
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

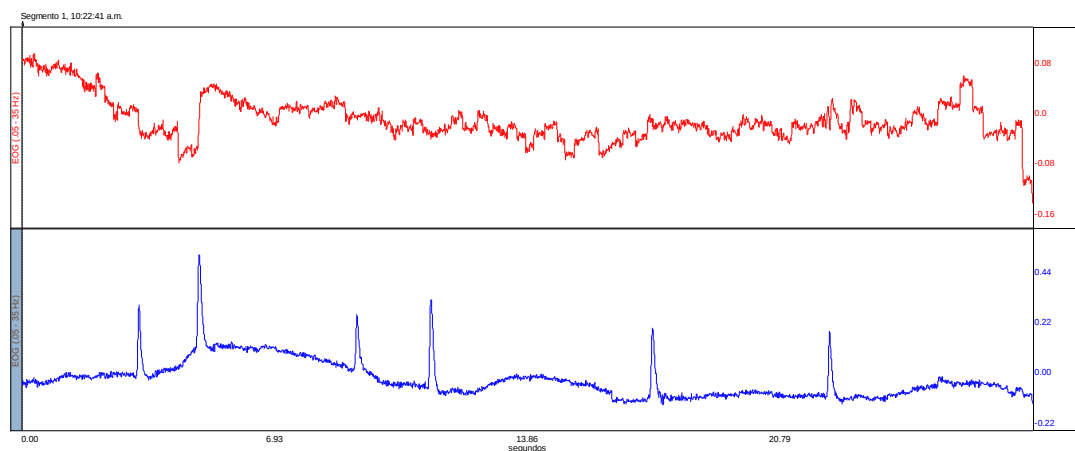


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

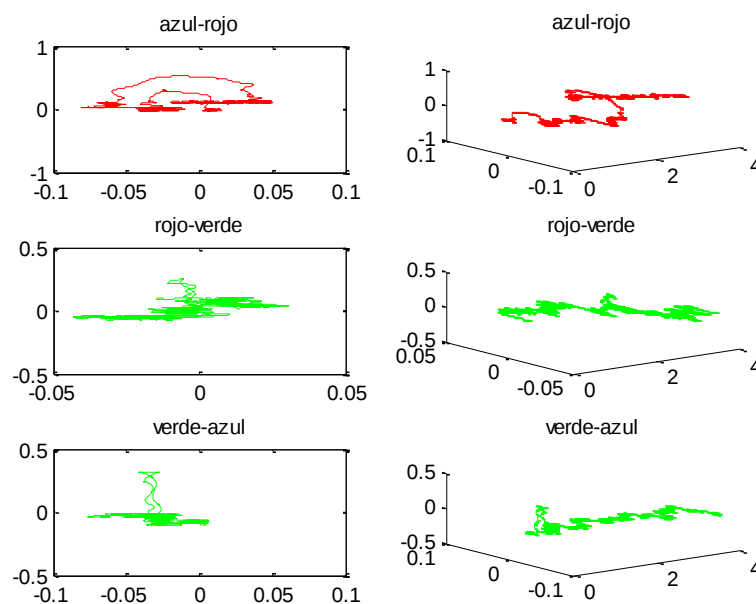


6. prueba_alvaro_industrial

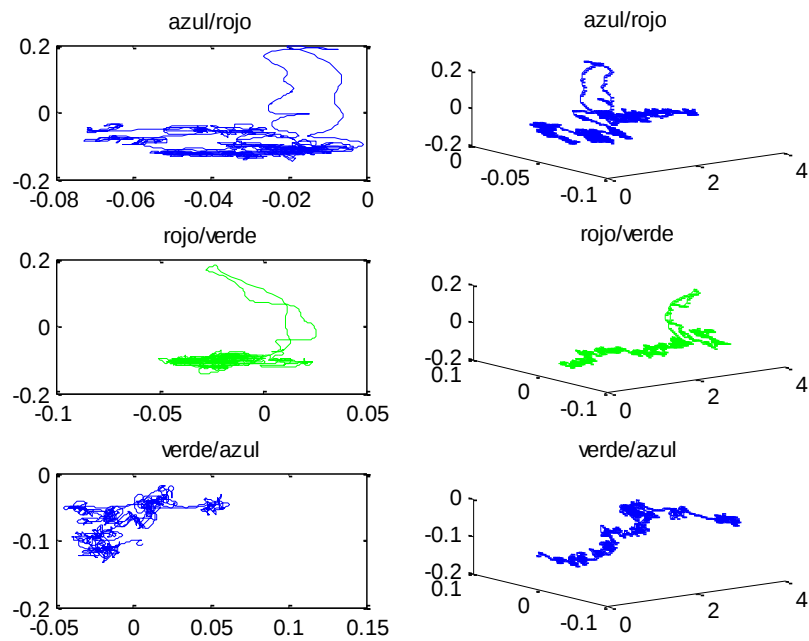
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



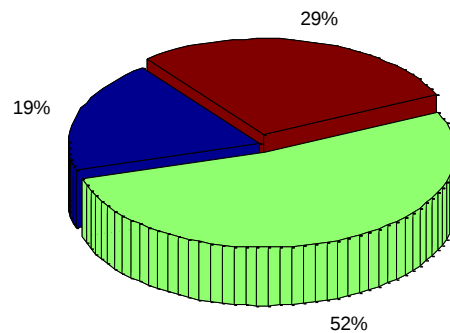
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISIÓN HORIZONTAL**

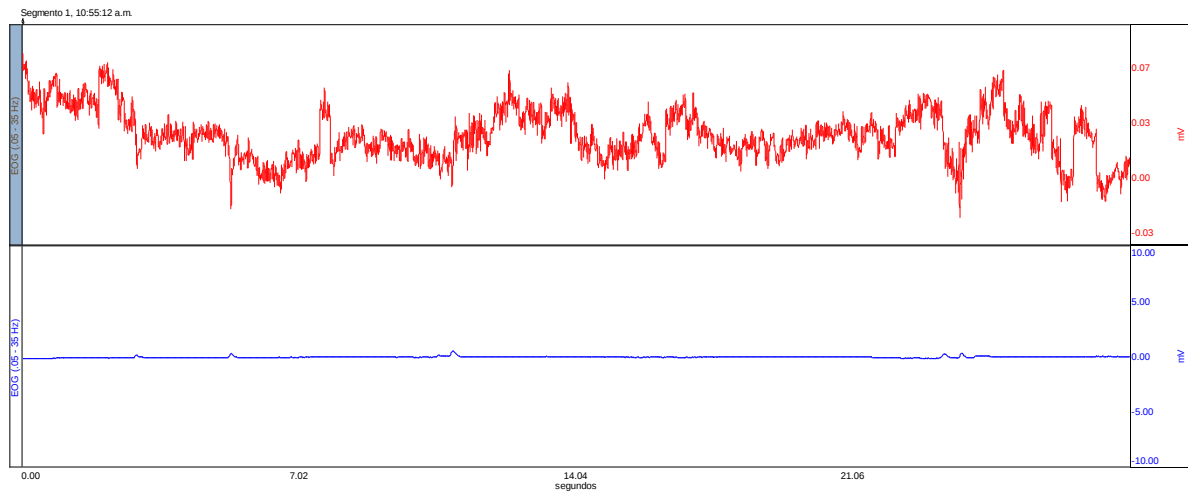


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

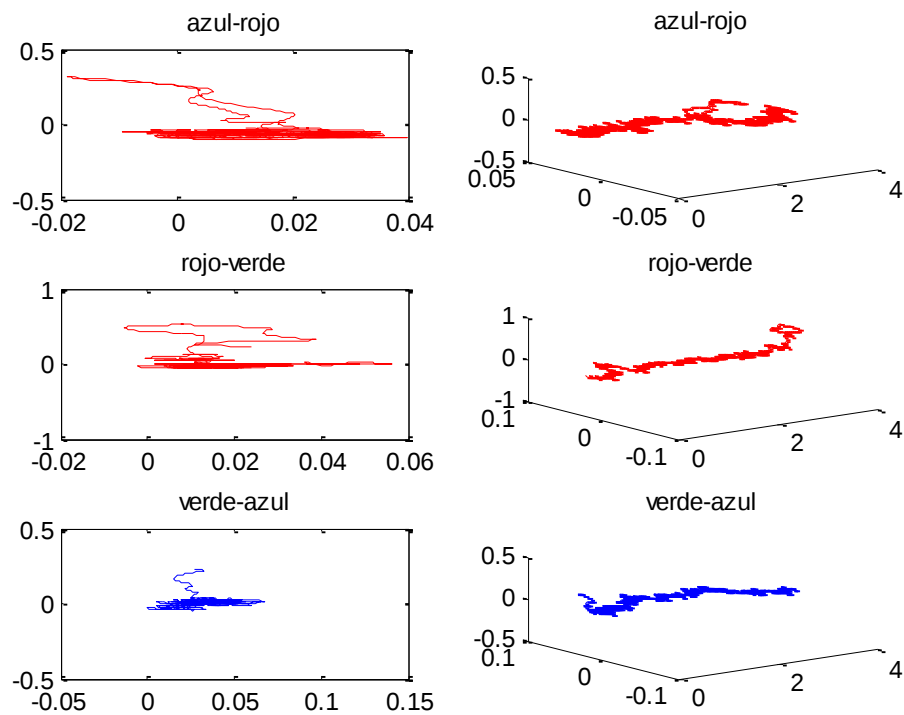


7. prueba_andrea_induscero

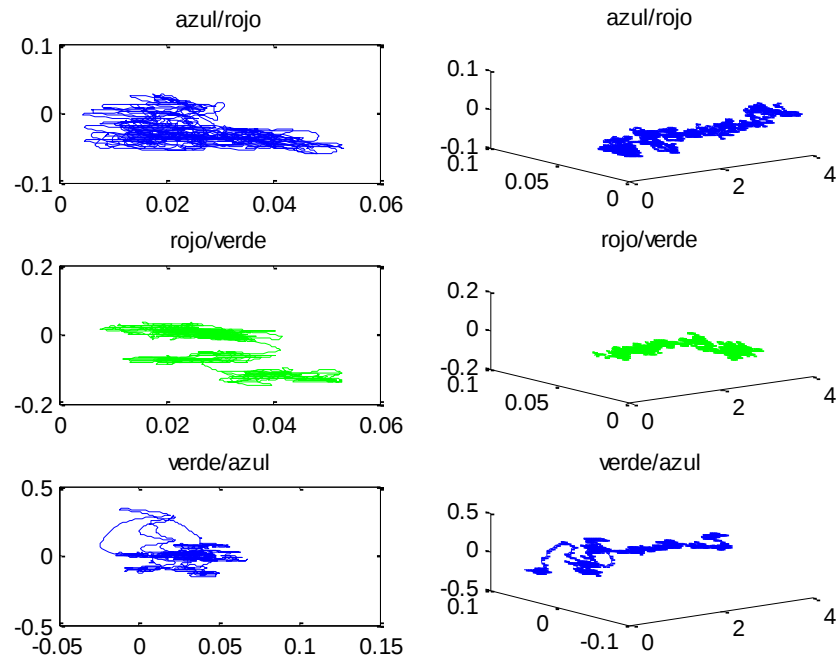
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



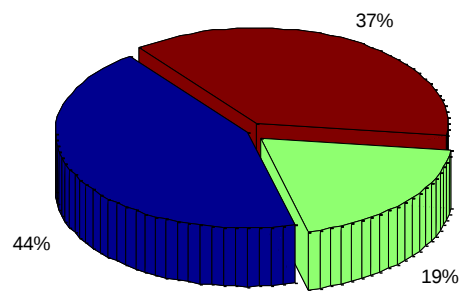
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

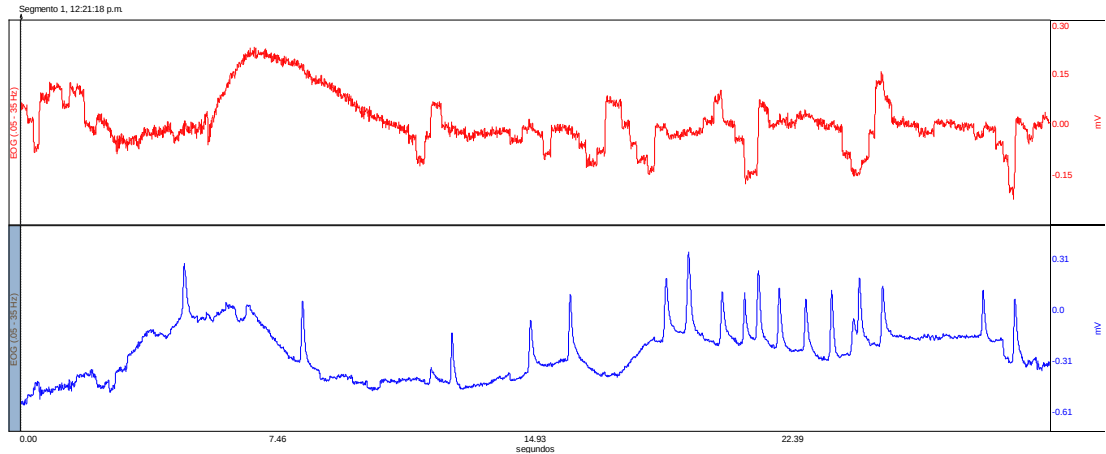


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

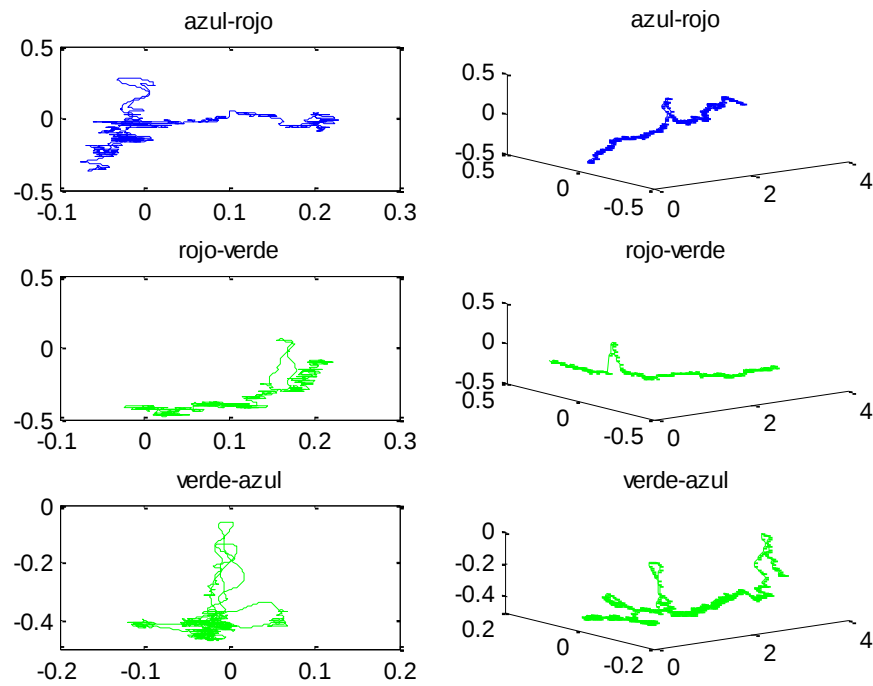


8. prueba_andreaayala_indus.txt

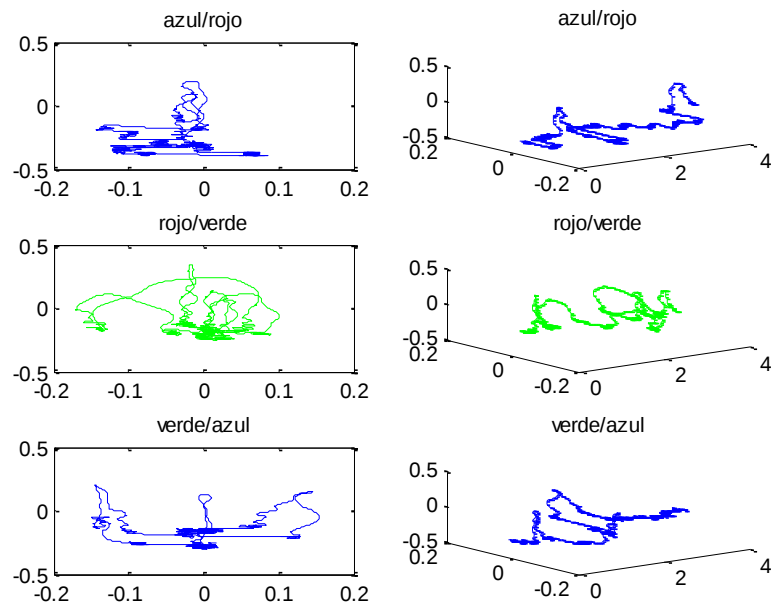
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



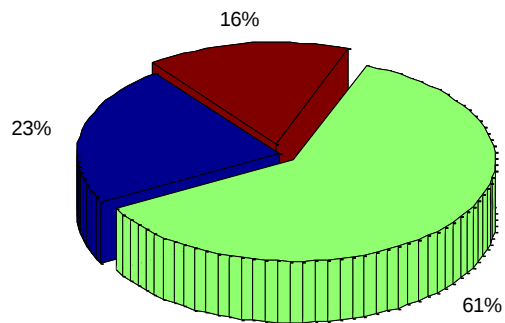
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

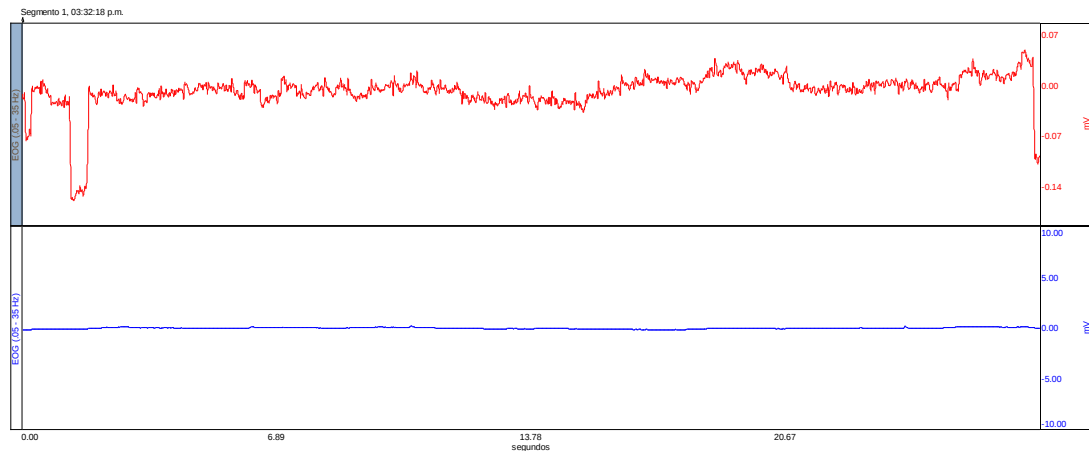


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

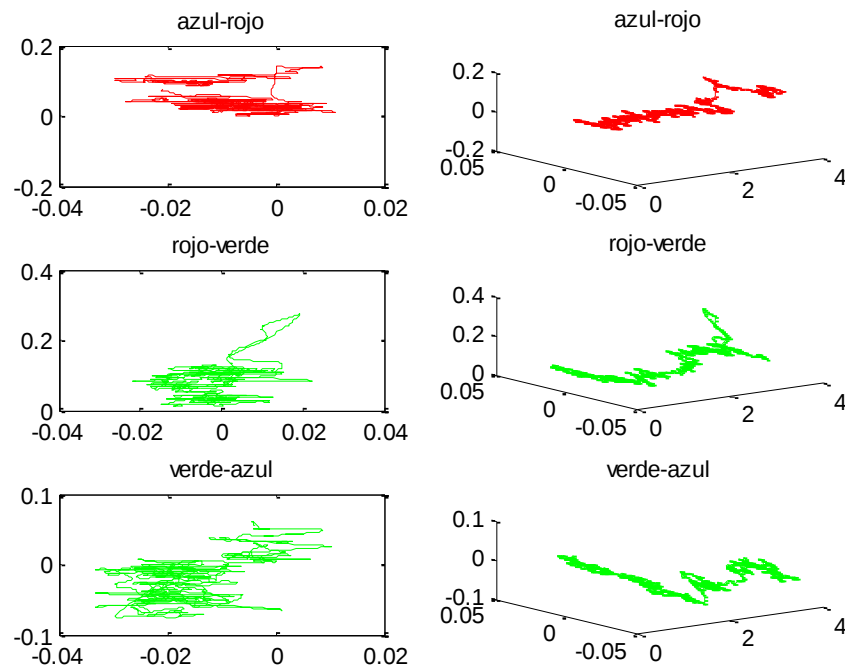


9. prueba_andres_mecanicacero

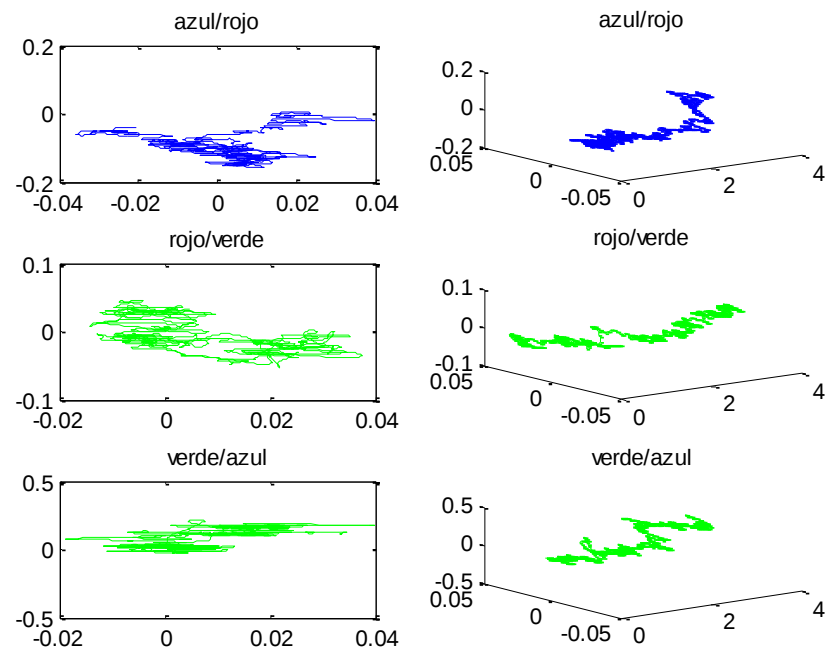
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



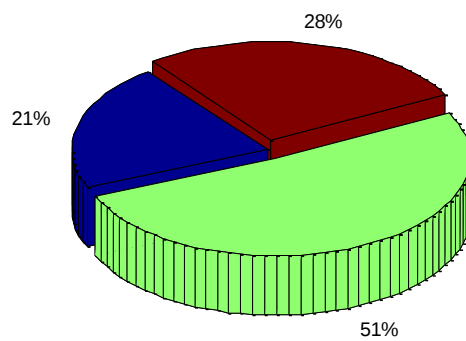
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

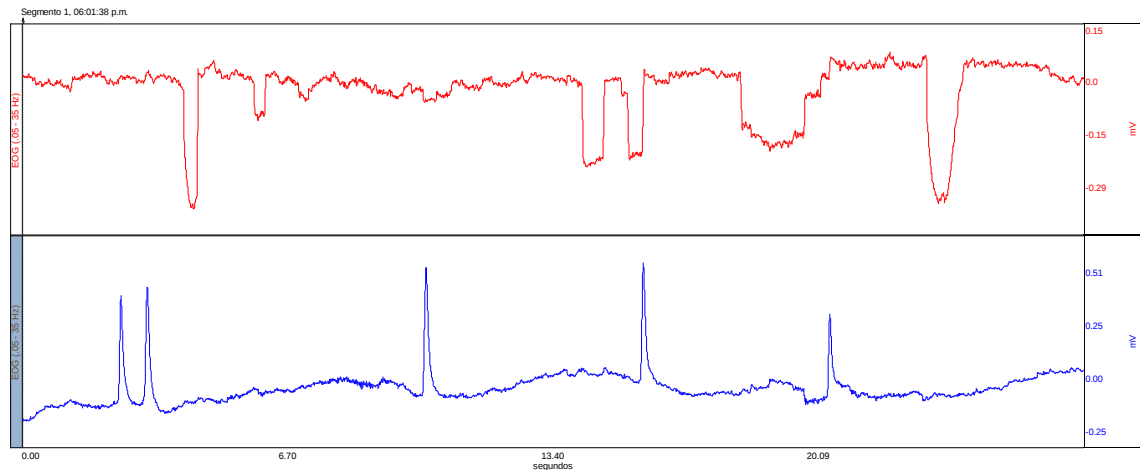


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

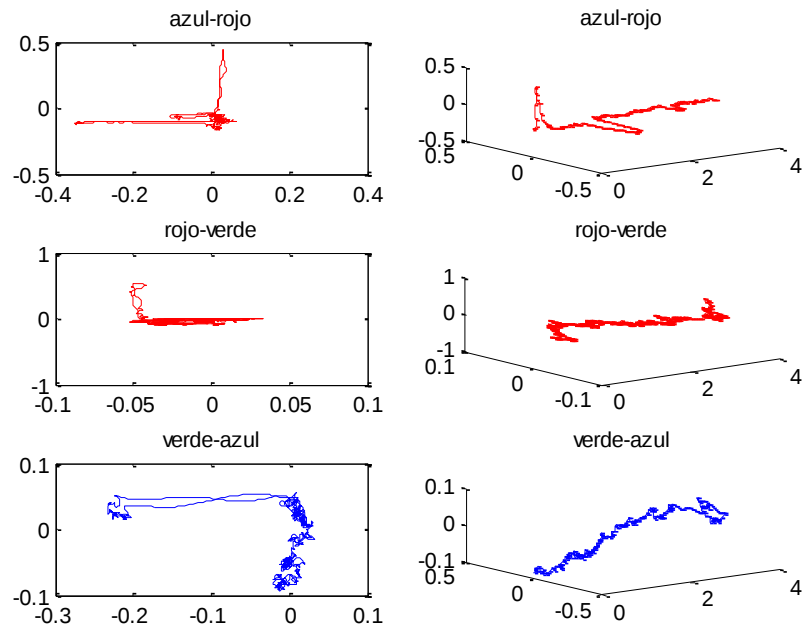


10. prueba_angela_civ.txt

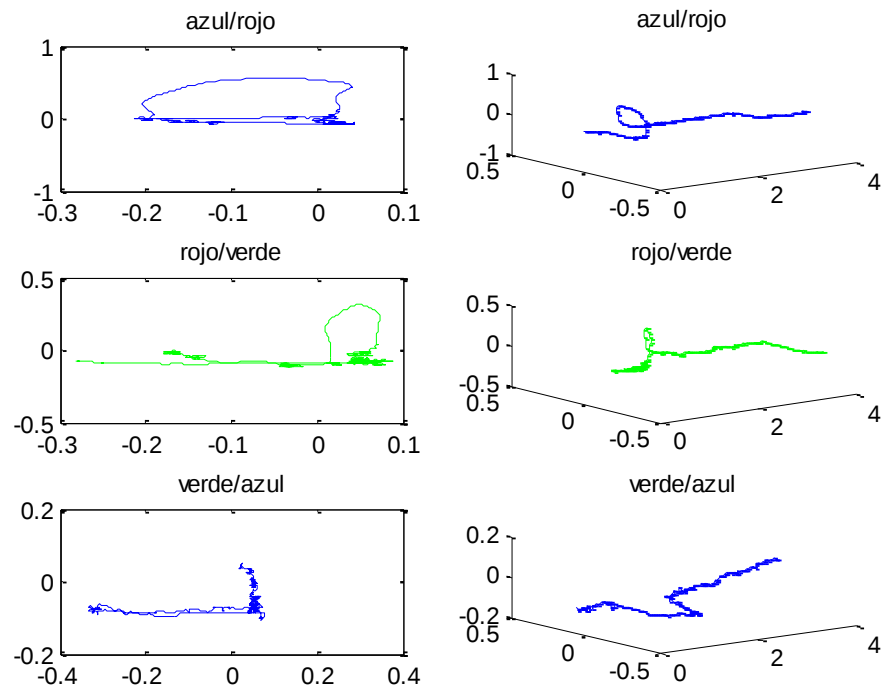
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



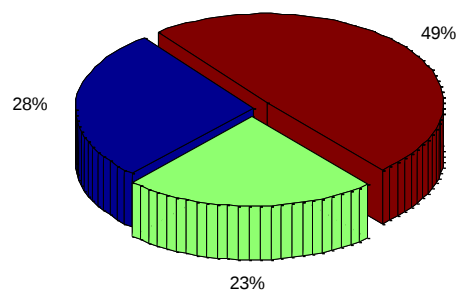
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

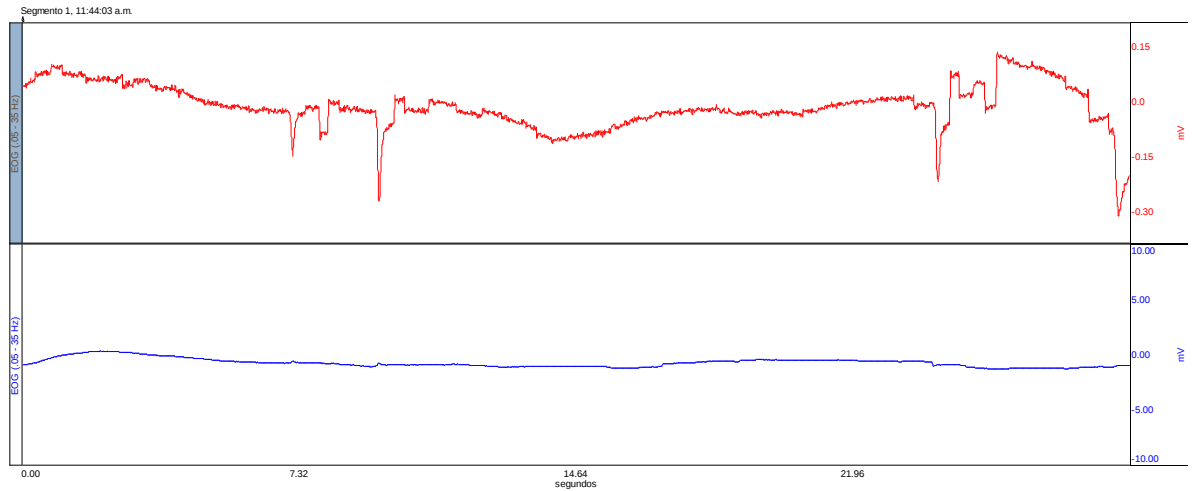


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

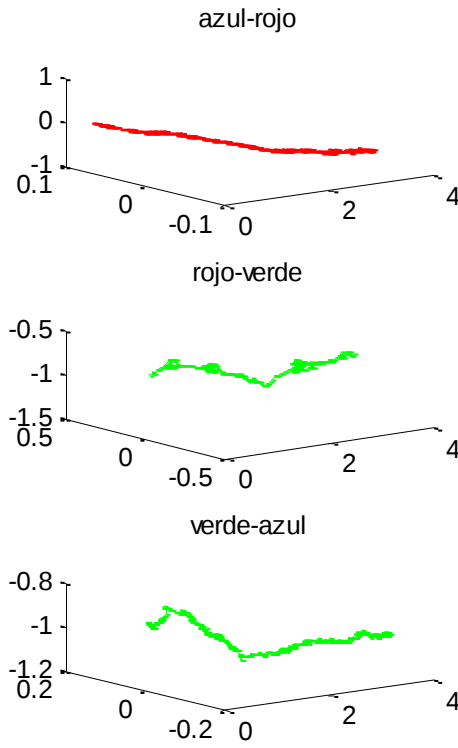
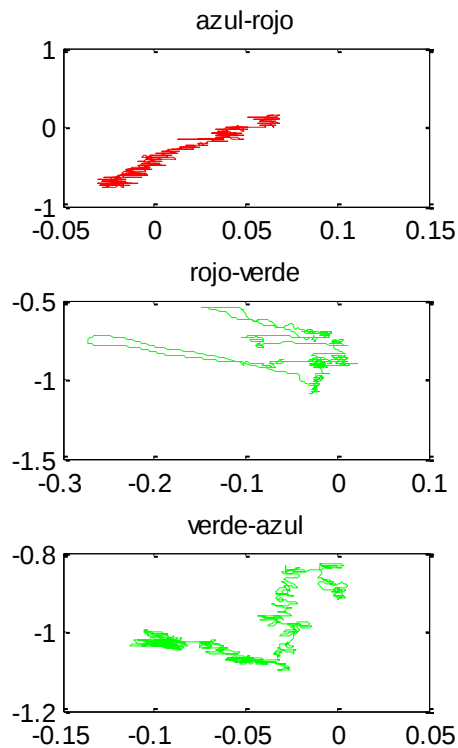


11. Prueba_angelica_psicero

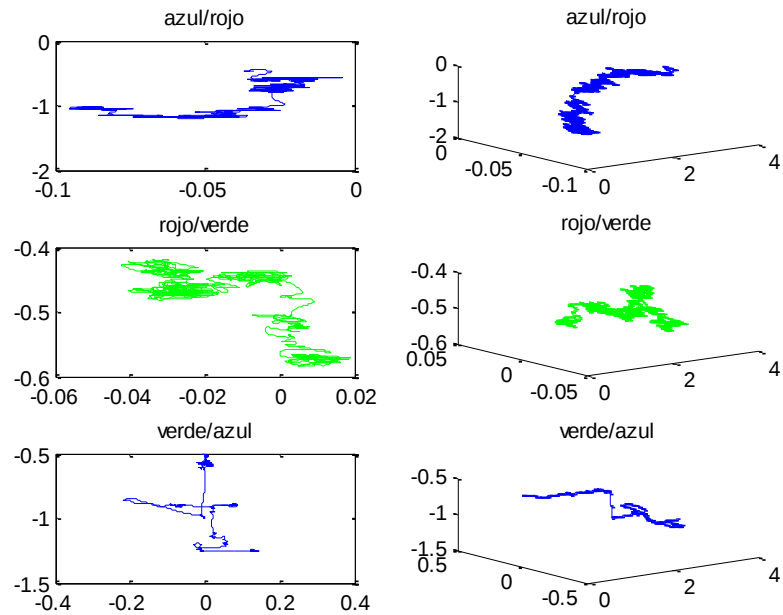
• MOVIMIENTO OCULAR EOG



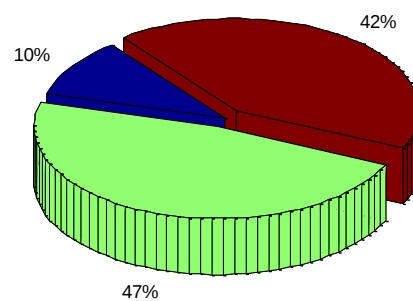
• IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

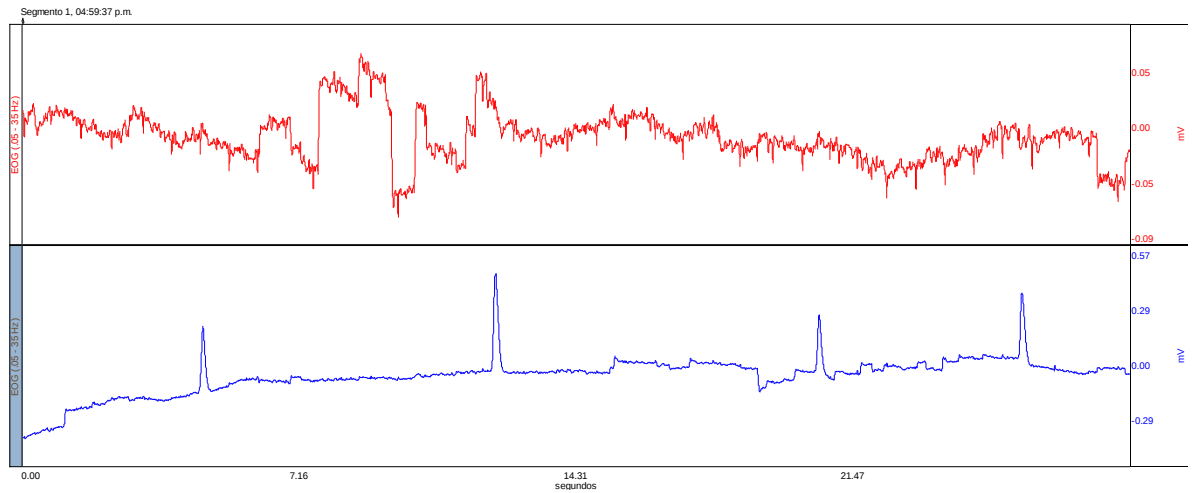


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

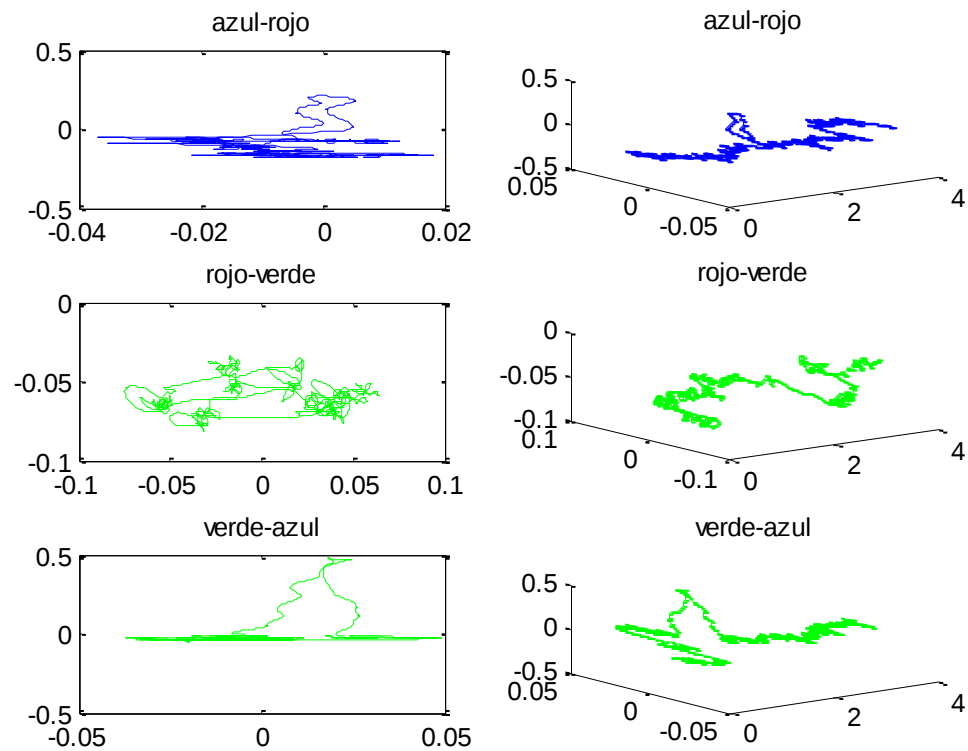


12. Prueba_carlosm_civ

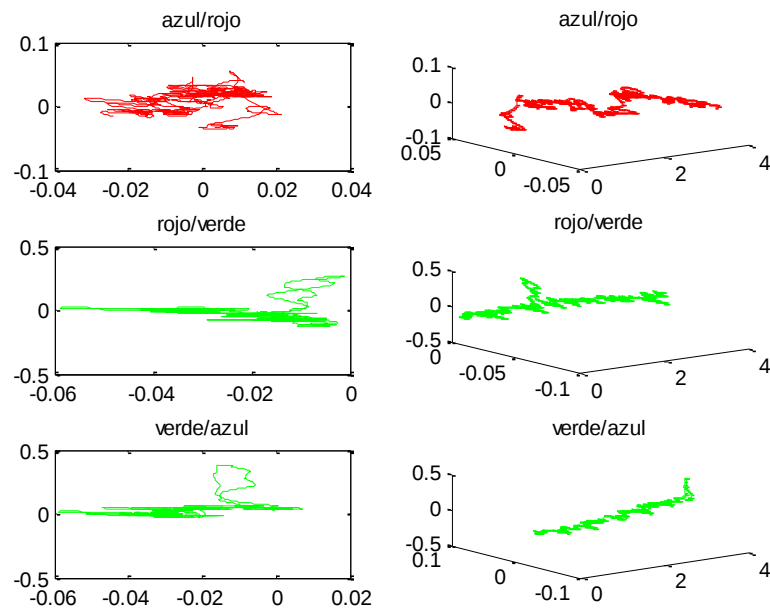
• MOVIMIENTO OCULAR EOG



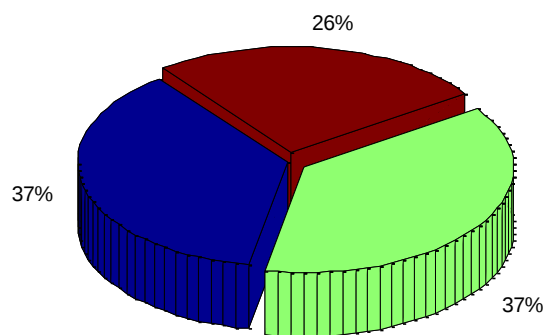
• IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

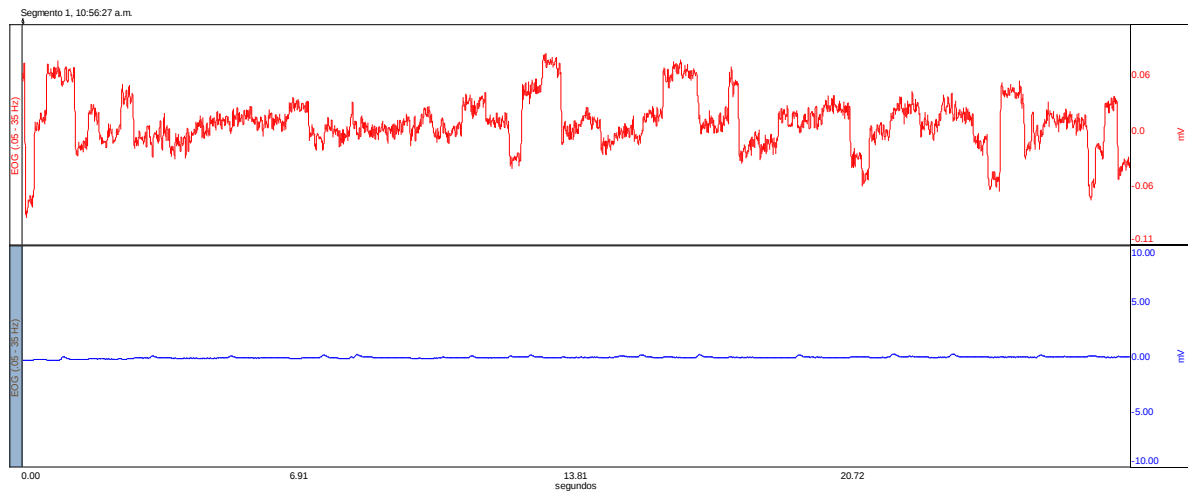


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

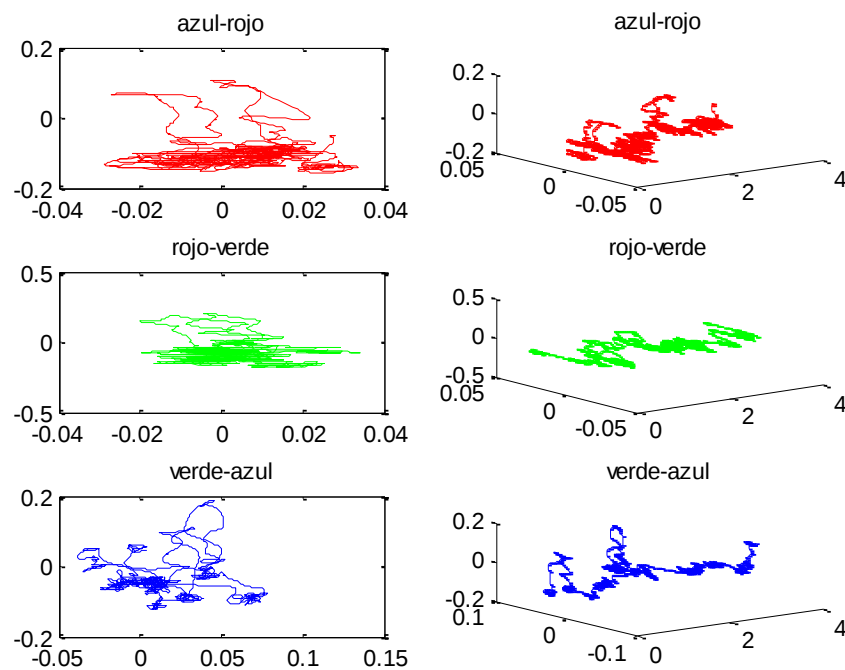


13. Prueba_claudia_negocios

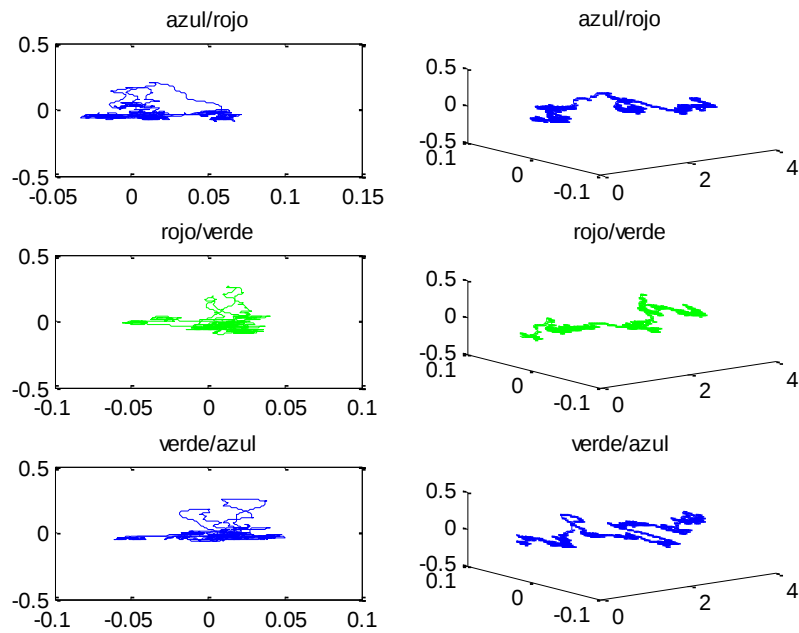
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



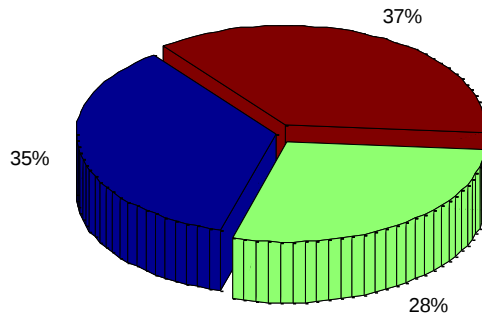
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

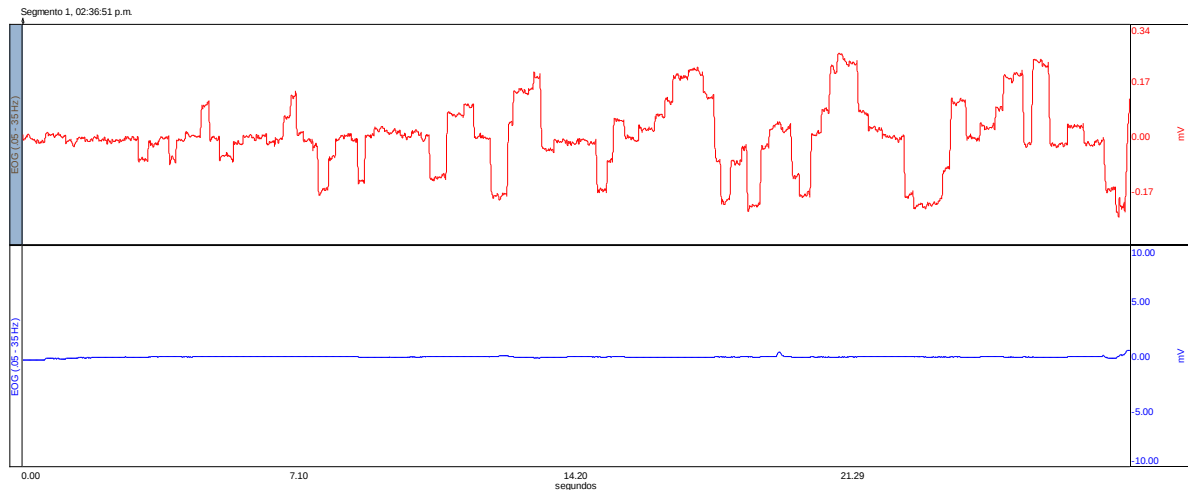


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

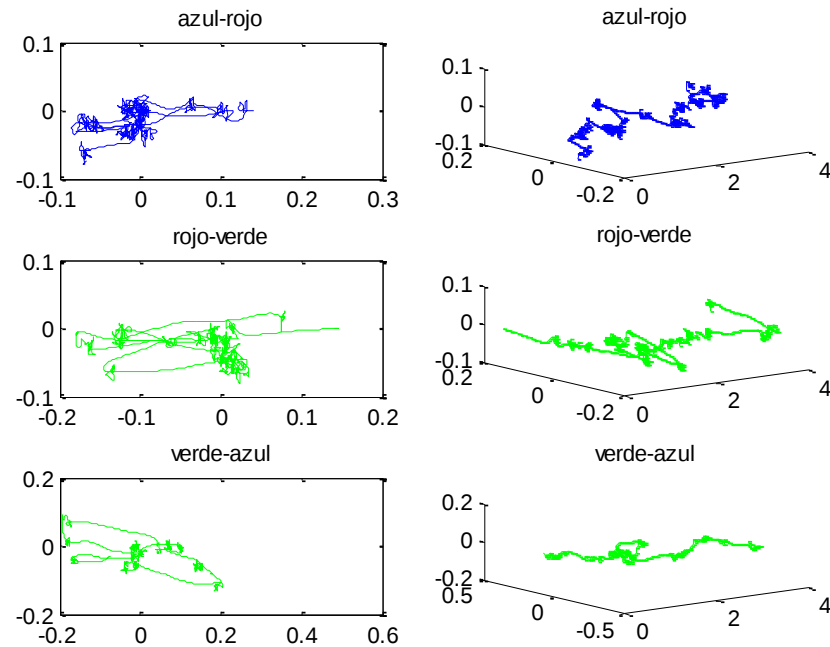


14. Prueba_gabriel_civ.

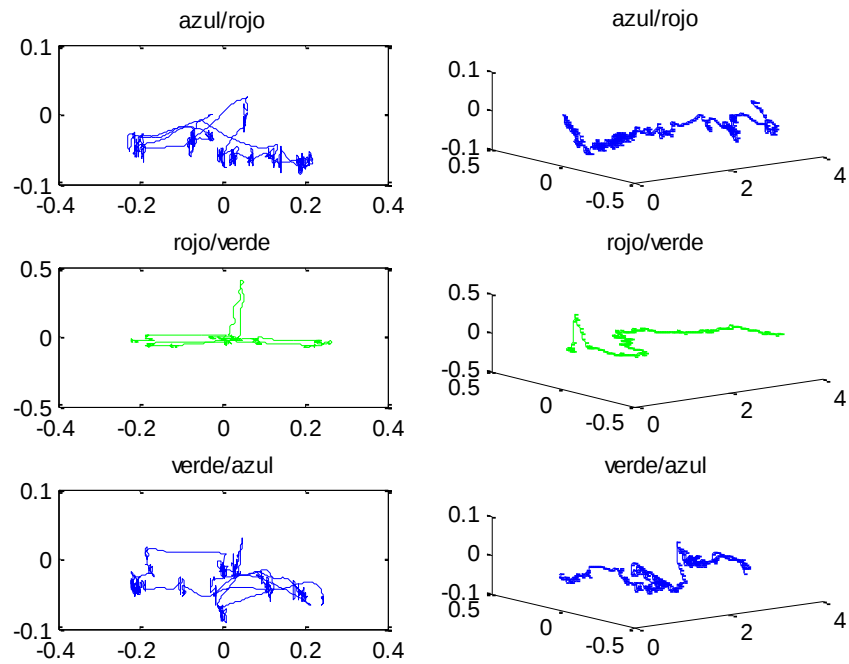
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



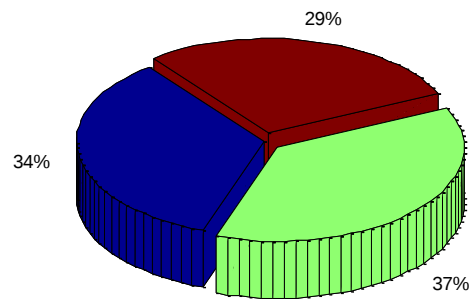
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

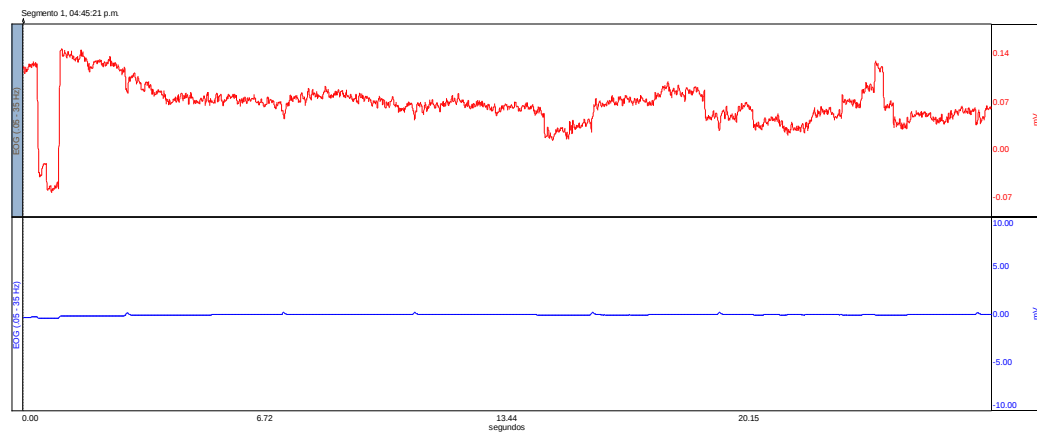


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

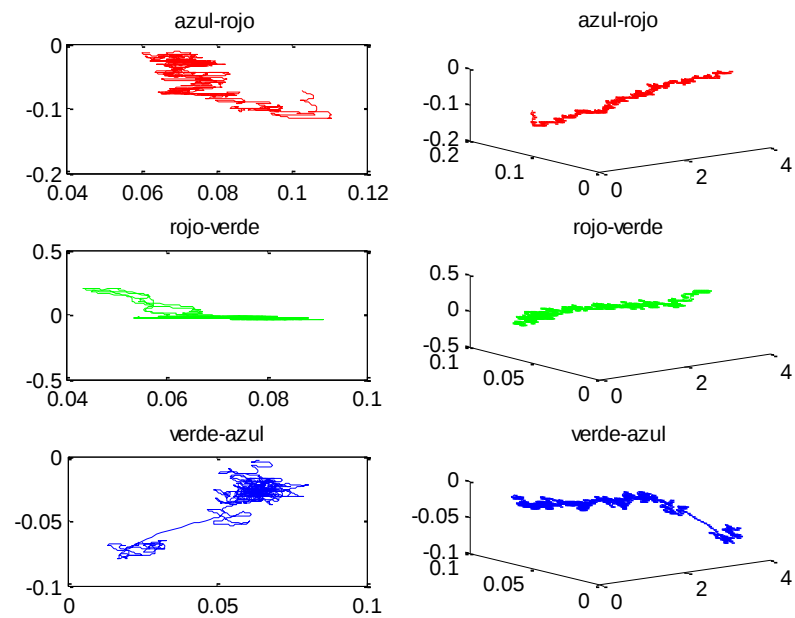


15. Prueba_ismael_psiceroo.txt

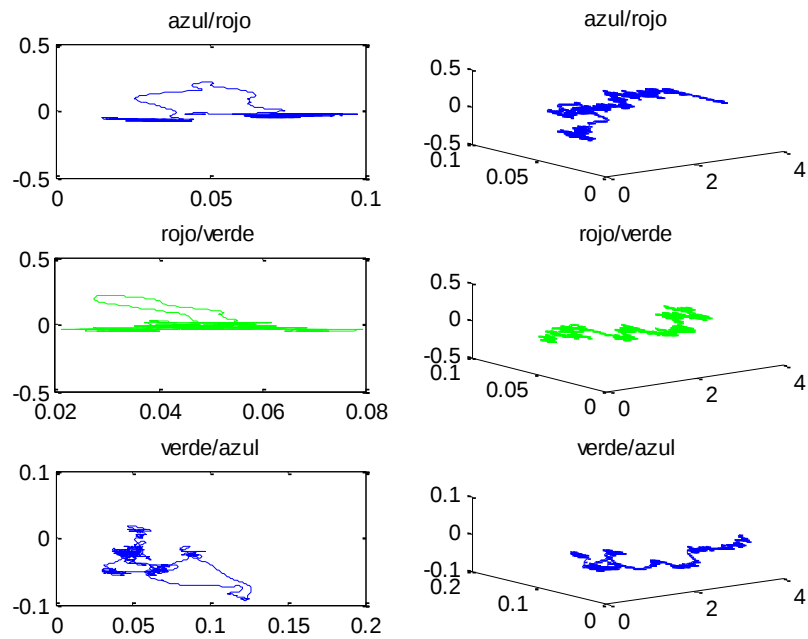
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



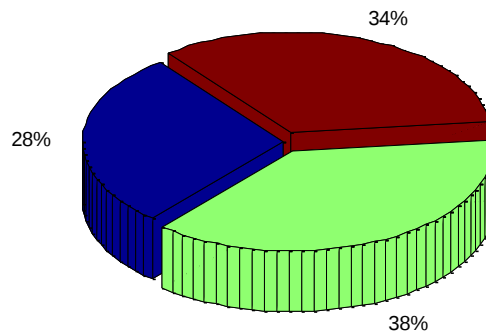
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

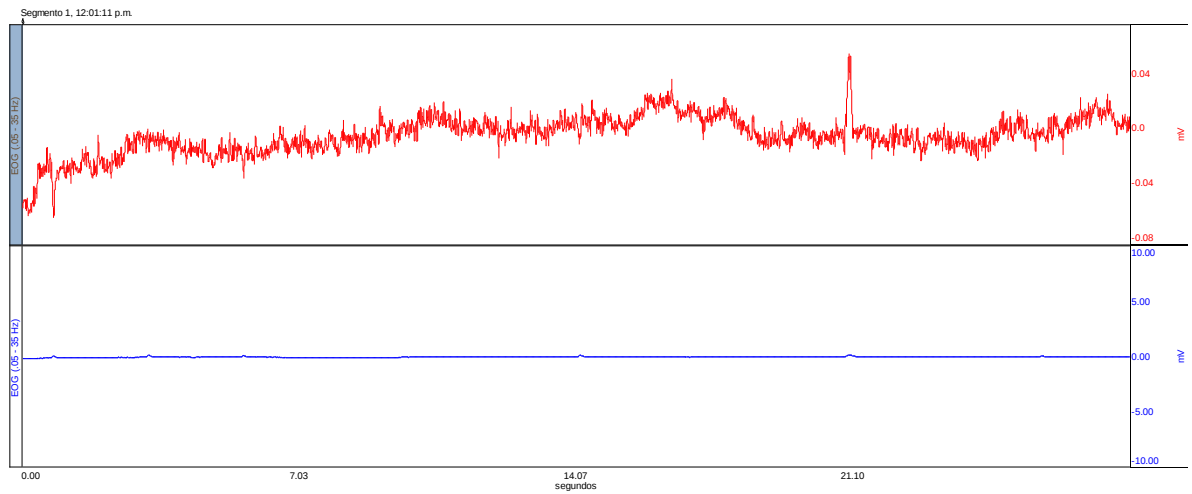


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

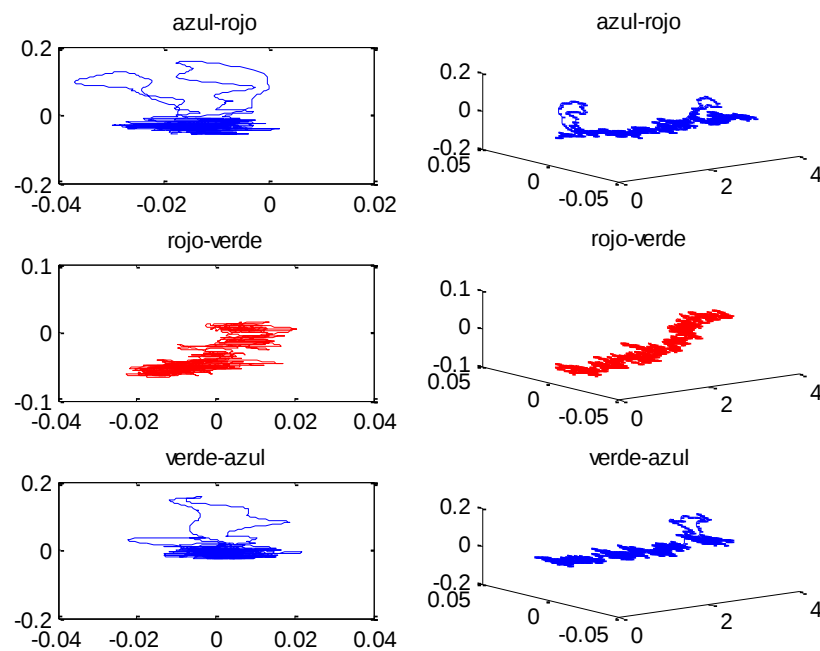


16. Prueba_ivan_elect.txt

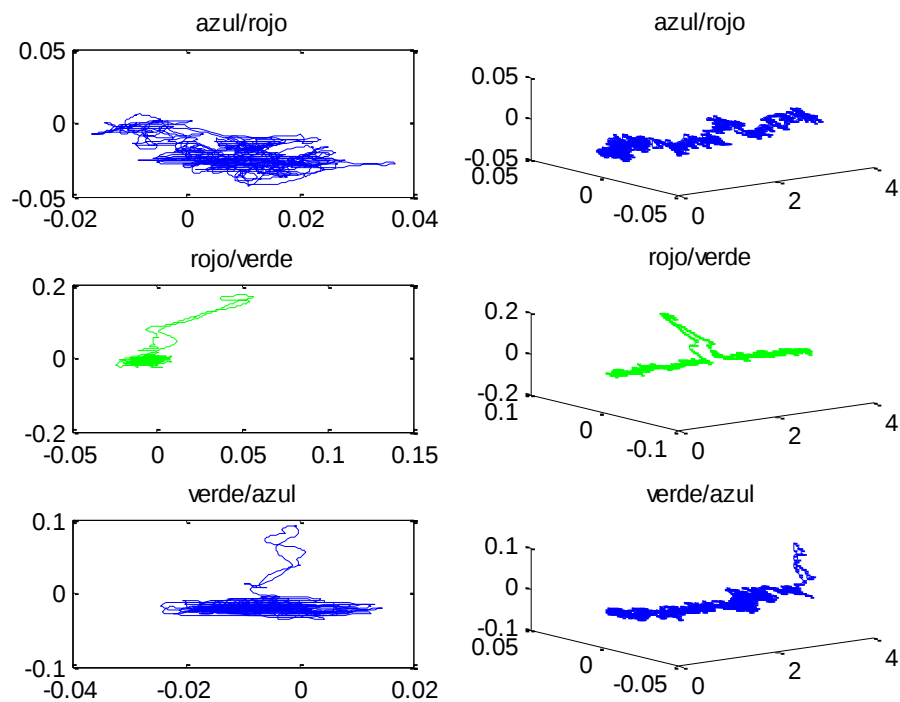
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



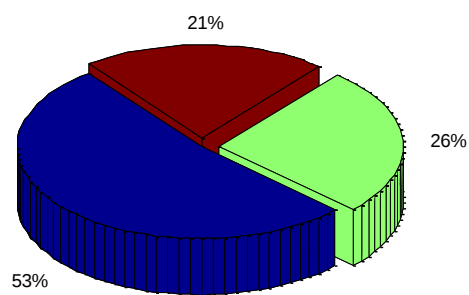
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

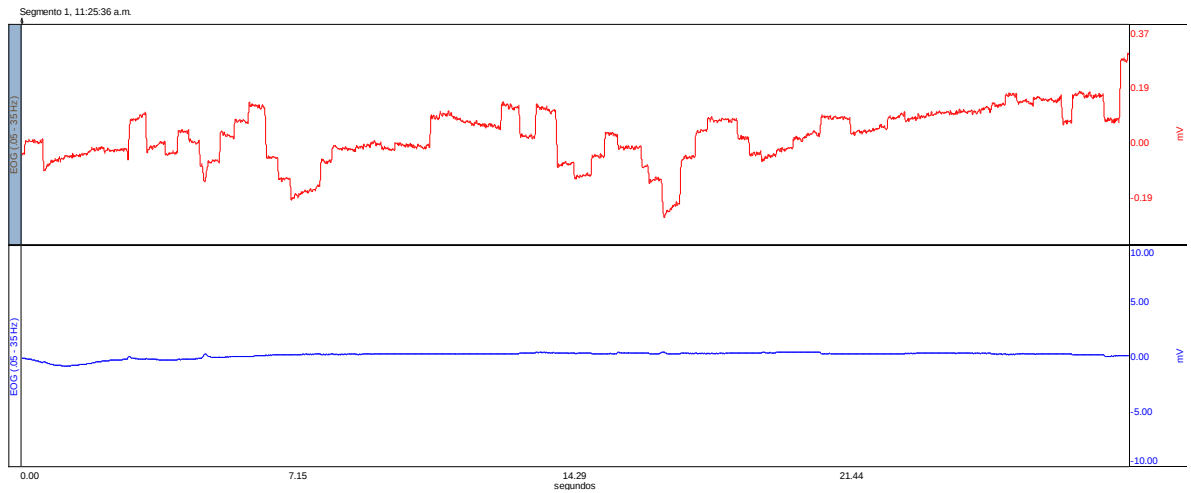


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

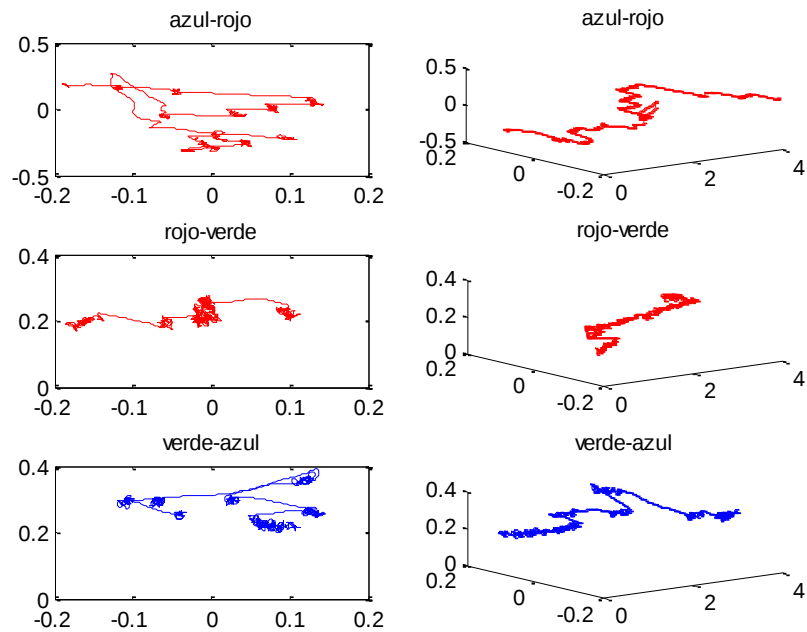


17. Prueba_ivonne_psi.txt

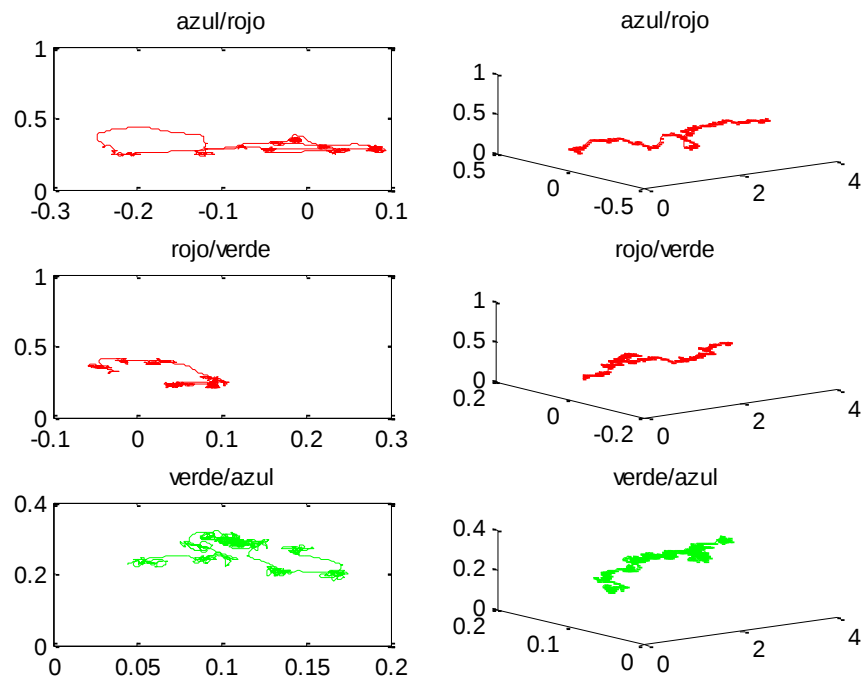
• MOVIMIENTO OCULAR EOG



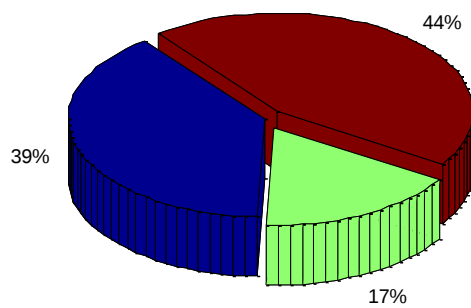
• IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

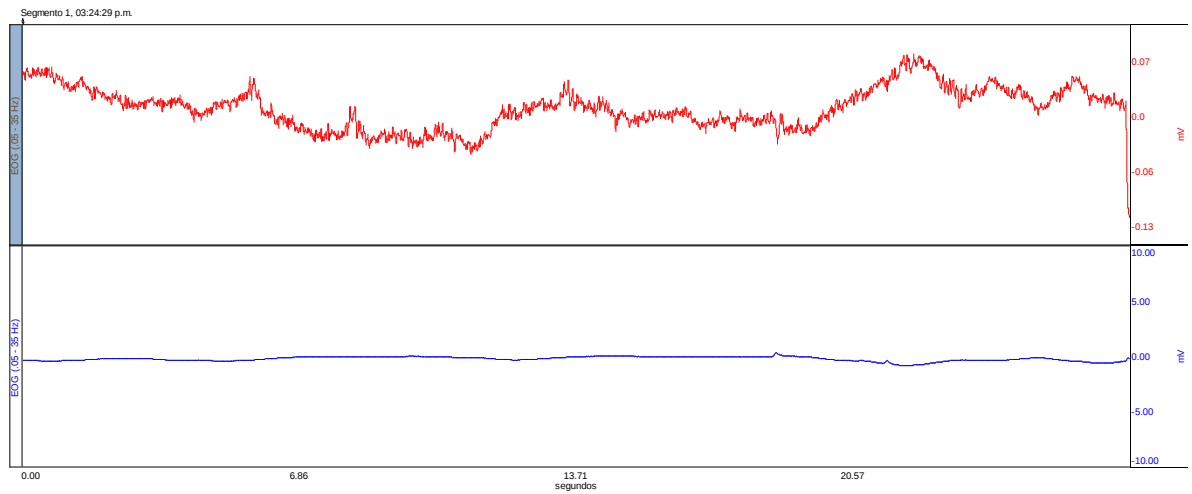


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

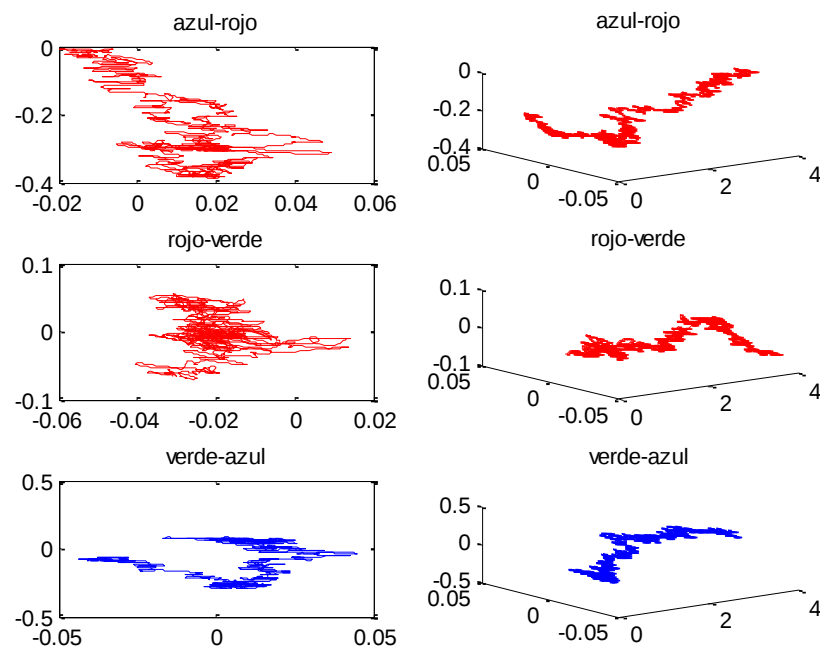


18. Prueba_jair_mecanica.txt

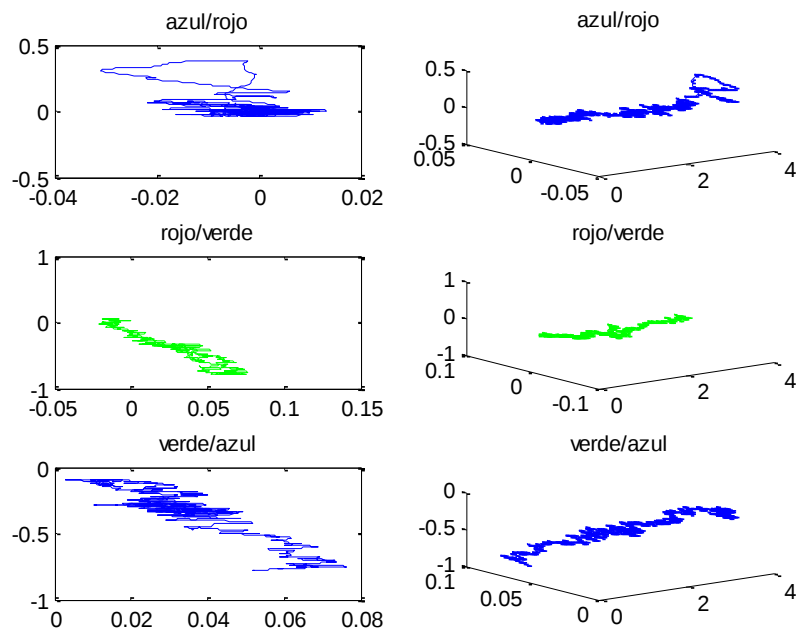
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



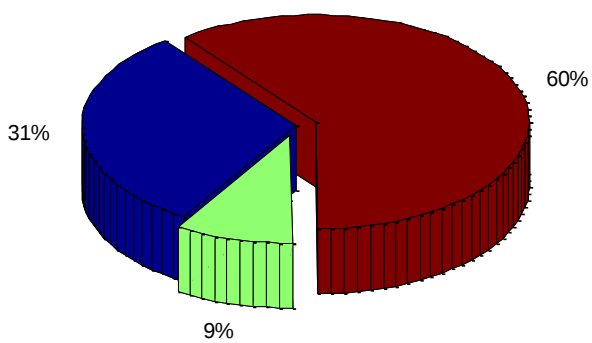
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

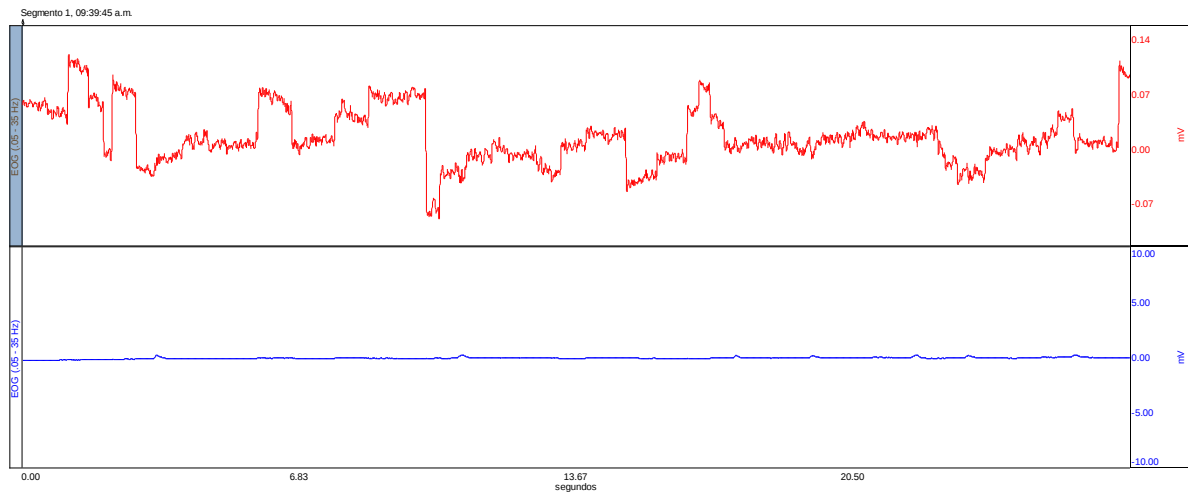


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

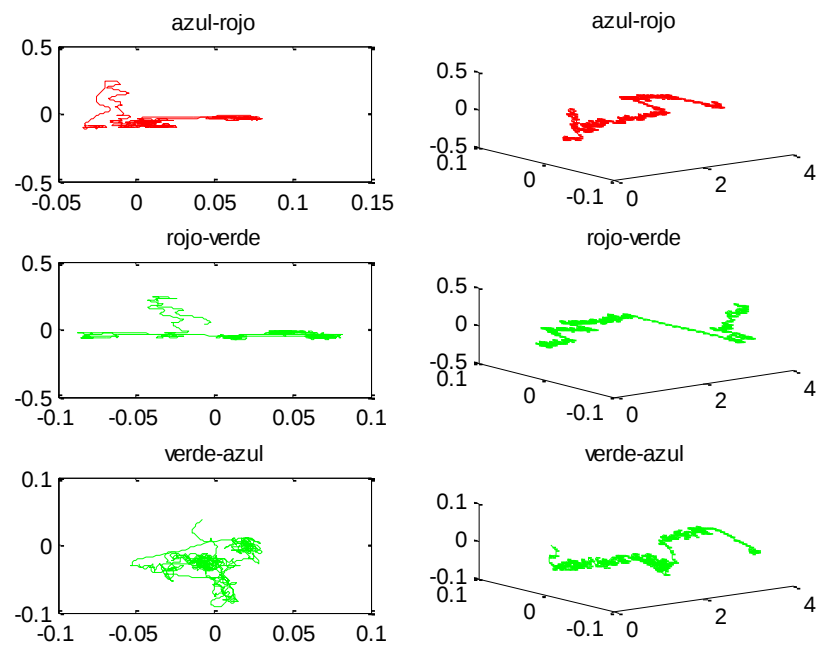


19. Prueba_johana_ambiental.txt

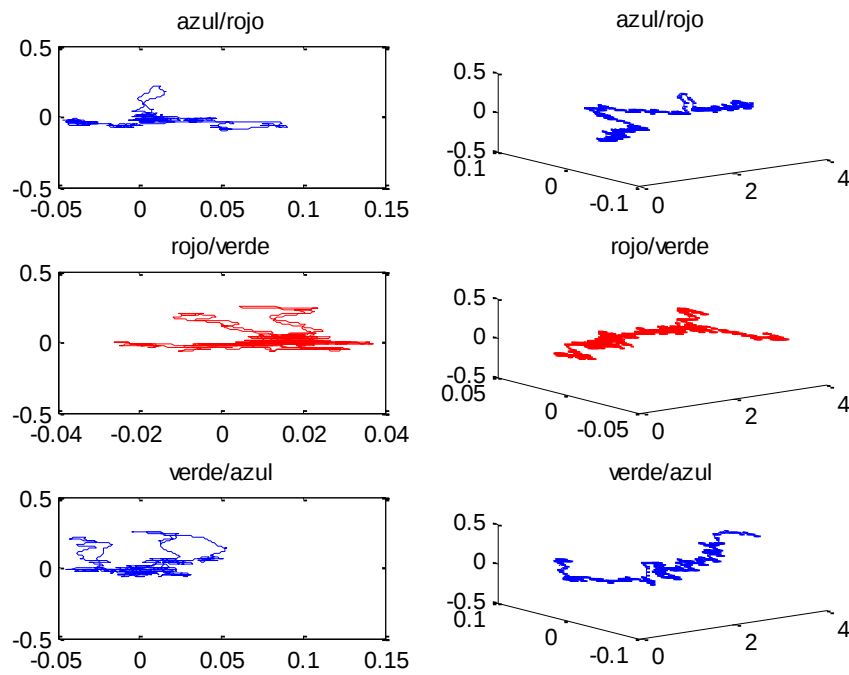
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



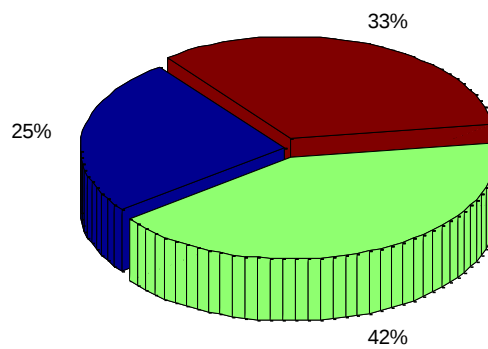
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

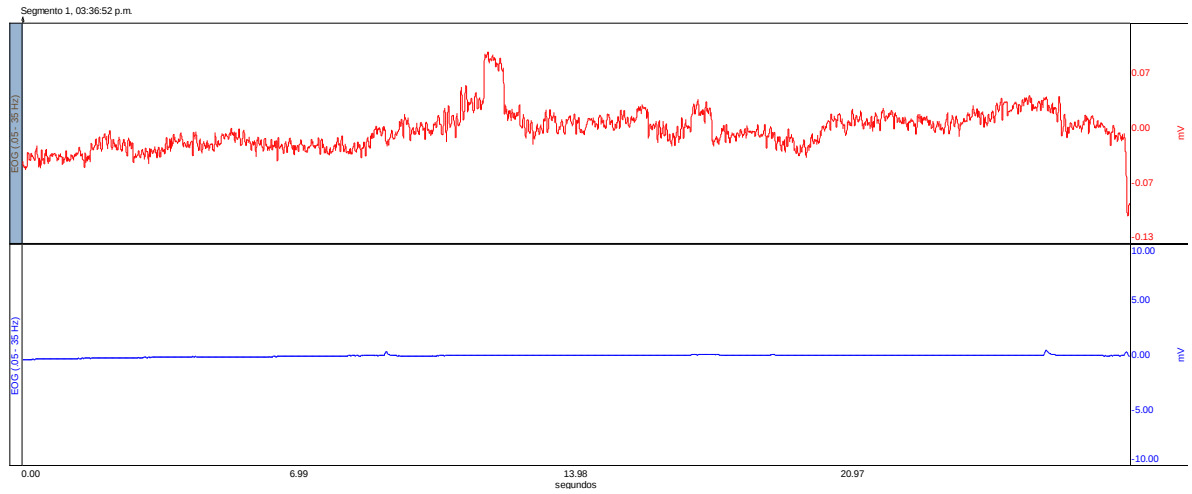


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

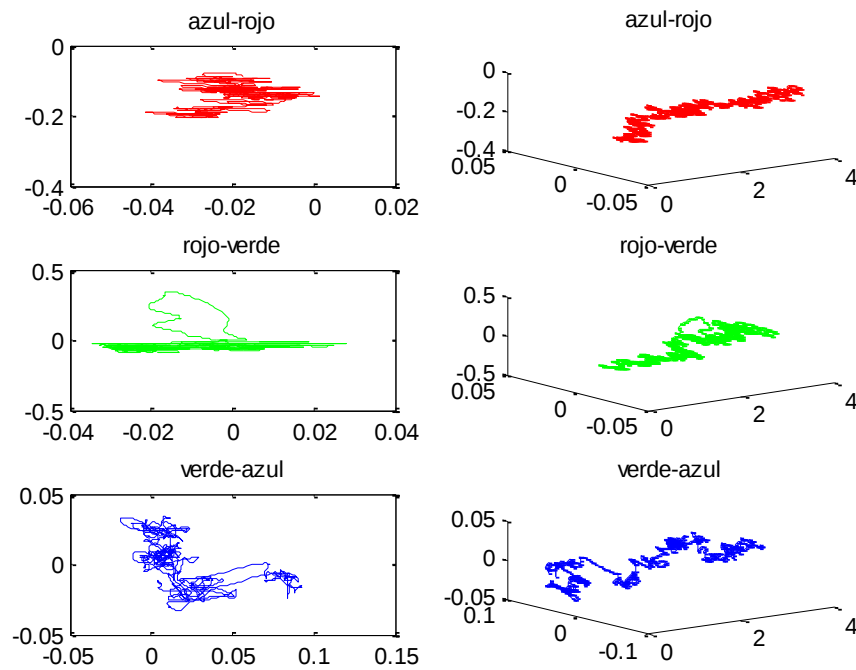


20. Prueba_jonathan_mecanicacero.txt

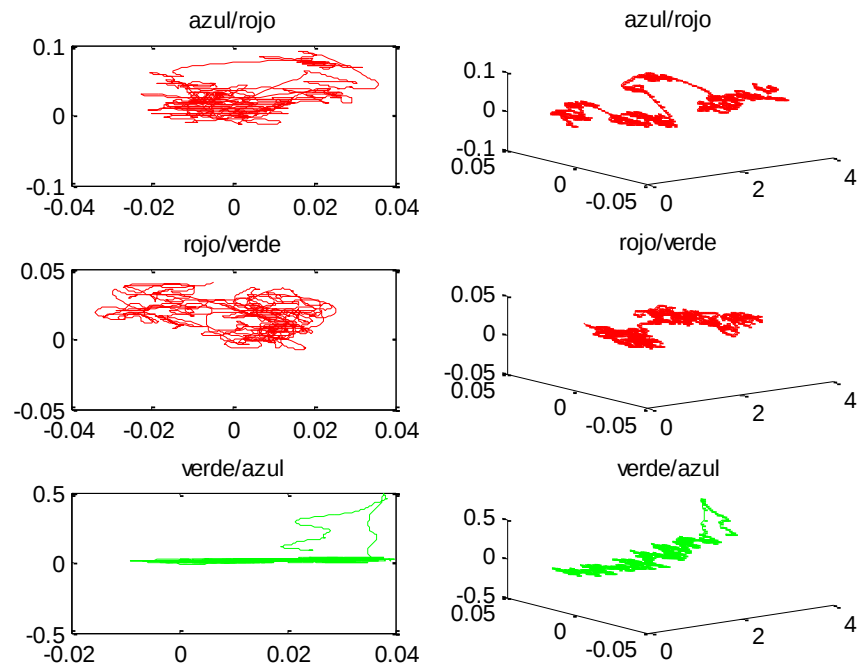
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



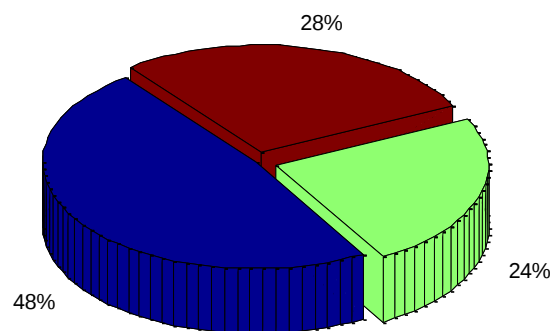
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

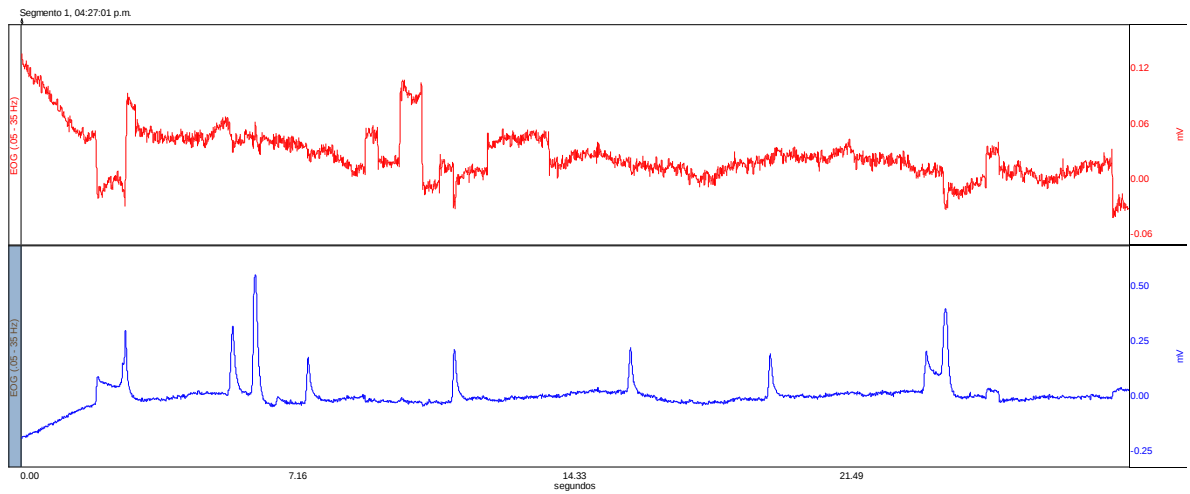


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

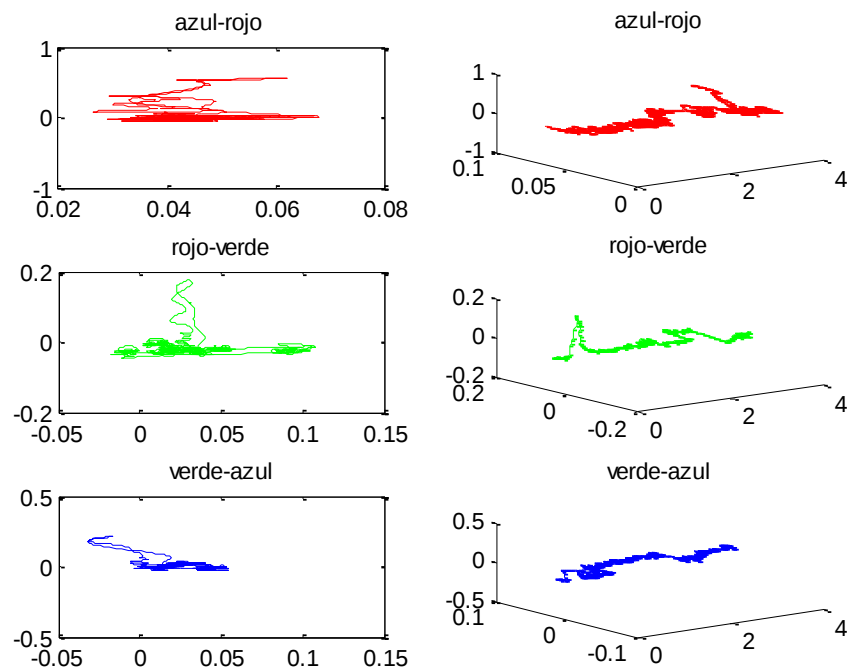


21. Prueba jose David eleccero.txt

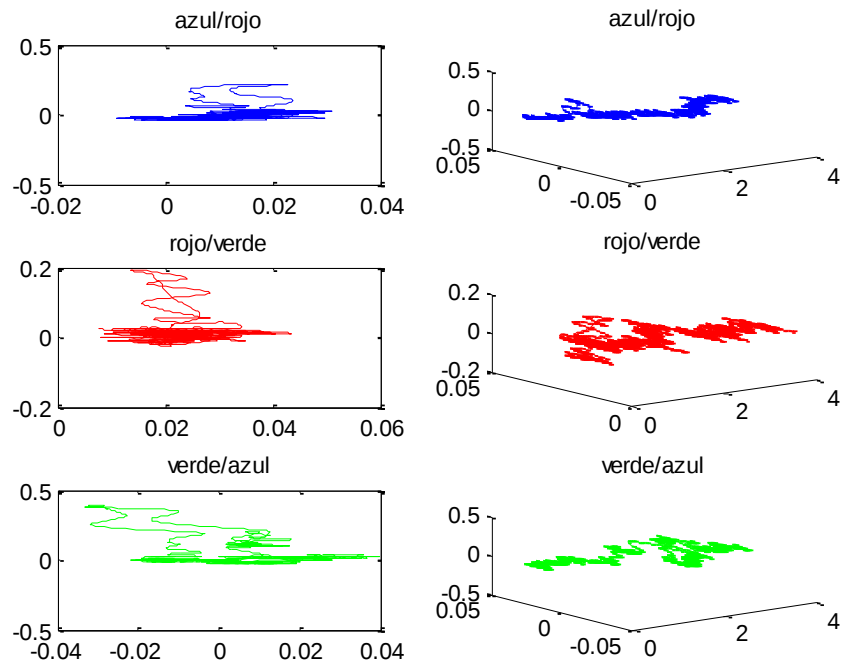
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



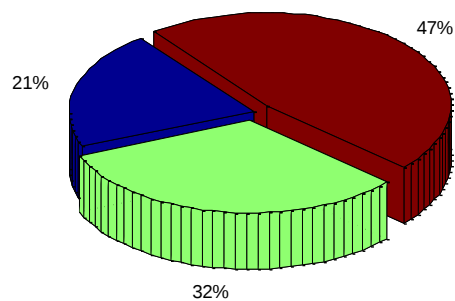
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

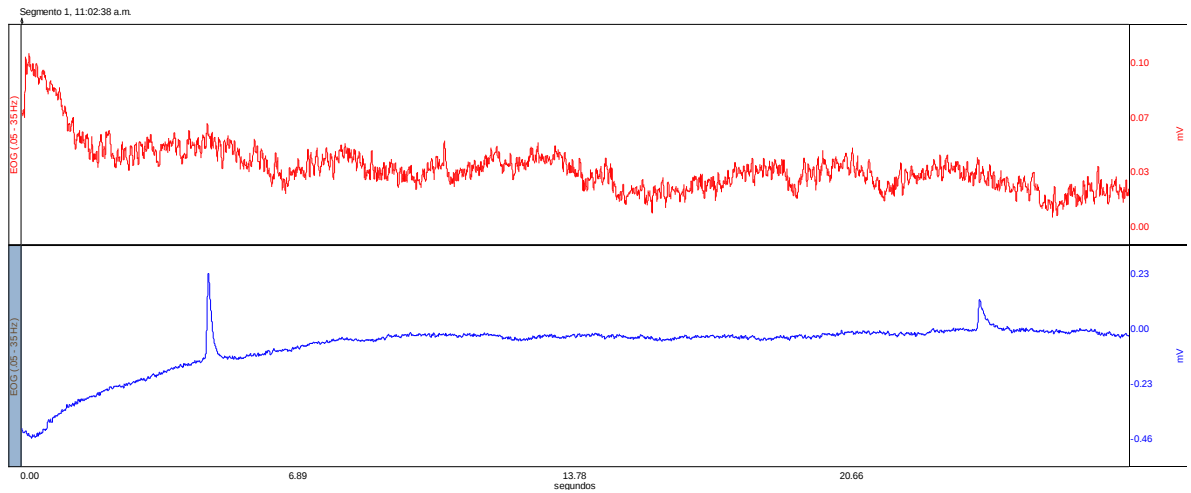


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

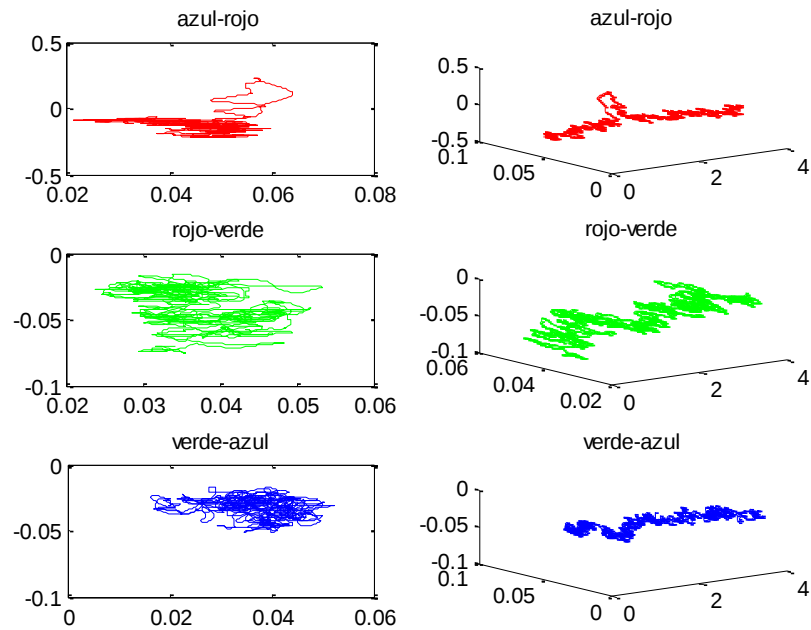


22. Prueba_juan_induscero.txt

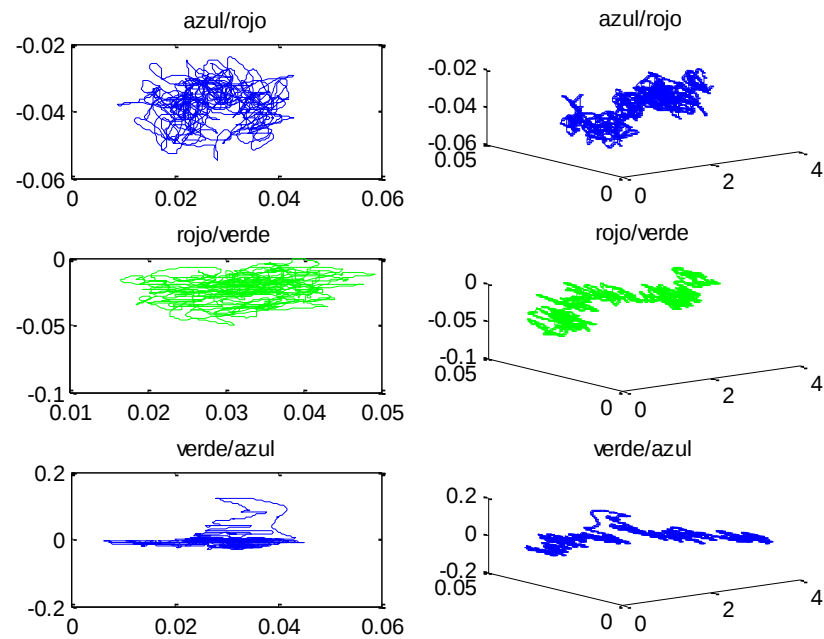
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



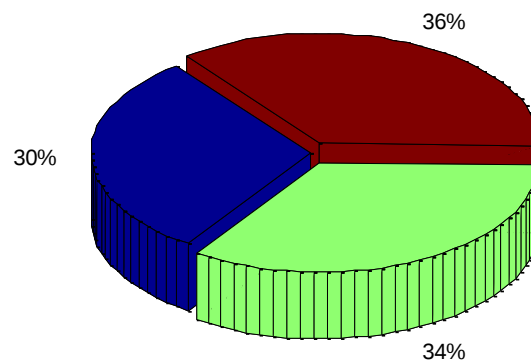
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

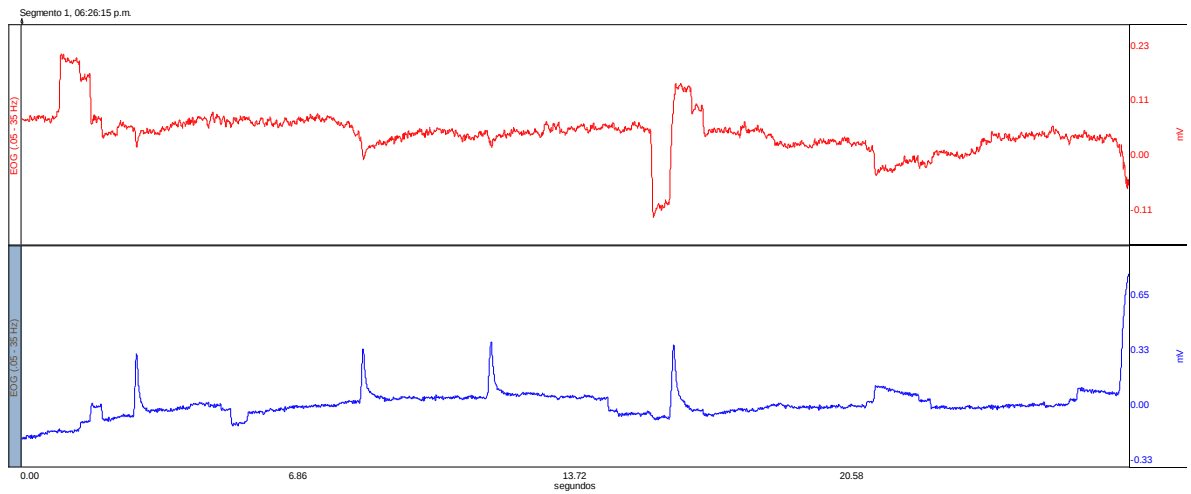


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

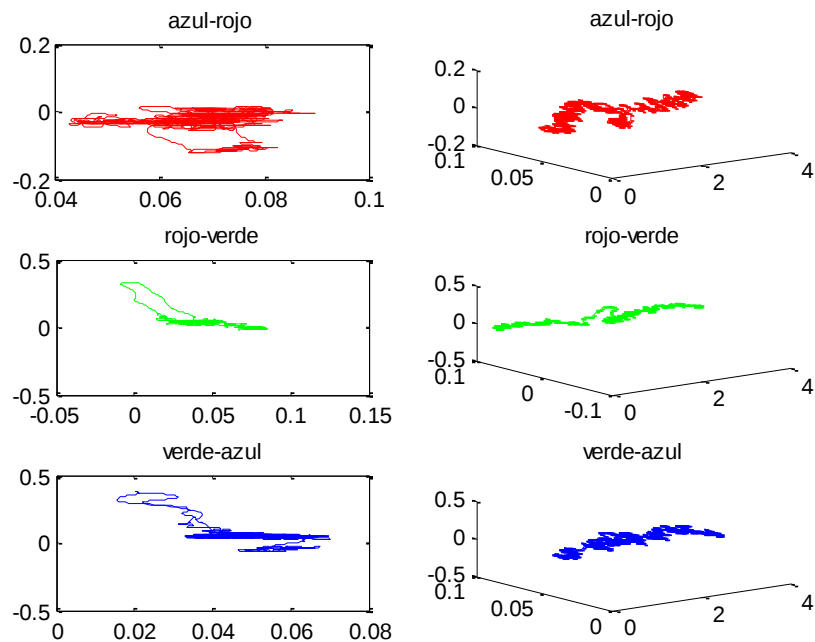


23. Prueba_ladys_civcero.txt

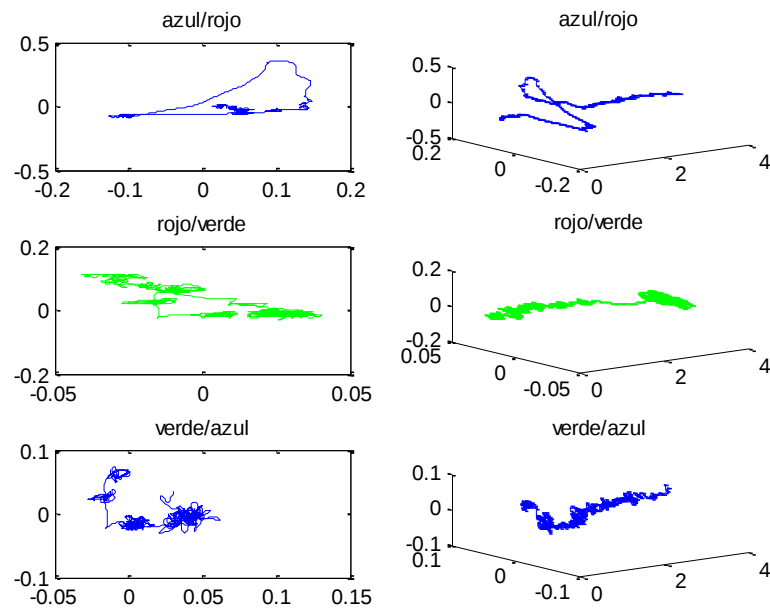
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



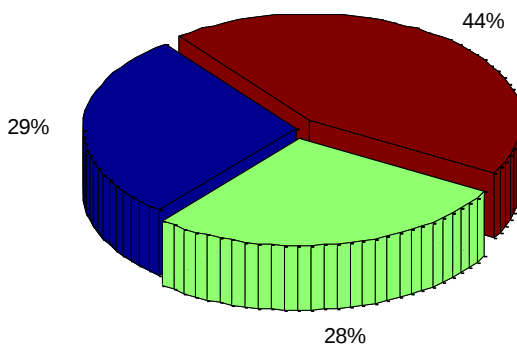
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

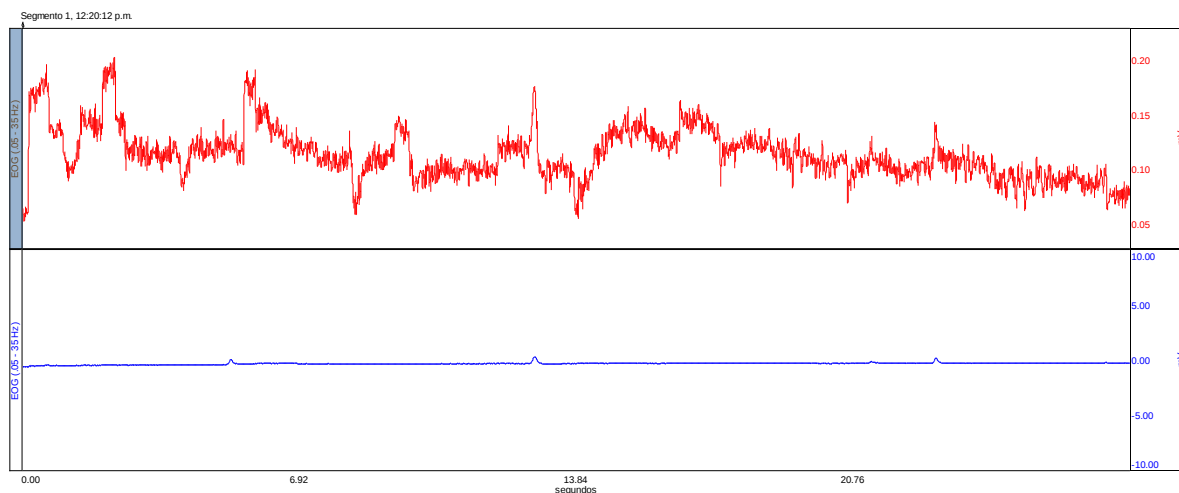


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

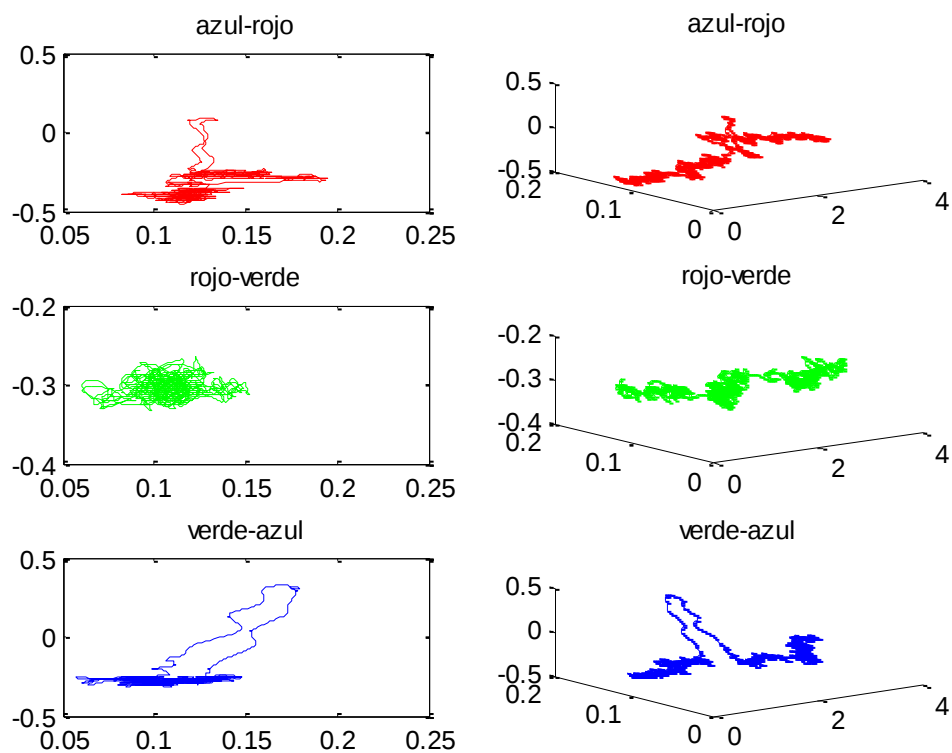


24. Prueba_lala_comsocero.txt

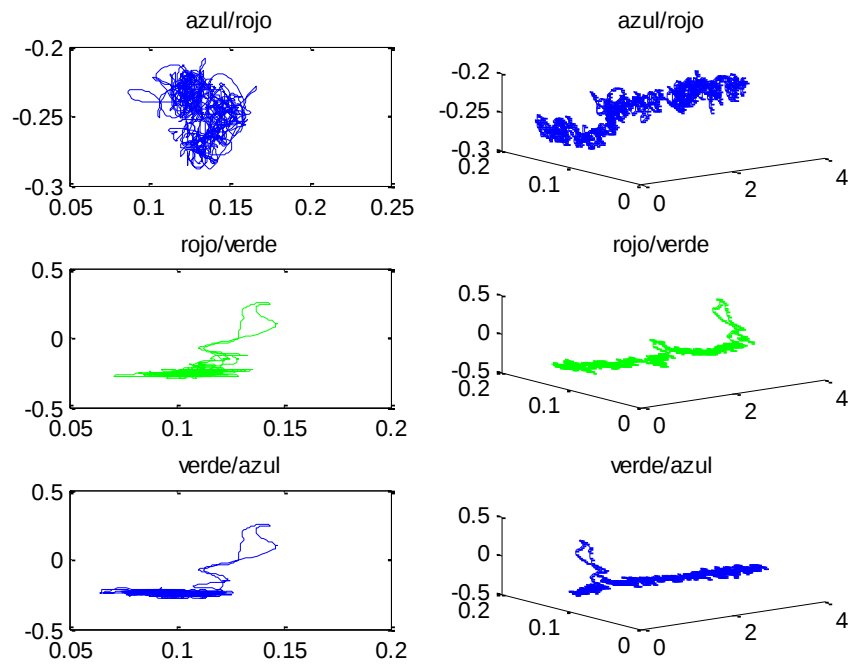
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



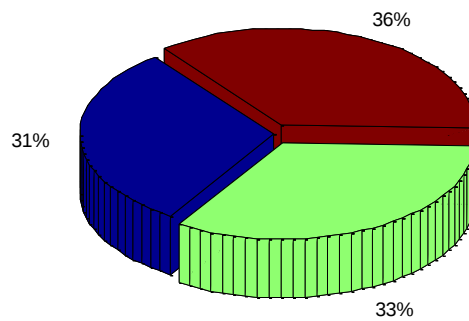
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

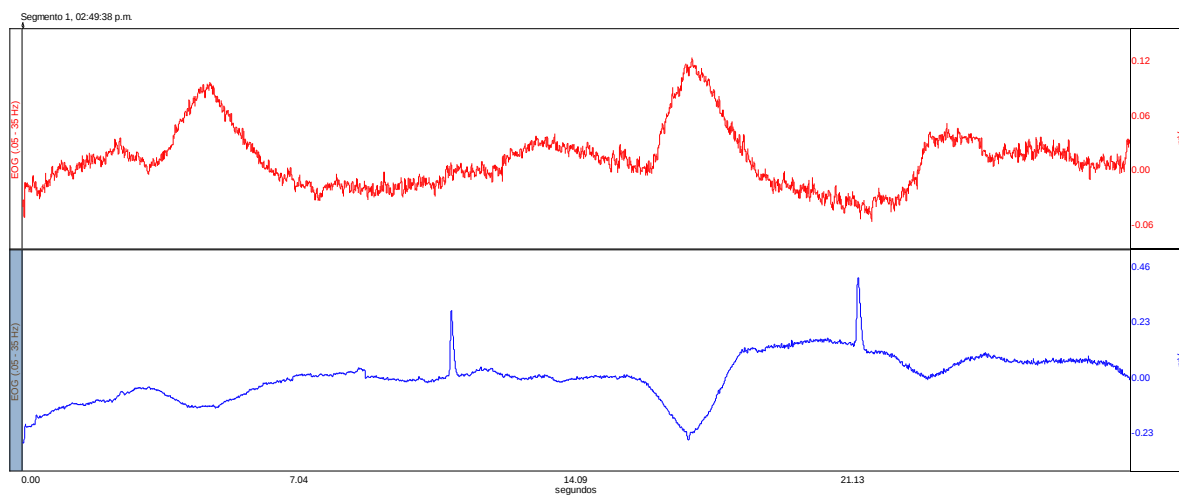


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

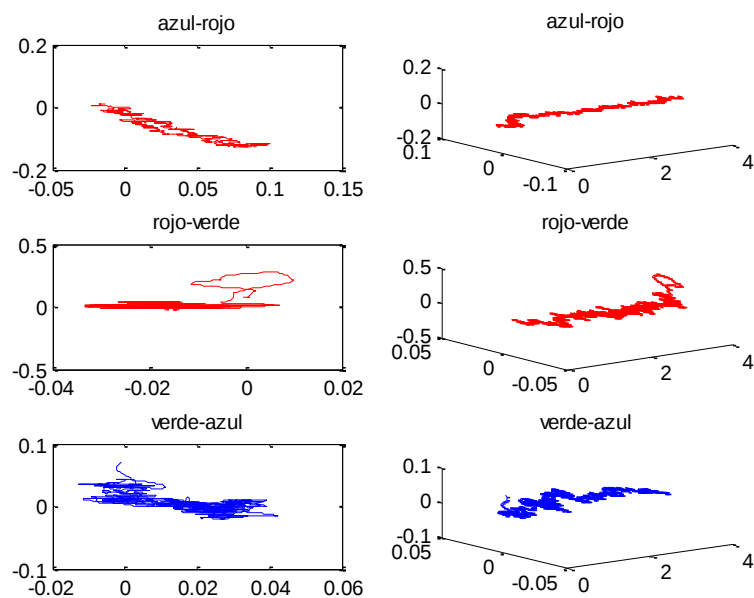


25. Prueba_luigi_inforcero.txt

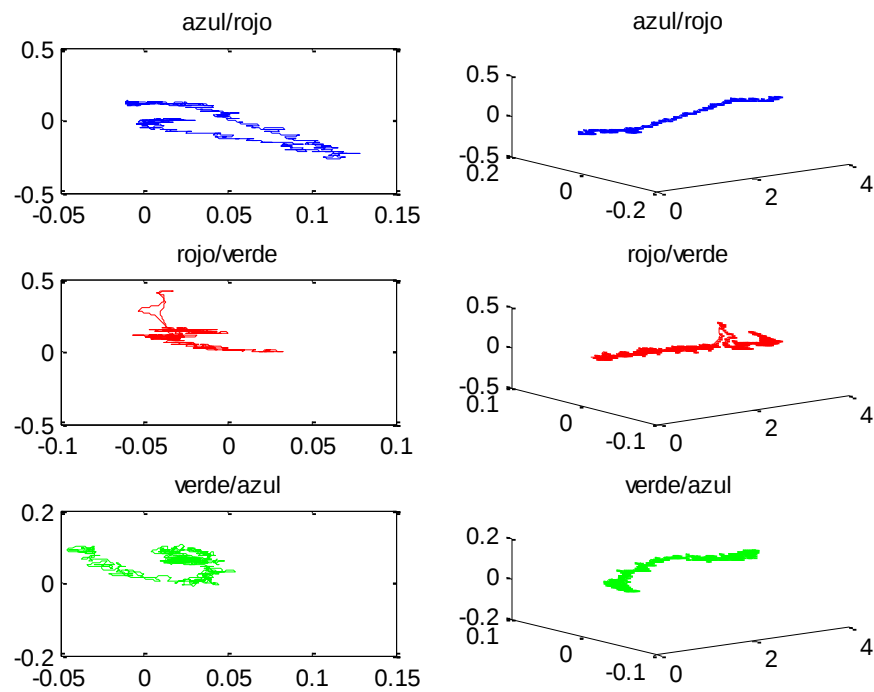
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



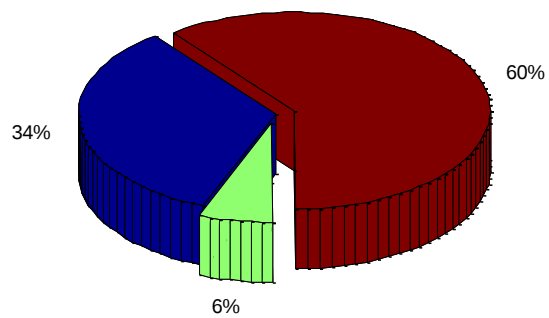
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

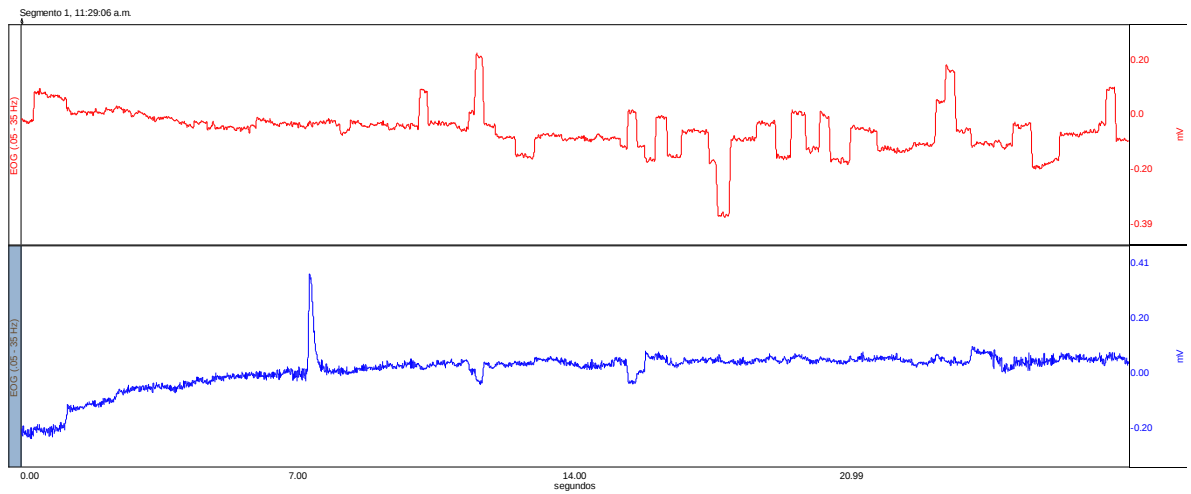


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

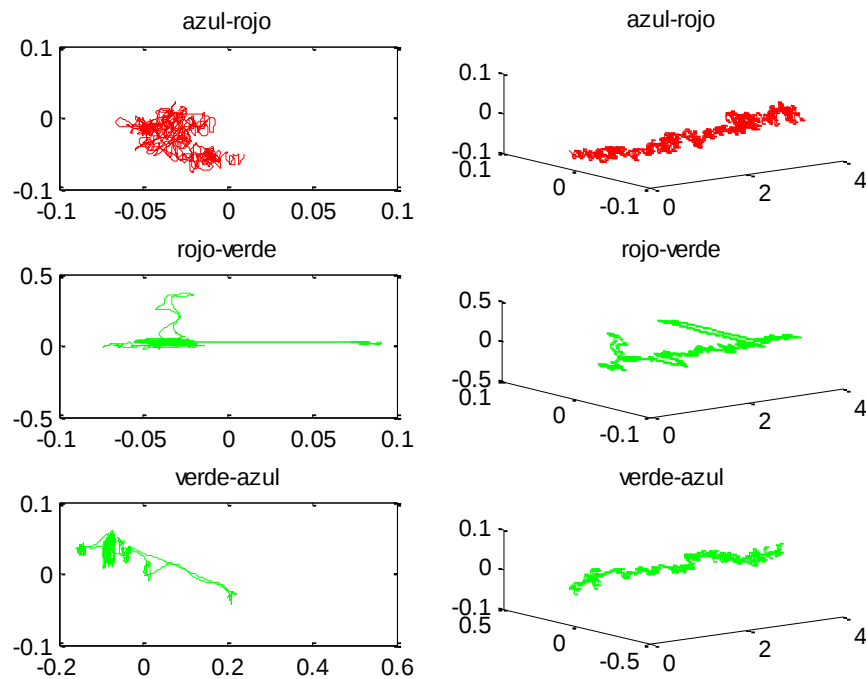


26. Prueba_luis_induscero.txt

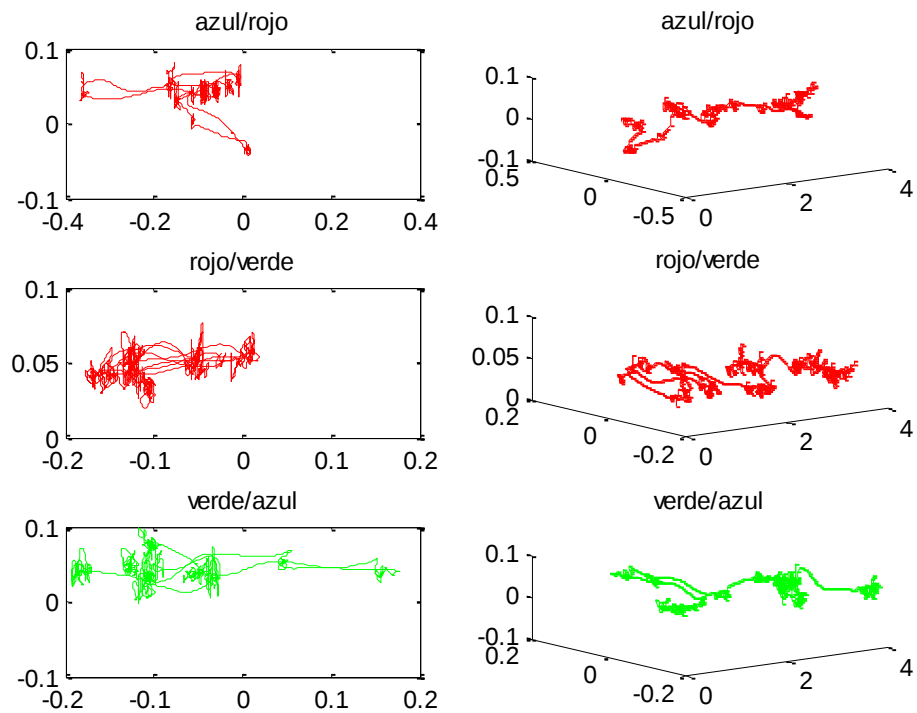
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



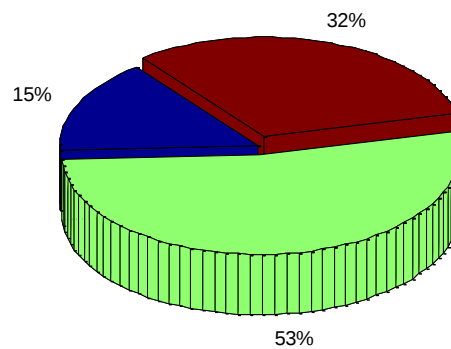
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

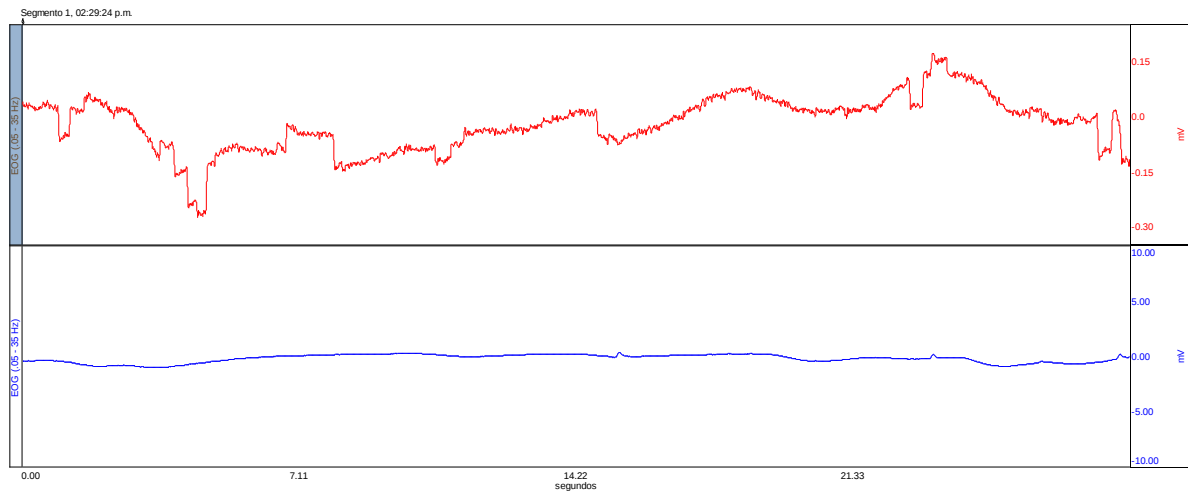


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

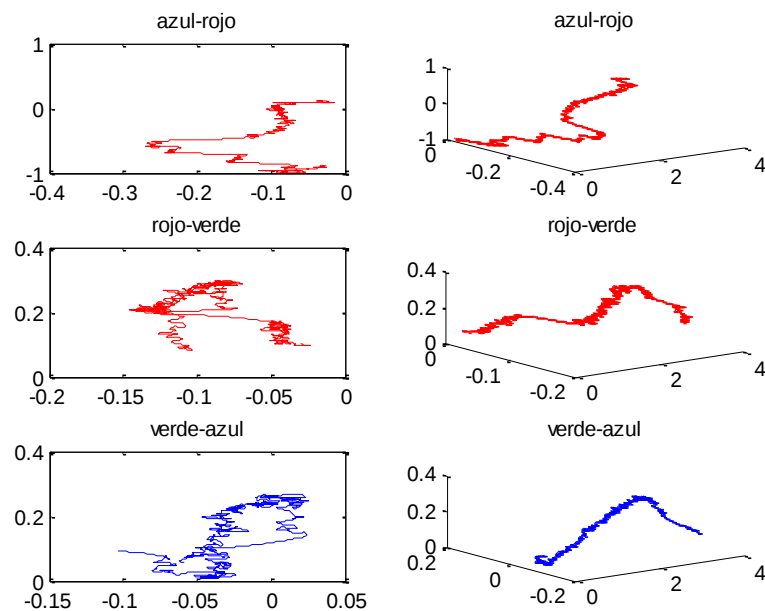


27. Prueba_luiscarlos_civcuadrarcero.txt

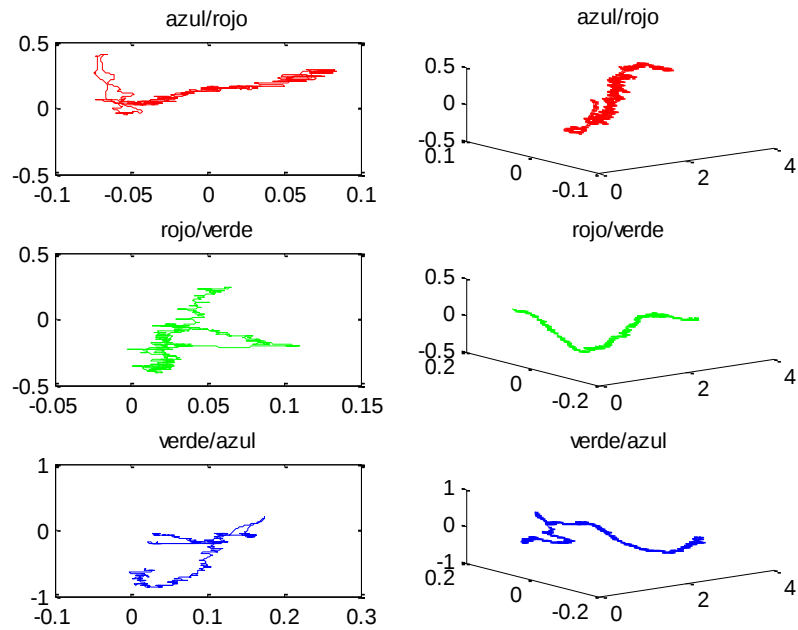
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



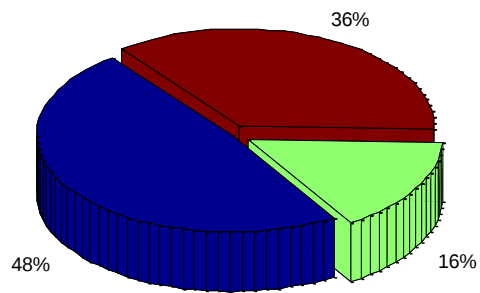
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

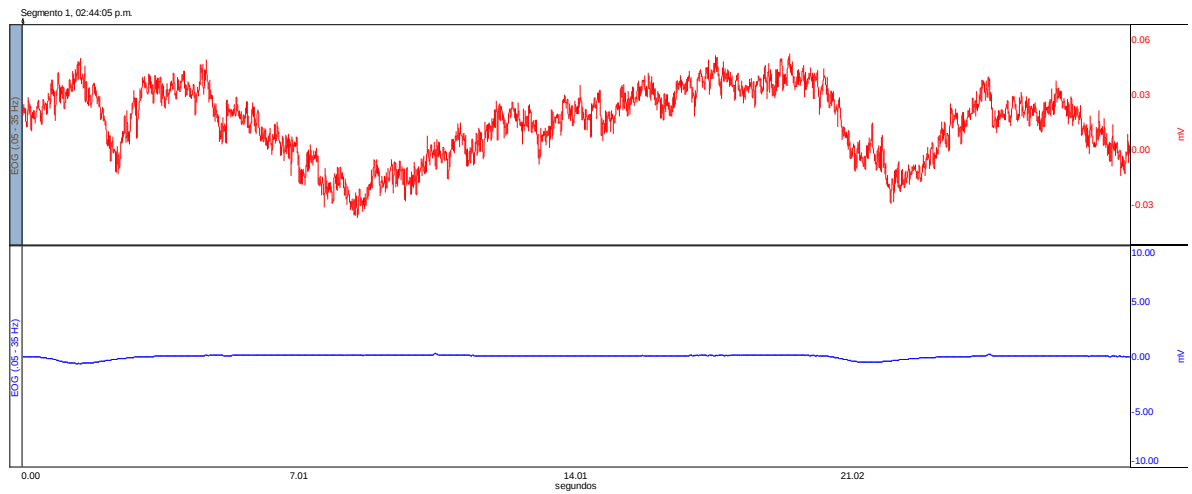


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

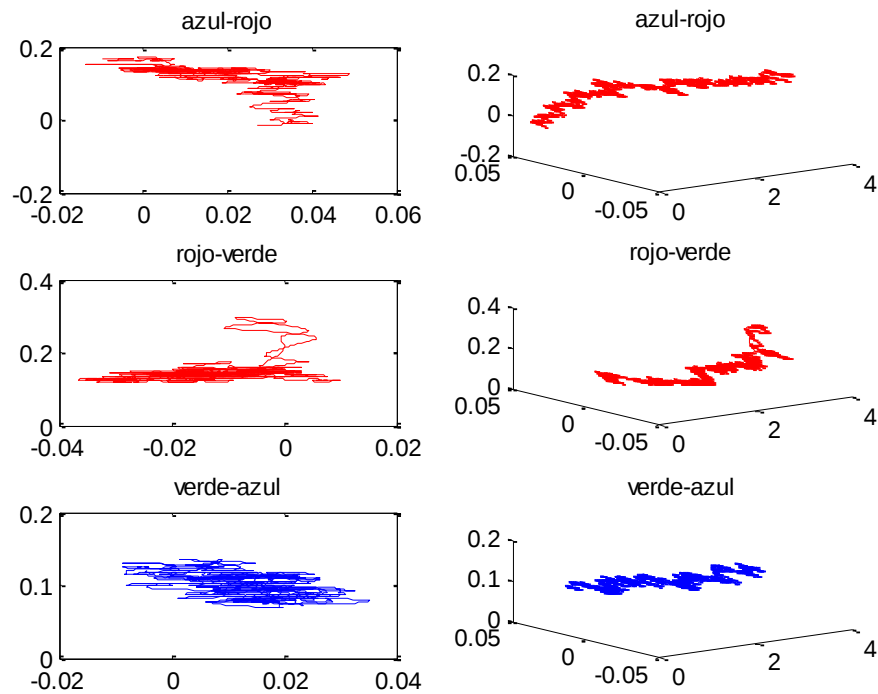


28. Prueba_luisgomez_civ.txt

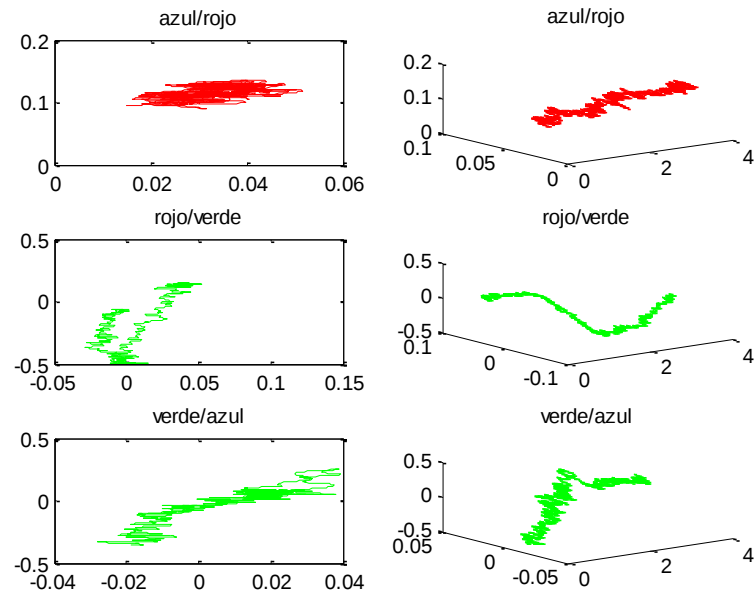
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



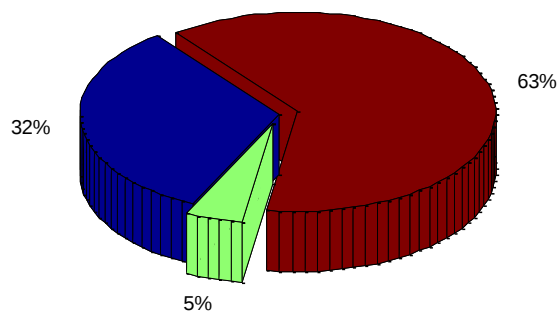
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

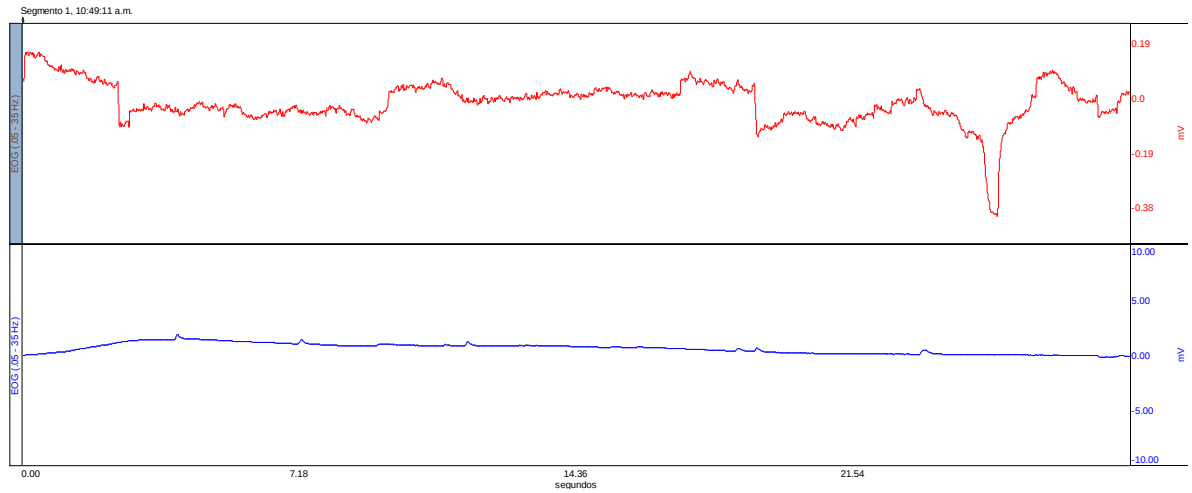


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

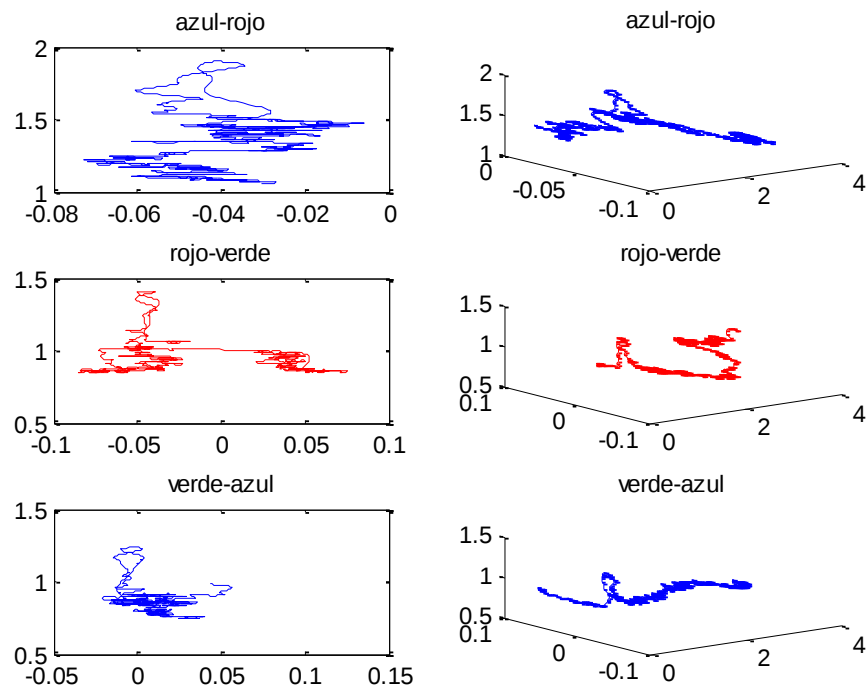


29. Prueba_luzmery_negocios.txt

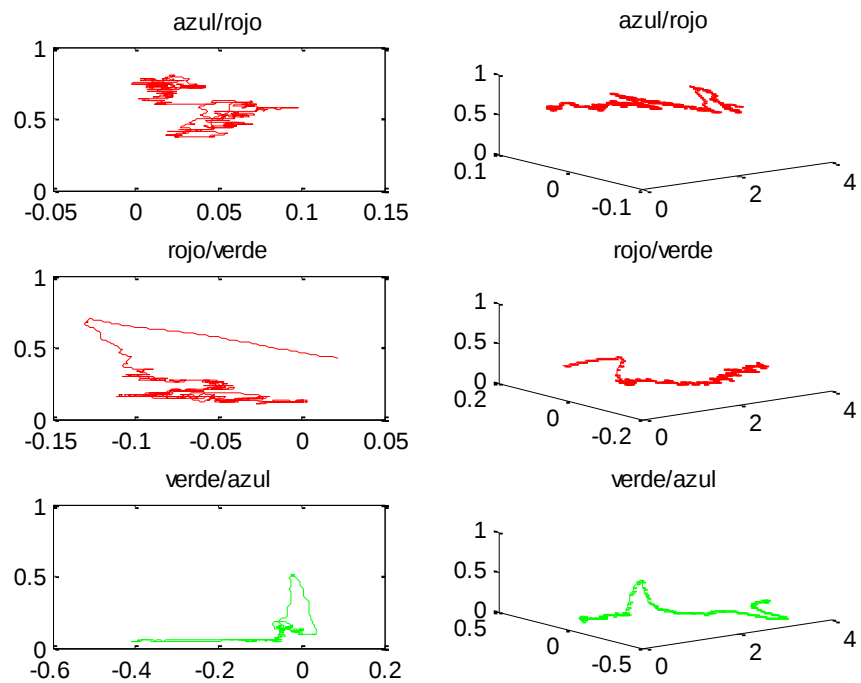
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



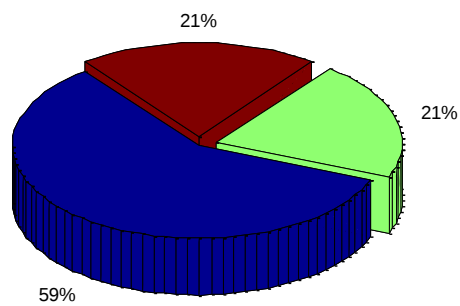
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

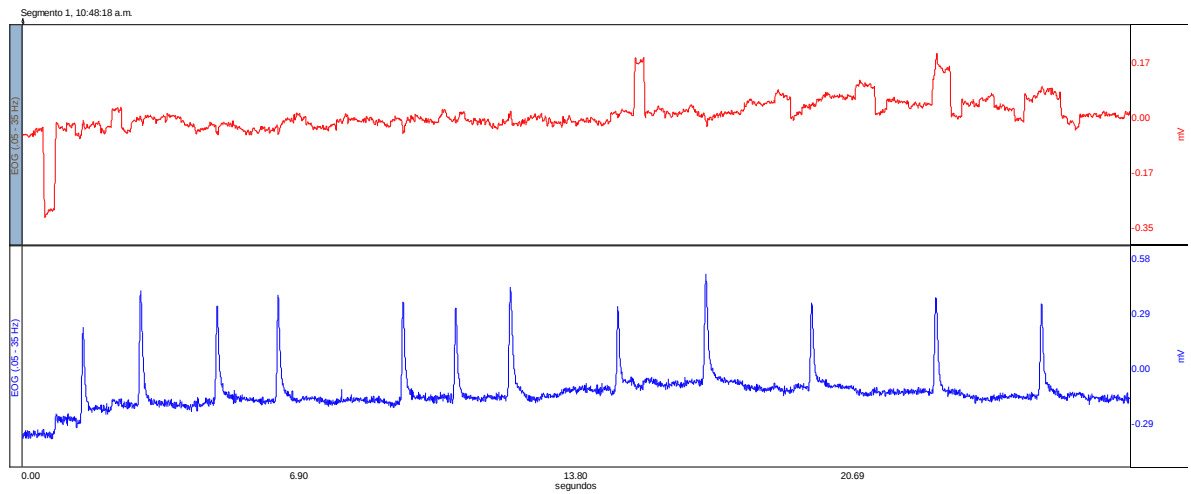


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

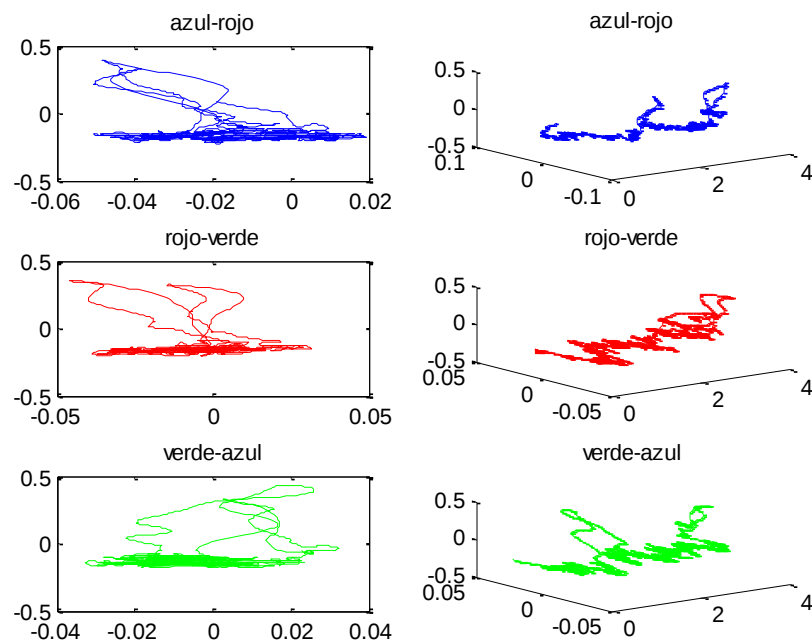


30. Prueba_mariacamila_indust.txt

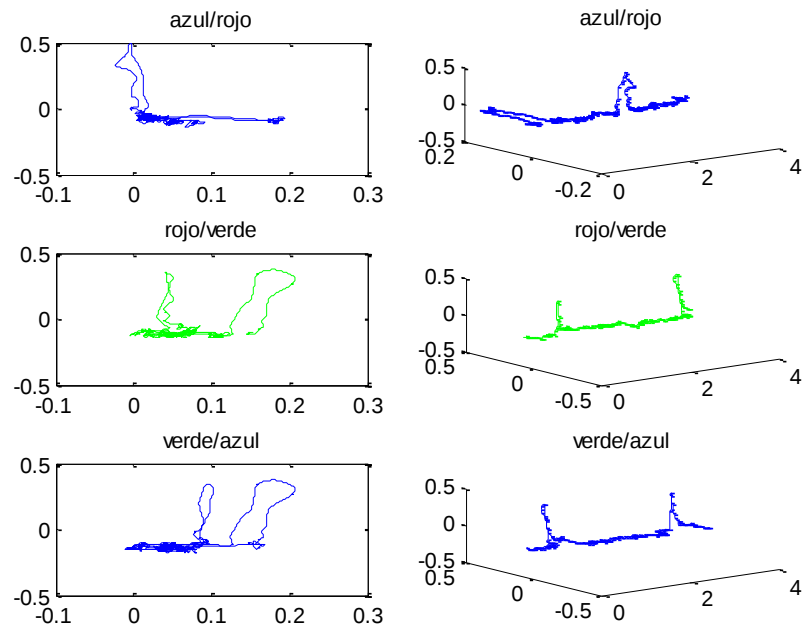
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



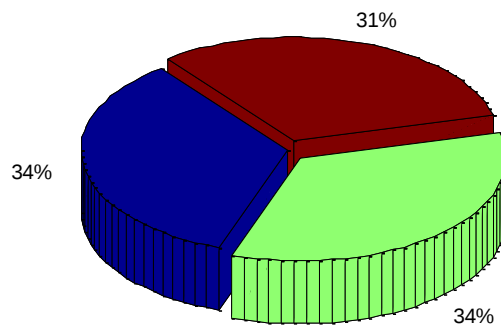
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

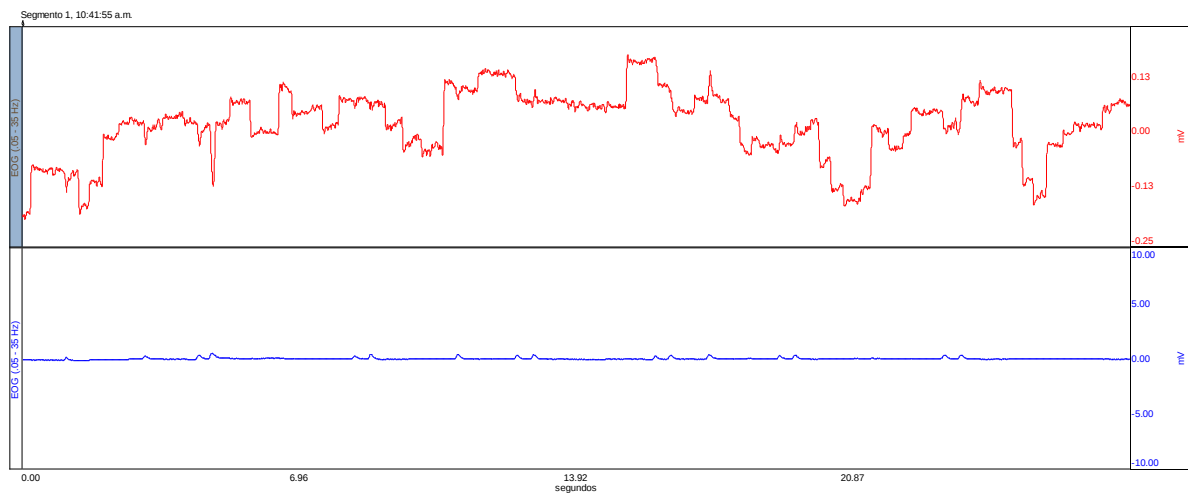


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

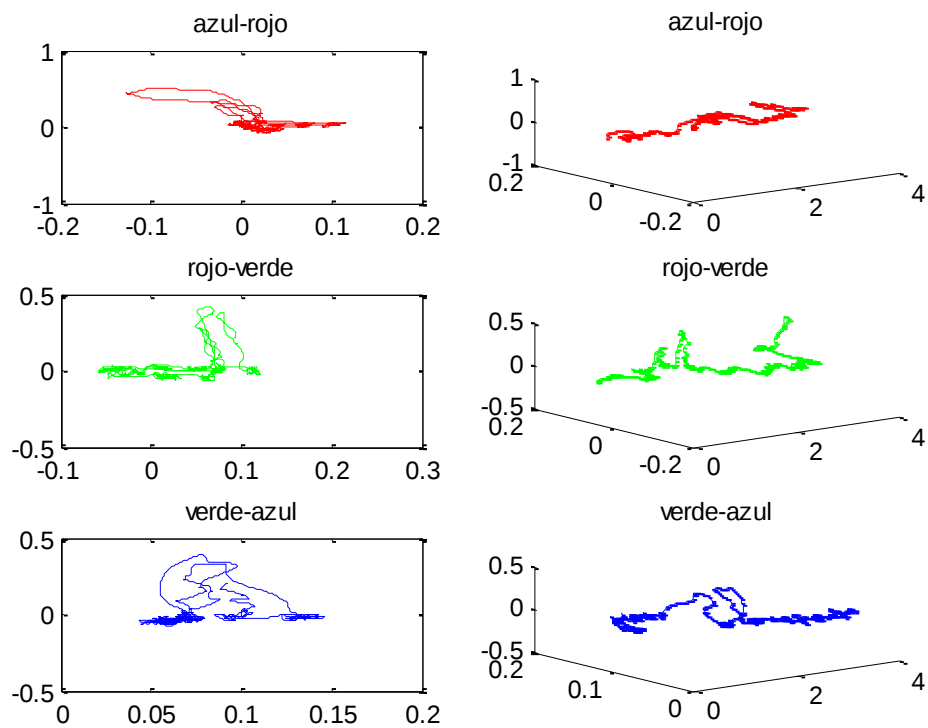


31. Prueba_martiza_negocios.txt

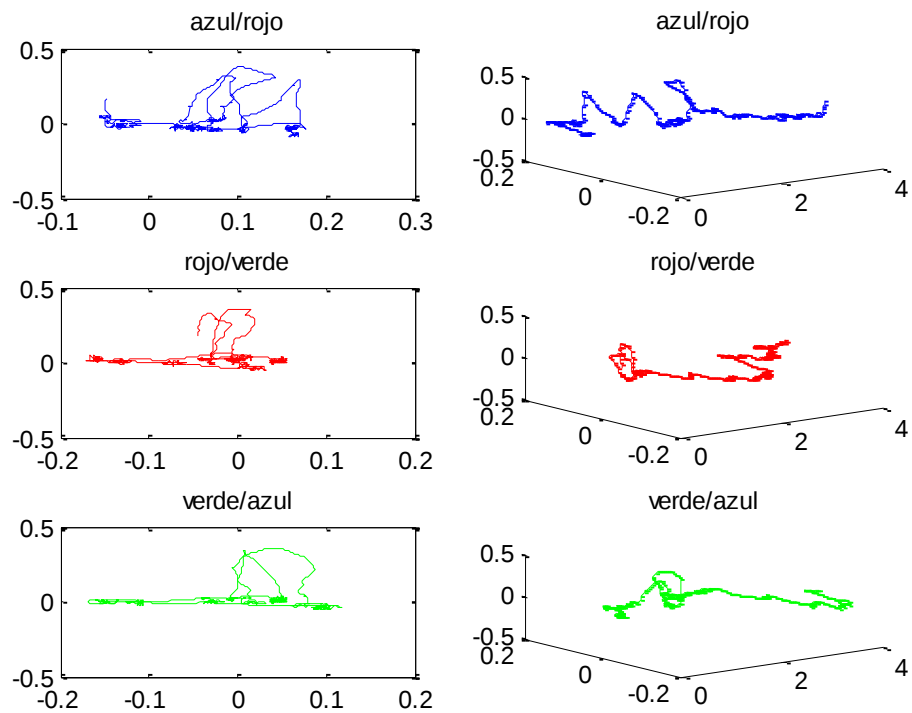
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



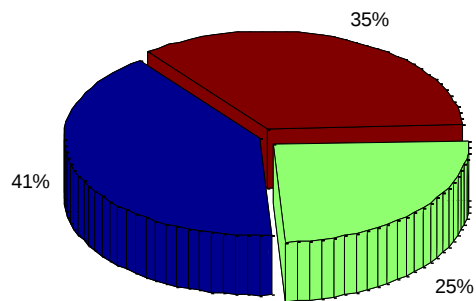
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

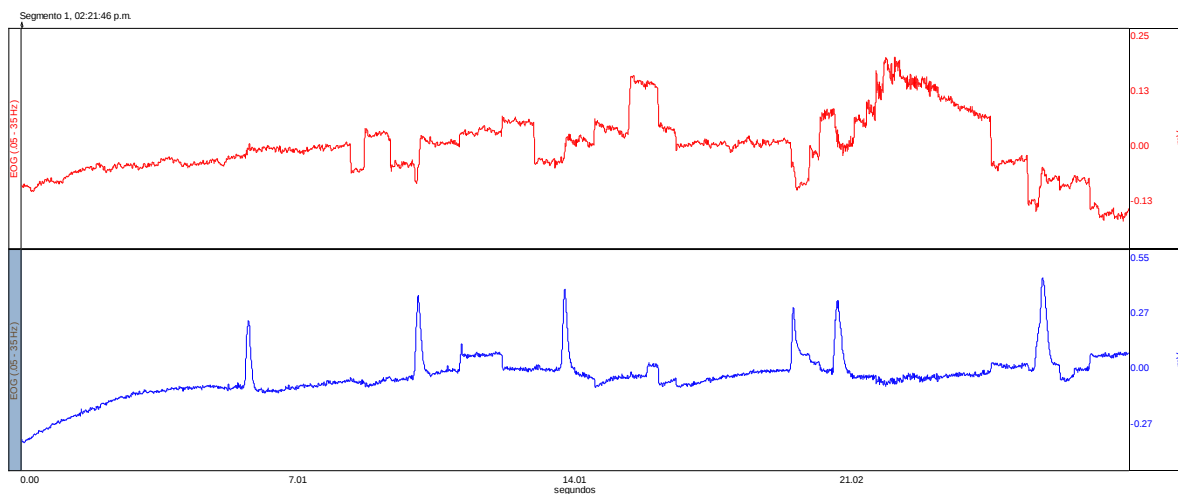


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

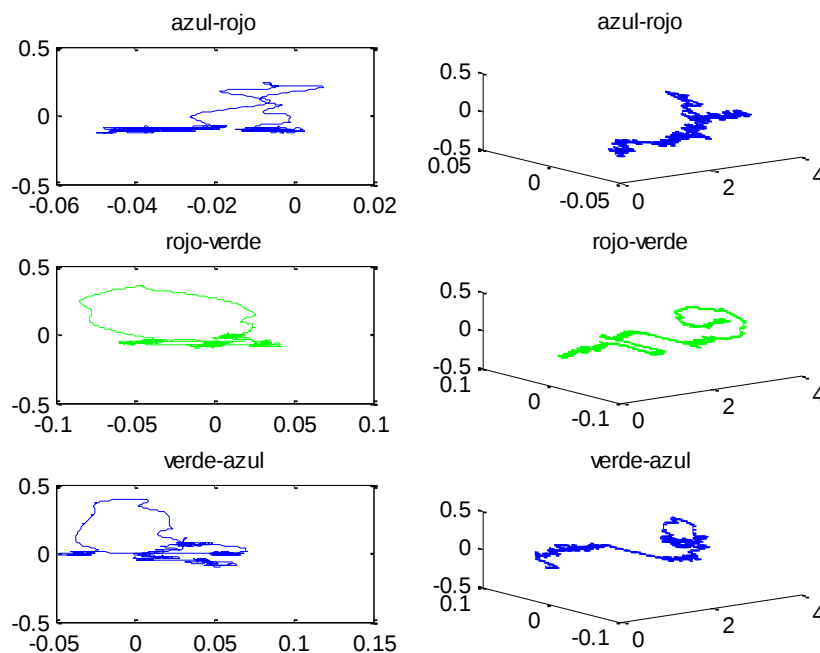


32. Prueba_mary_comso.txt

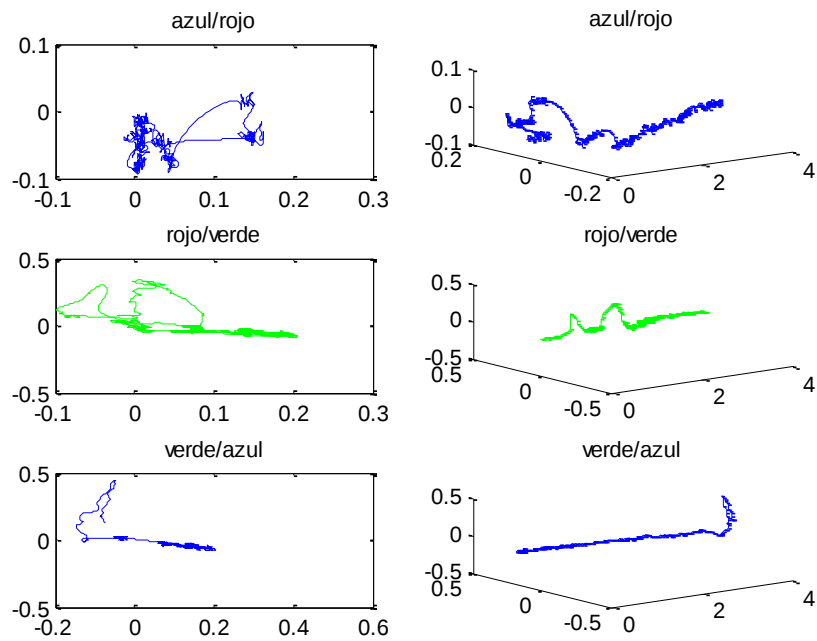
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



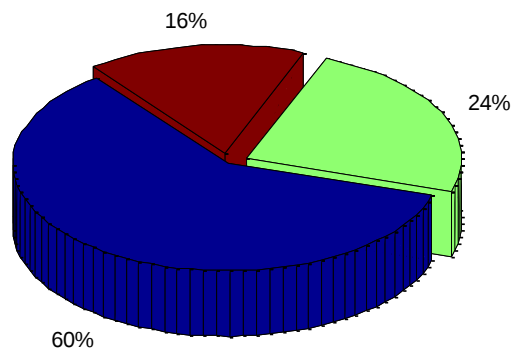
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

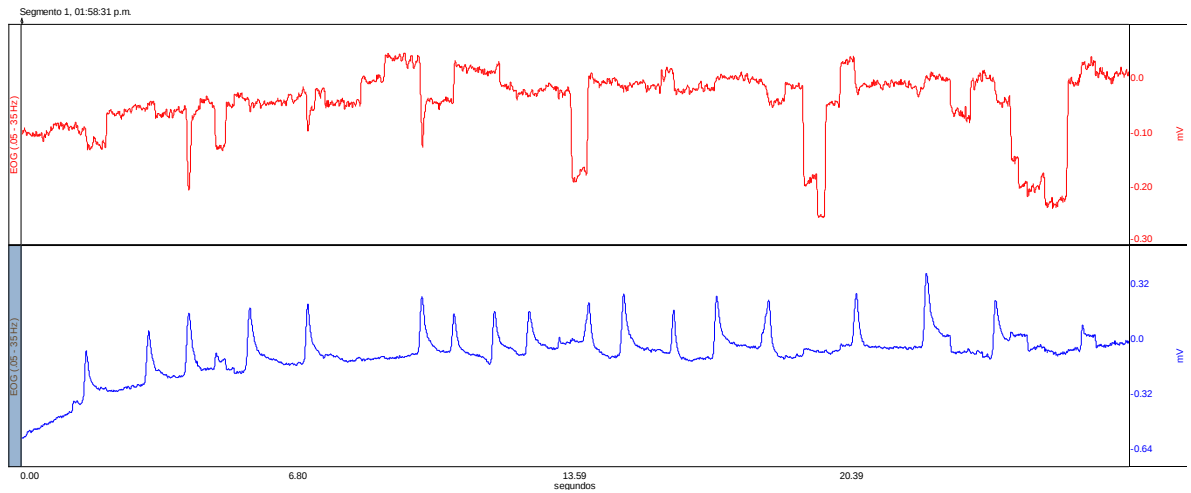


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

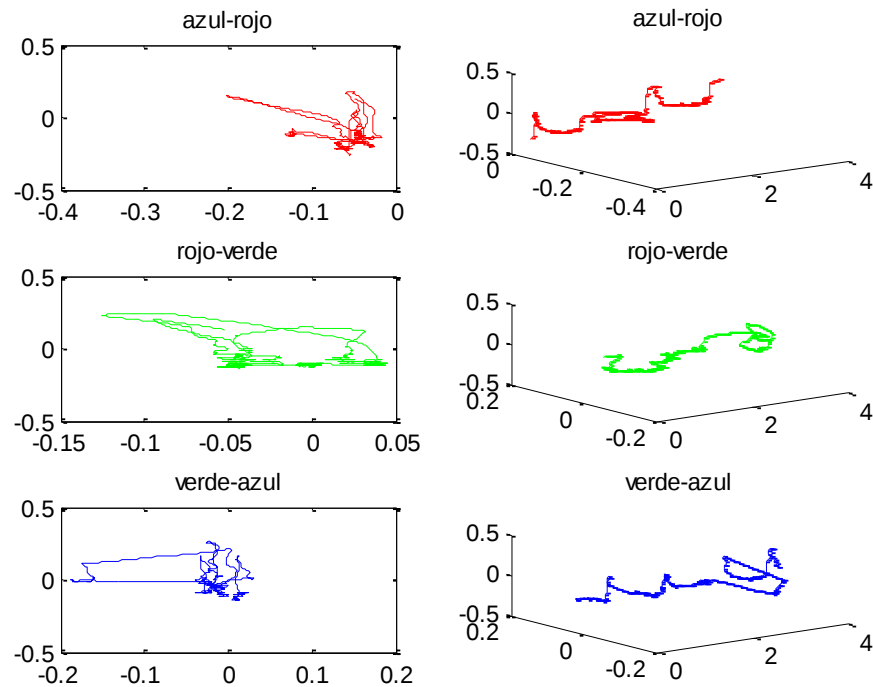


33. Prueba_natalia_comsocero.txt

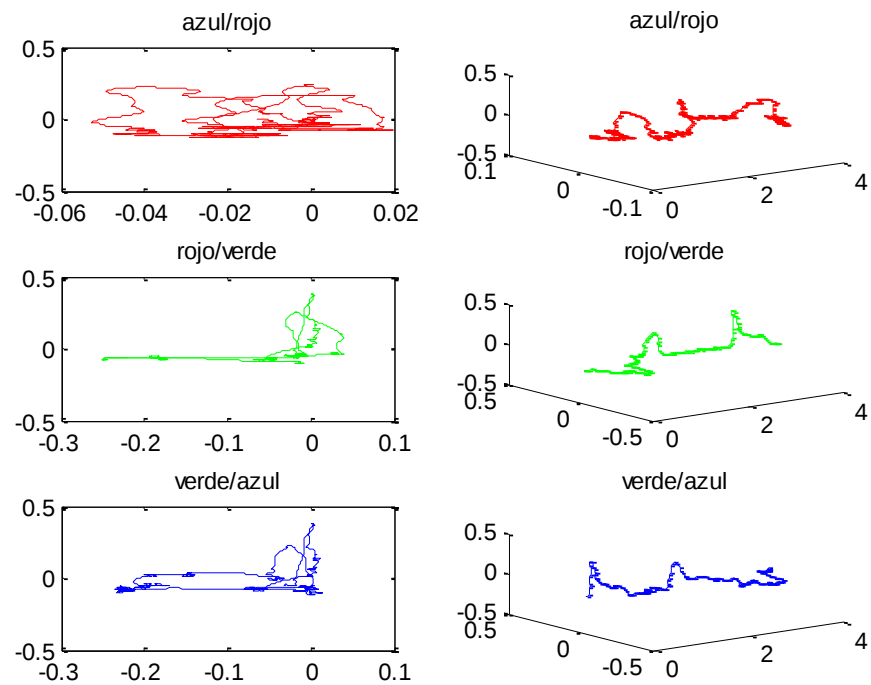
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



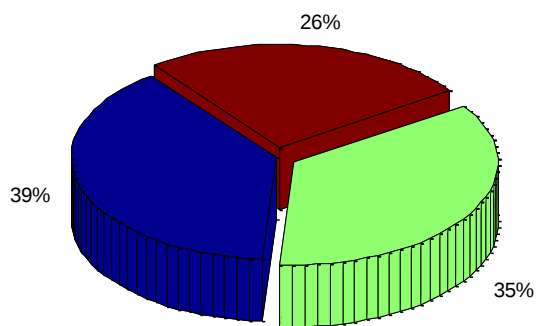
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

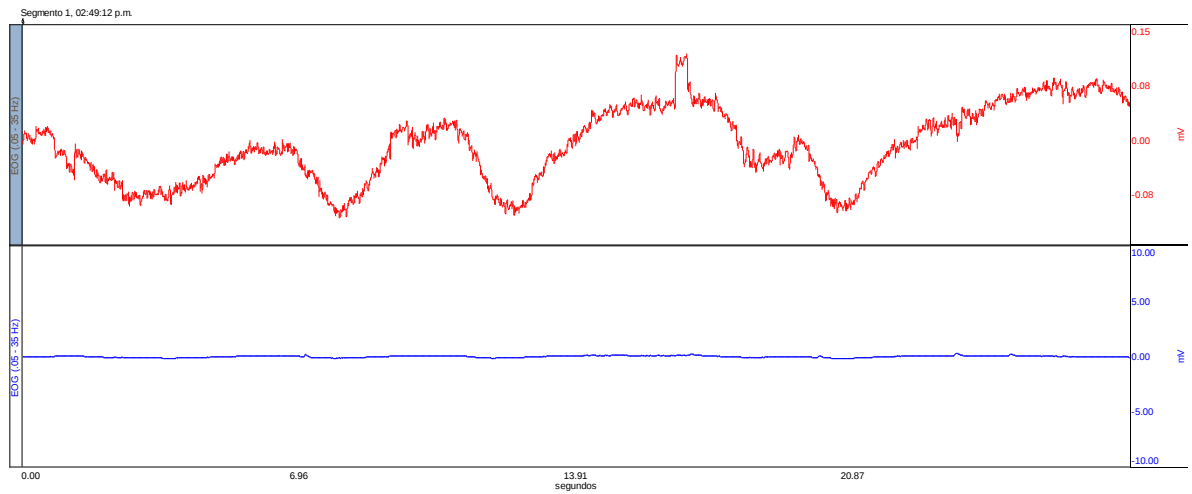


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

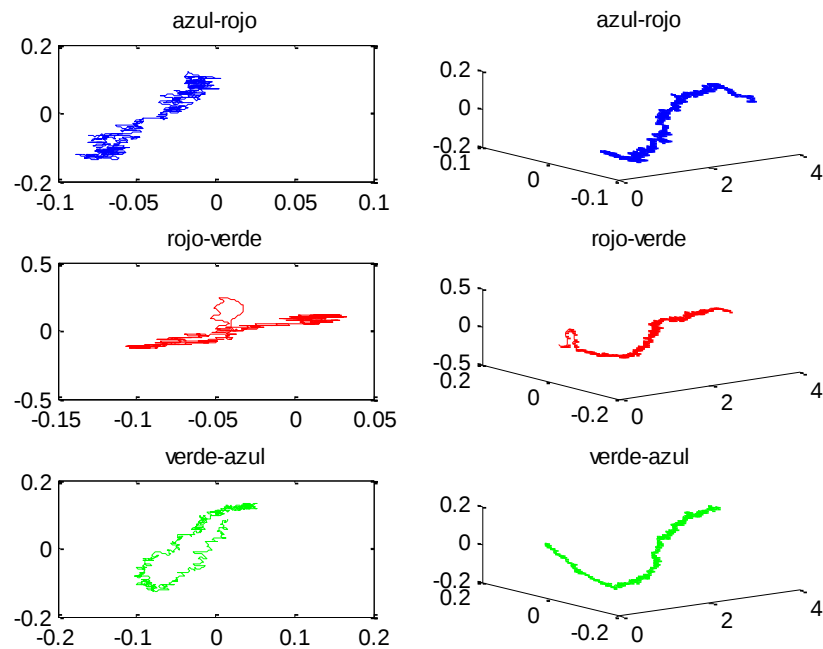


34. Prueba_nicolas_civ.txt

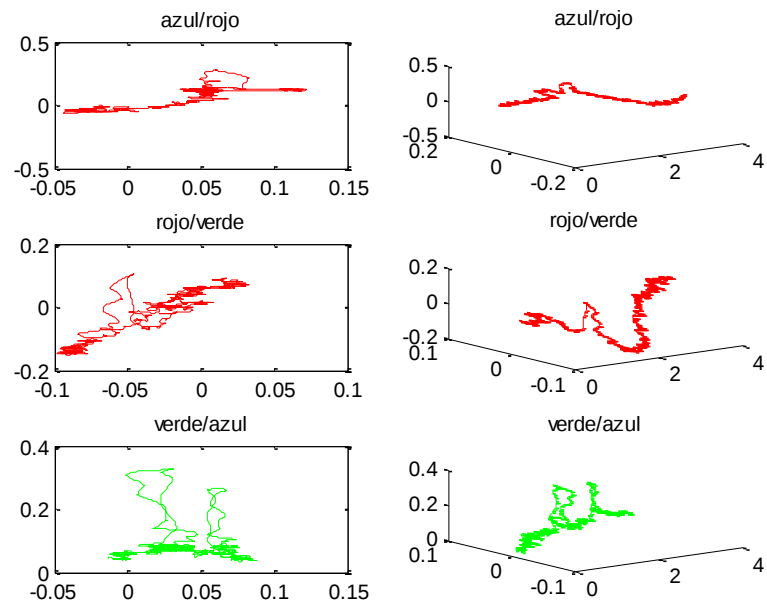
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



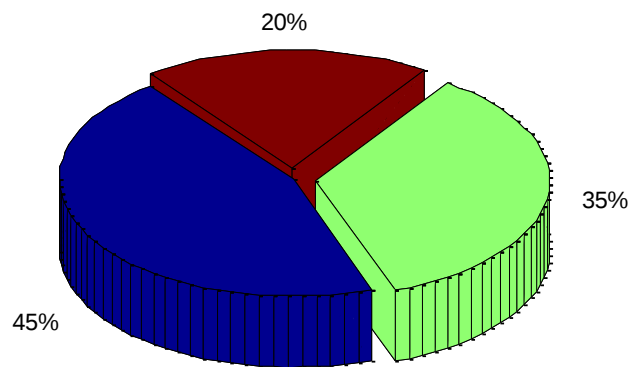
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

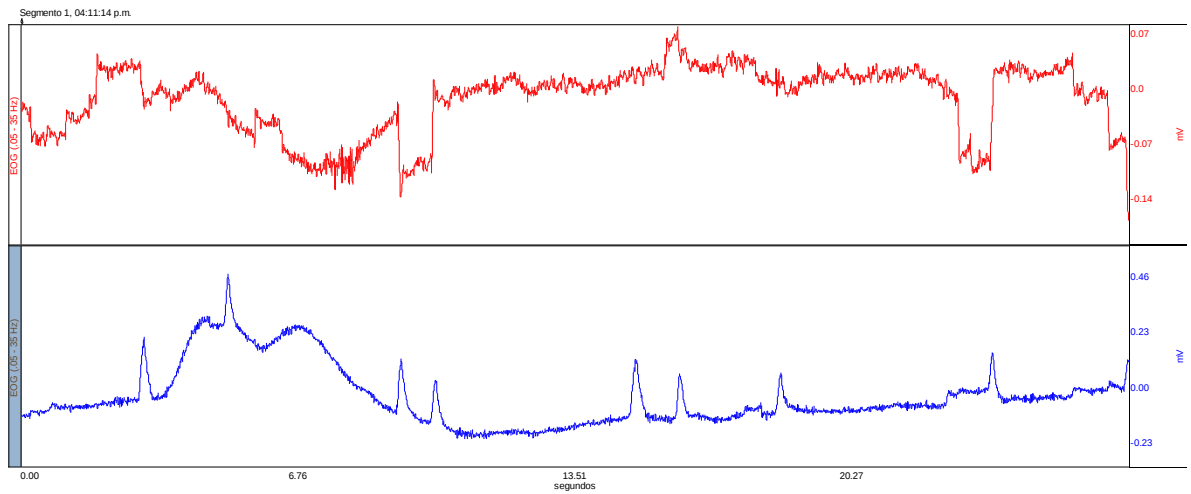


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

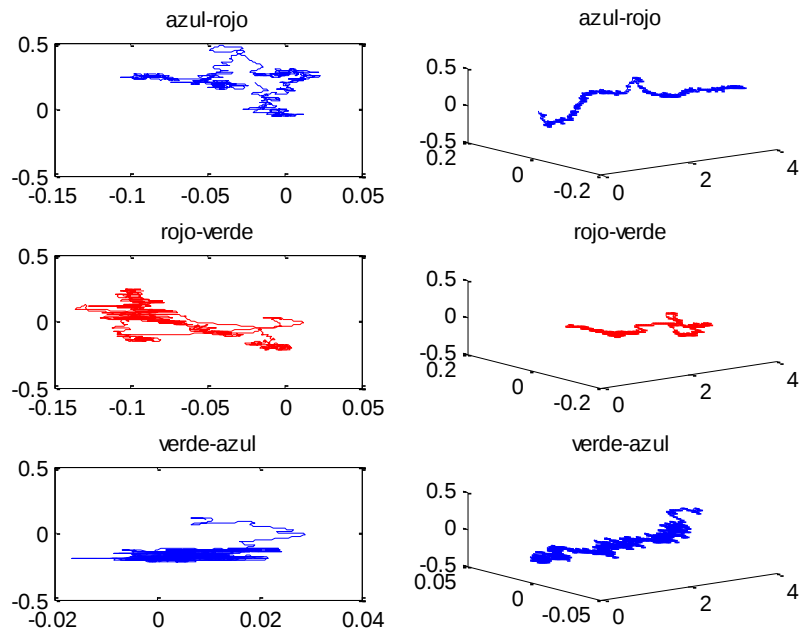


35. Prueba_omar_psi.txt

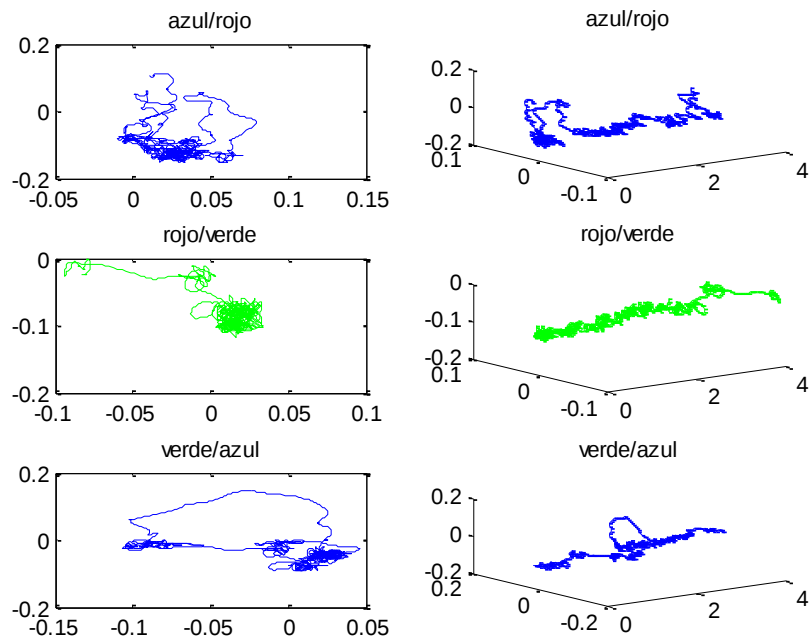
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



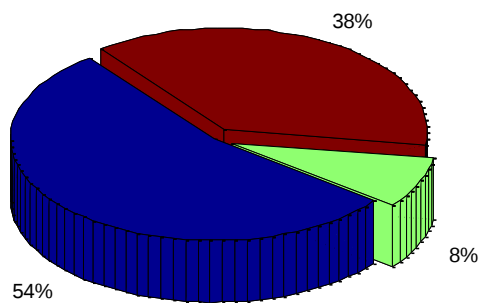
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

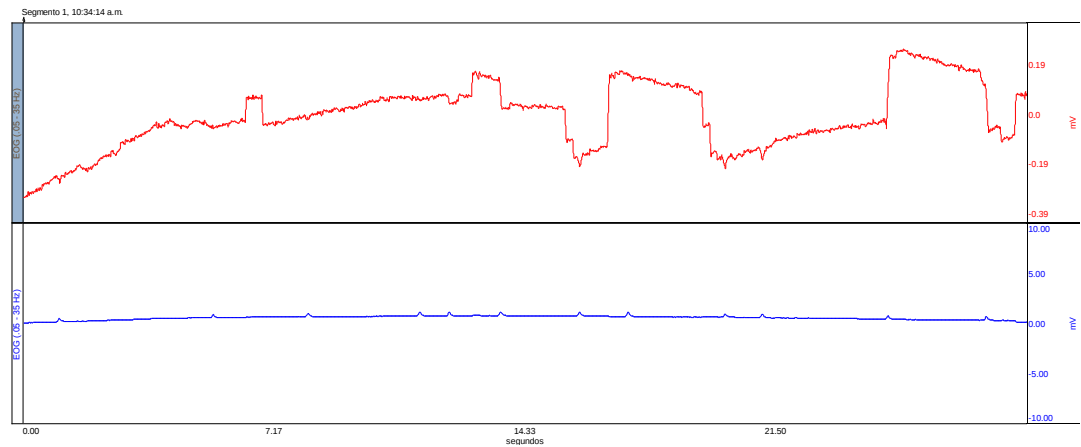


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

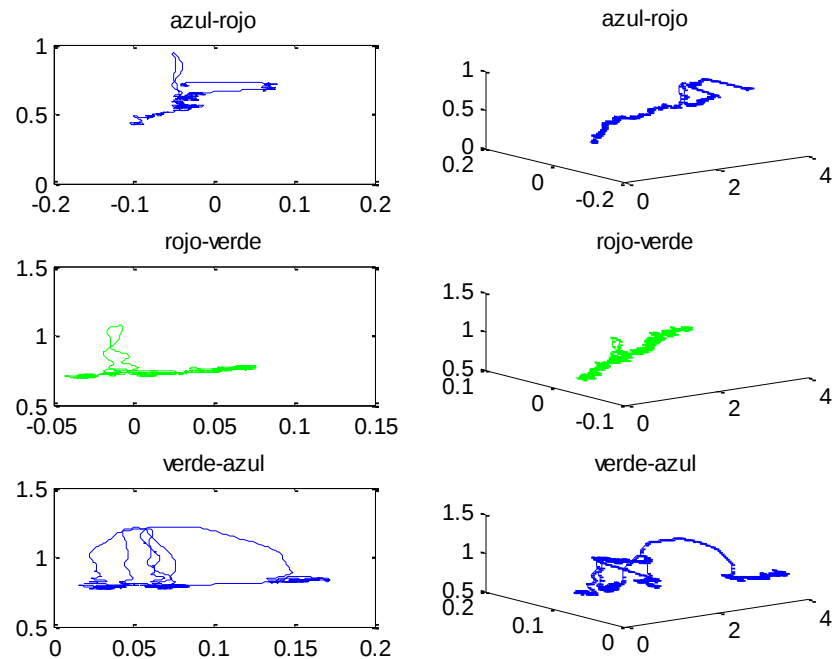


36. Prueba_paola_negocioscero.txt

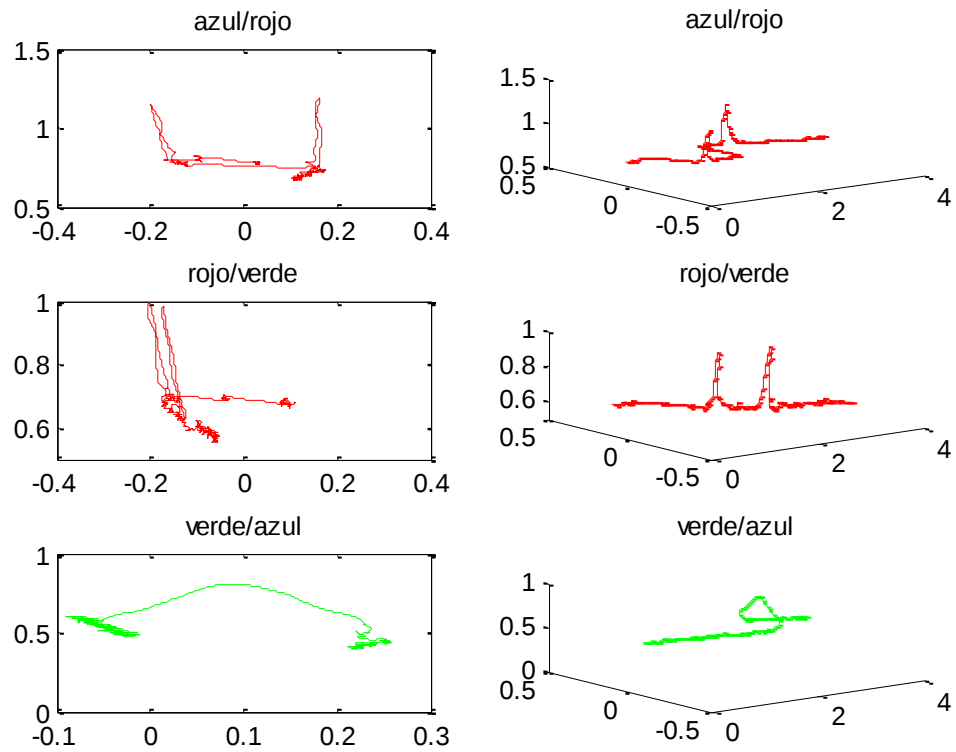
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



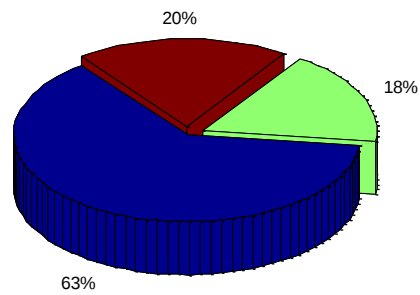
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

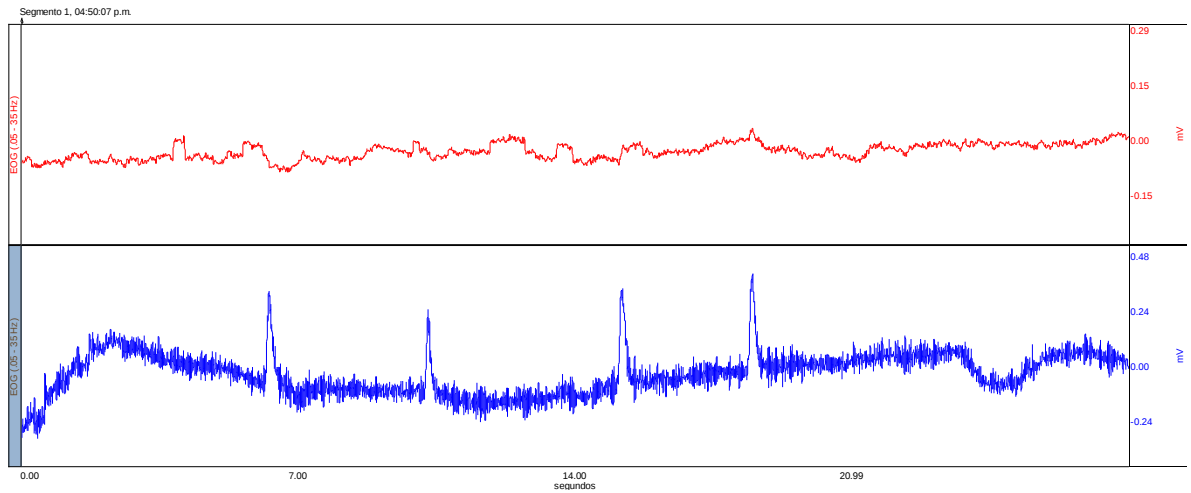


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

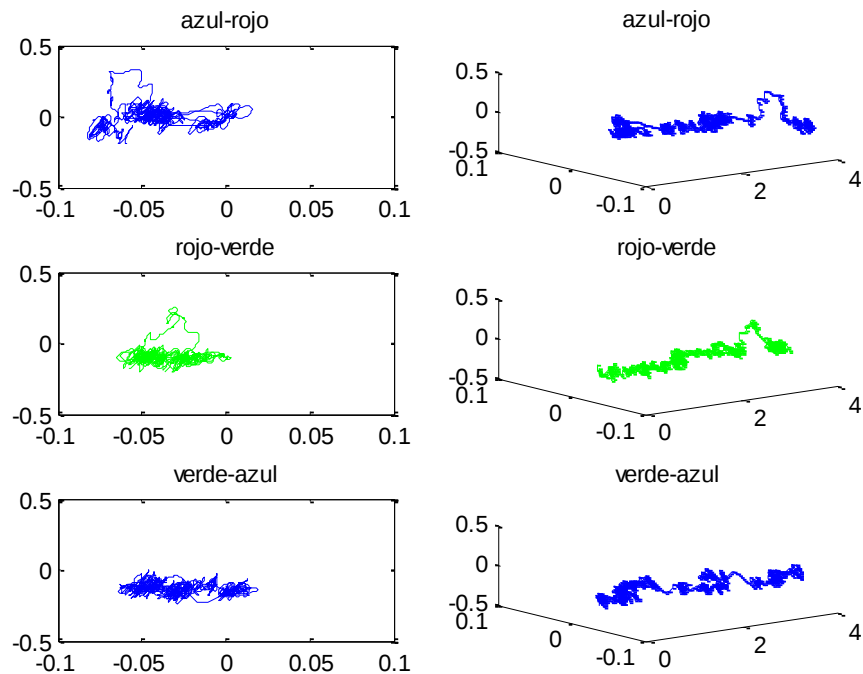


37. Prueba_paulaf_psicero.txt

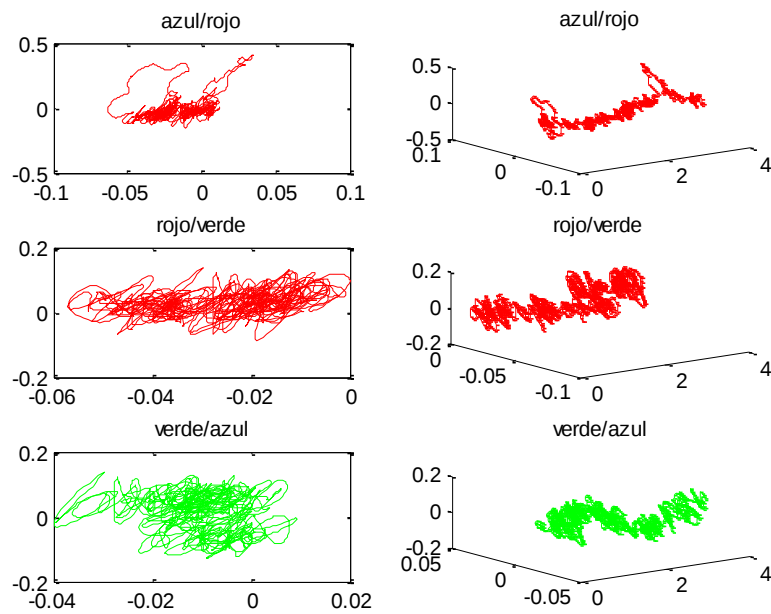
- MOVIMIENTO OCULAR EOG



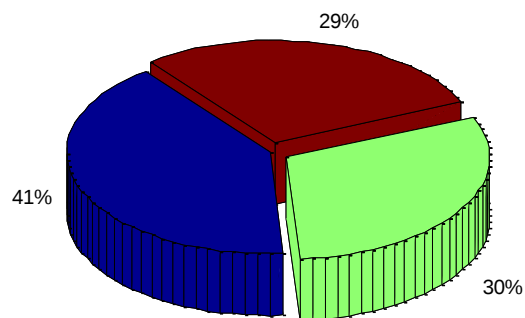
- IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

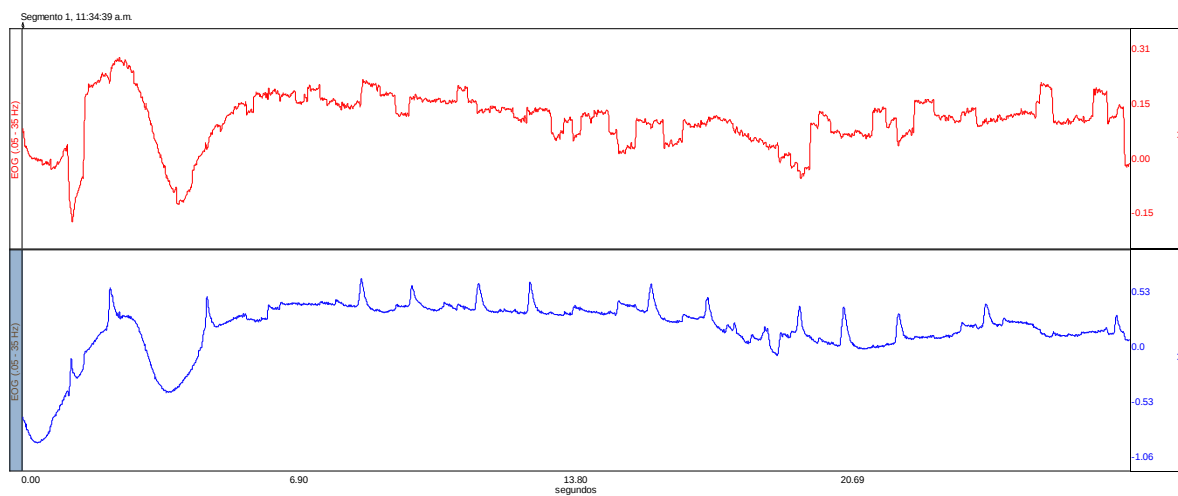


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

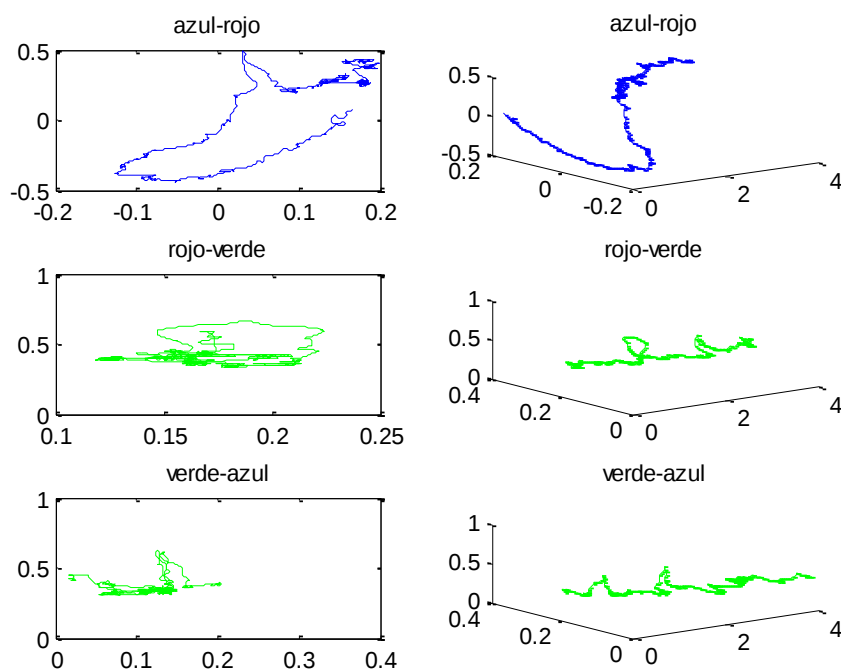


38. Prueba_ronald_induscero.txt

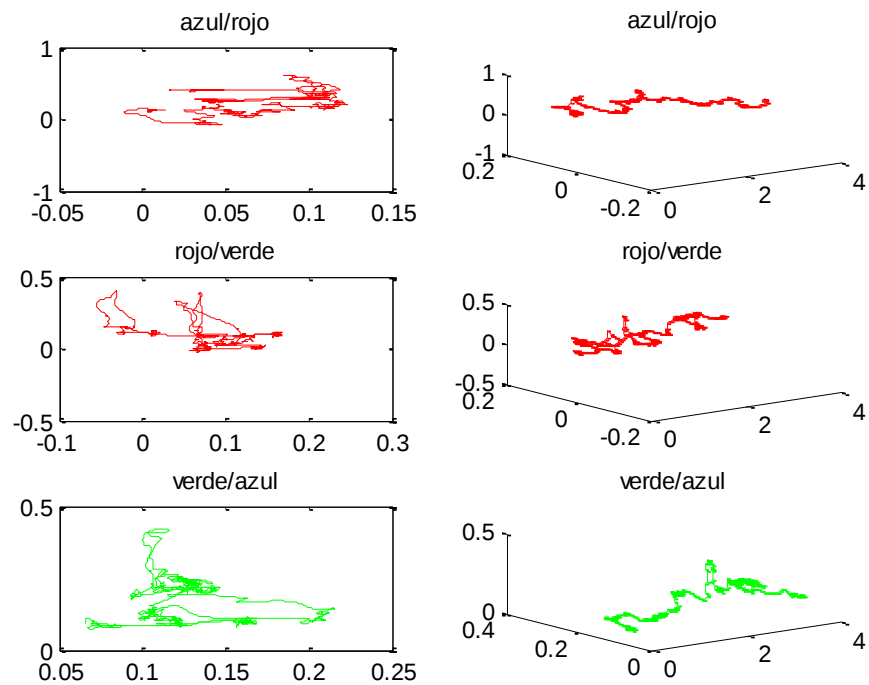
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



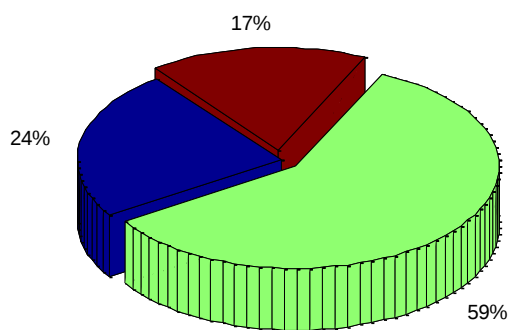
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

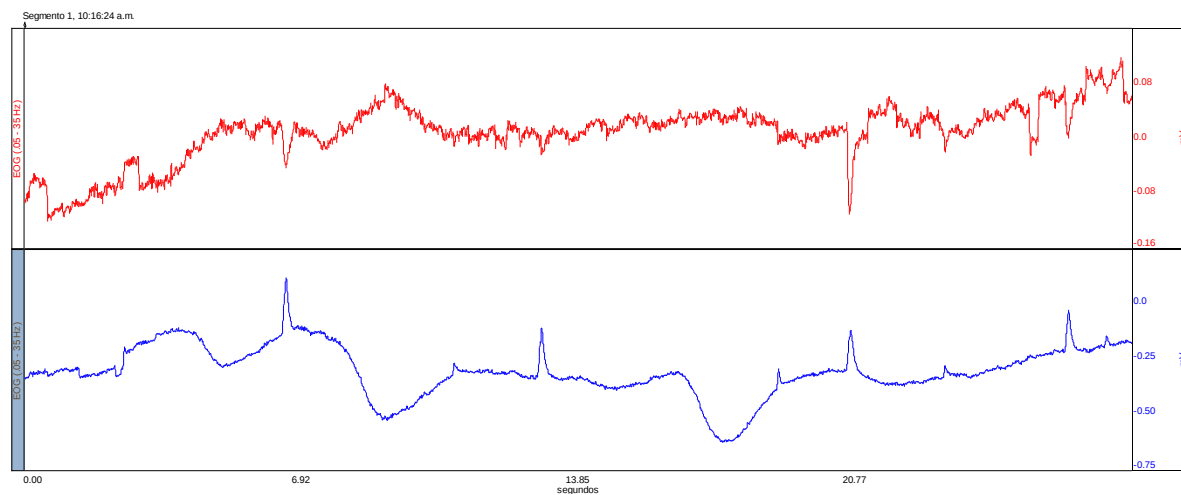


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

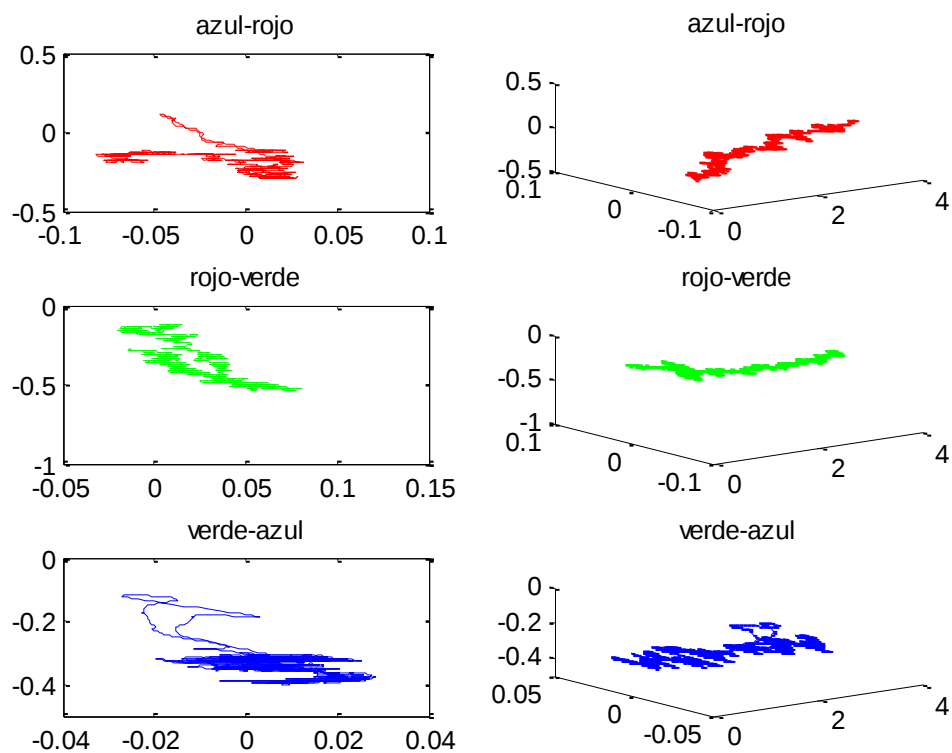


39. Prueba_samara_indust.txt

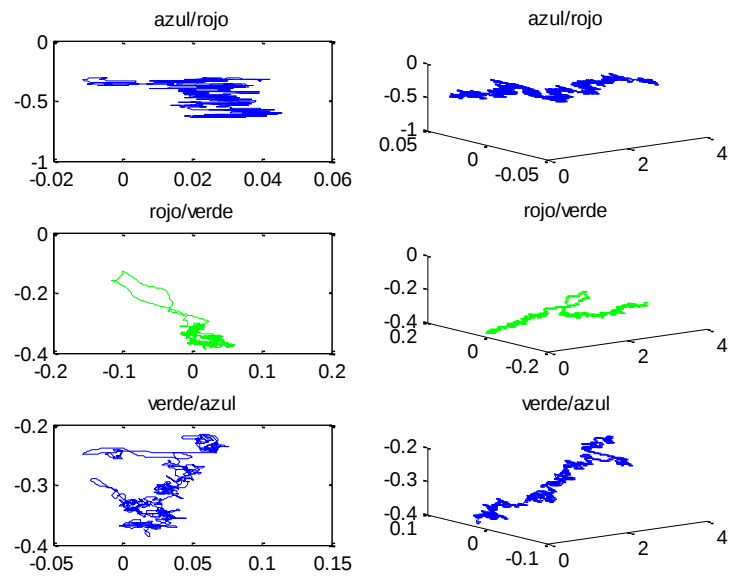
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



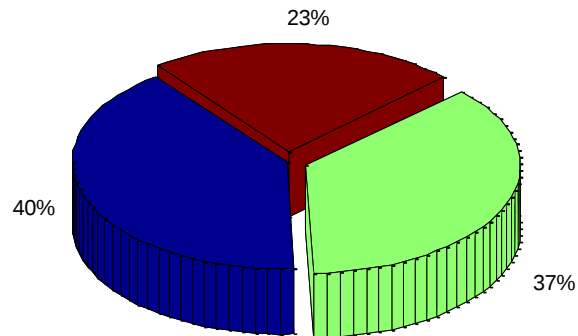
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

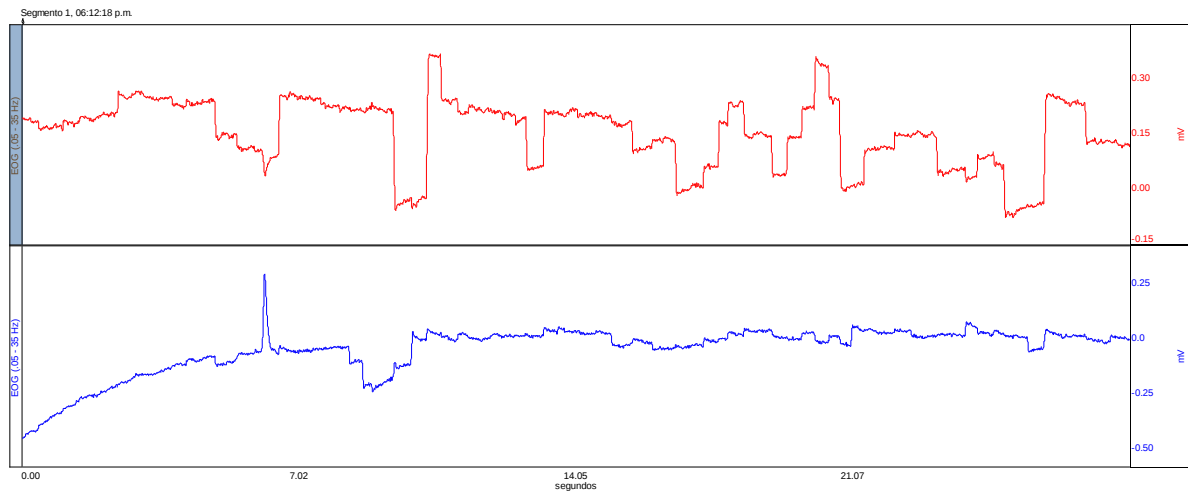


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

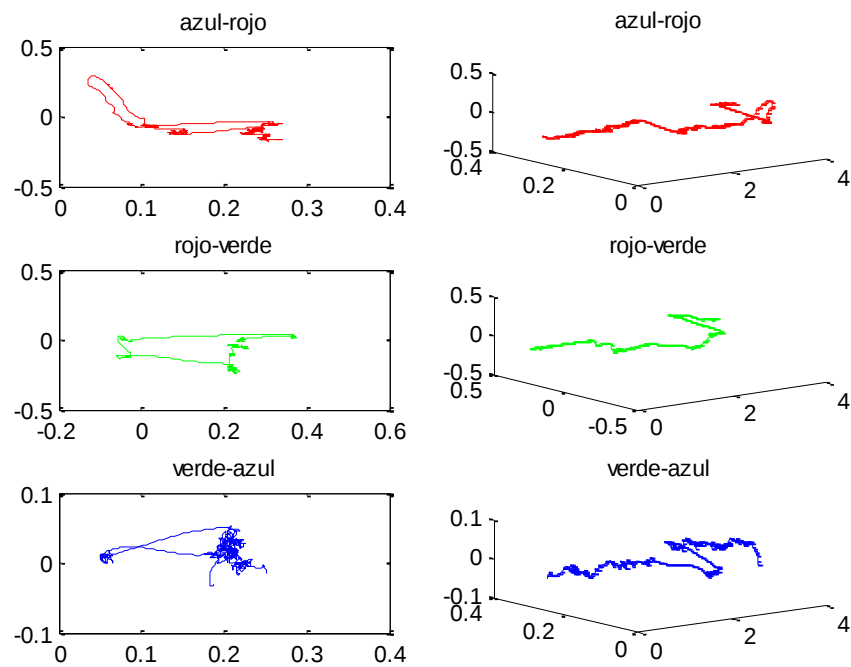


40. Prueba_shetley_civ.txt

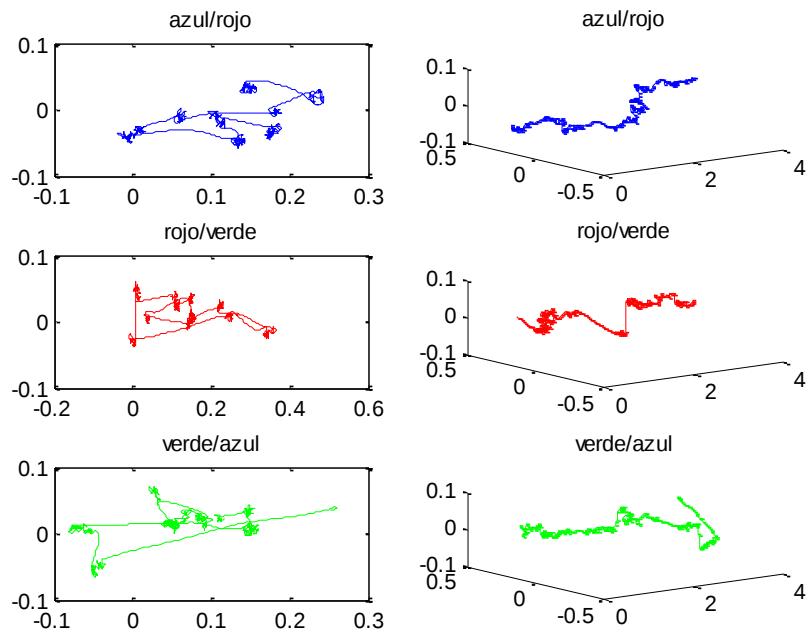
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



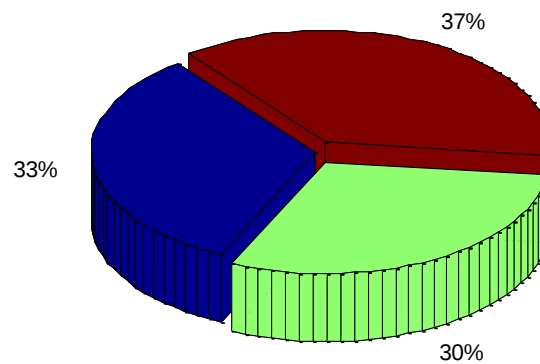
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

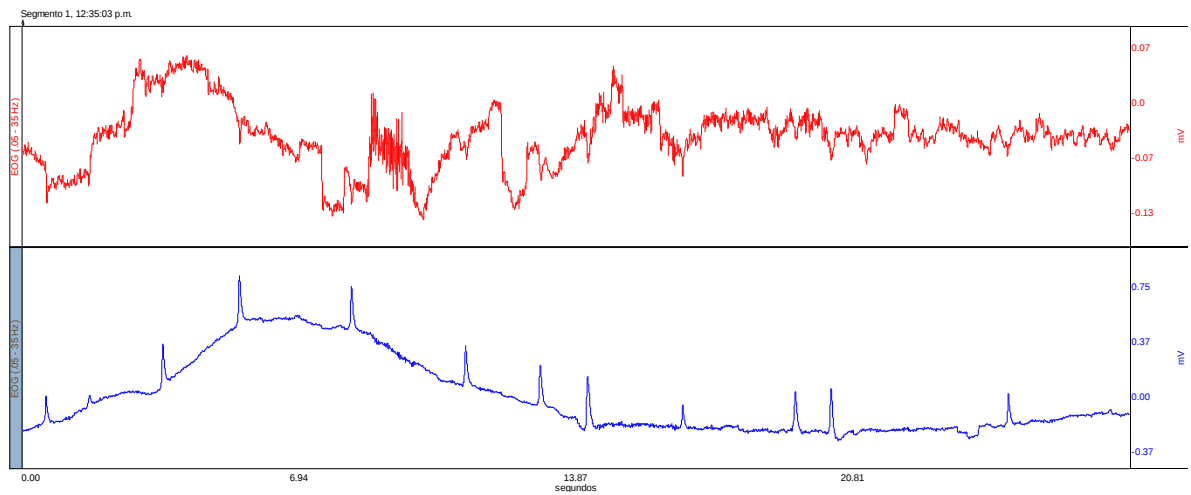


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

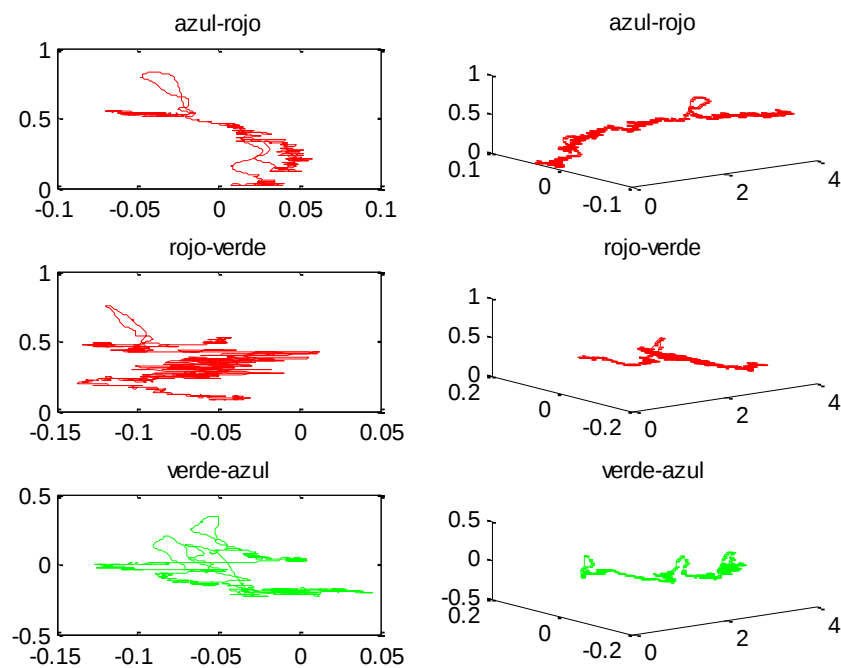


41. Prueba_tatiana_comsocero.txt

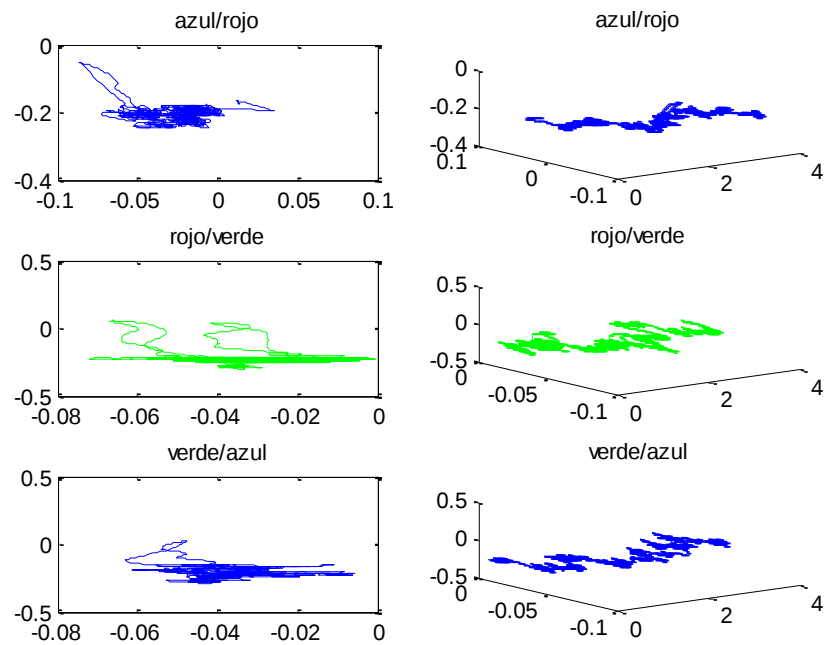
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



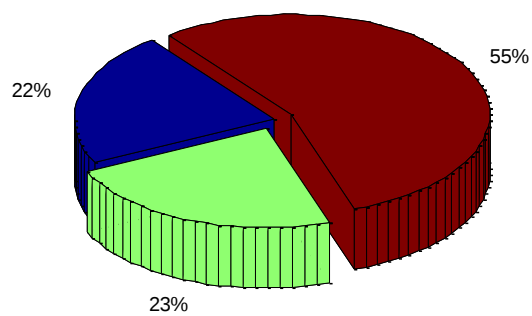
- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**

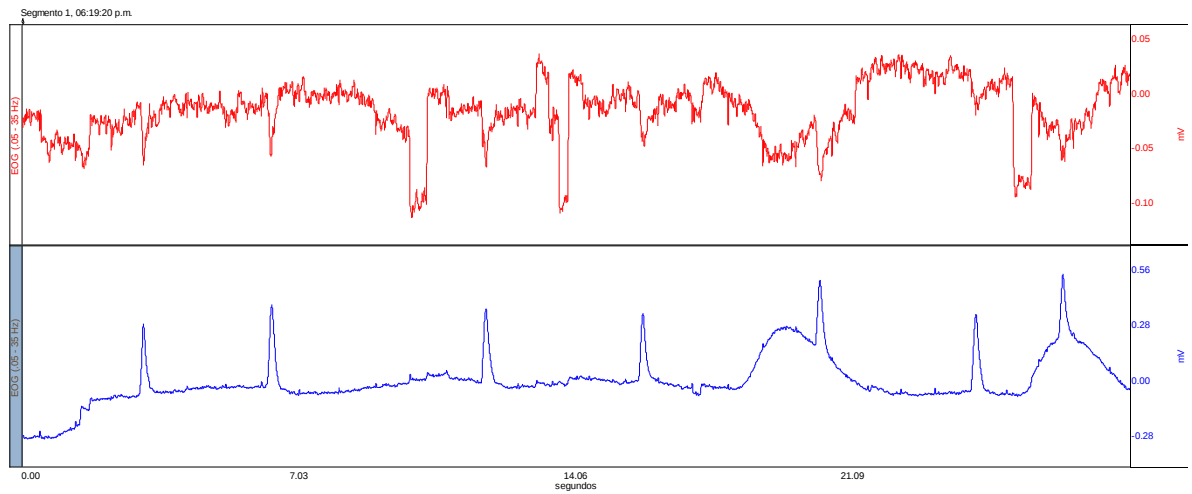


- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

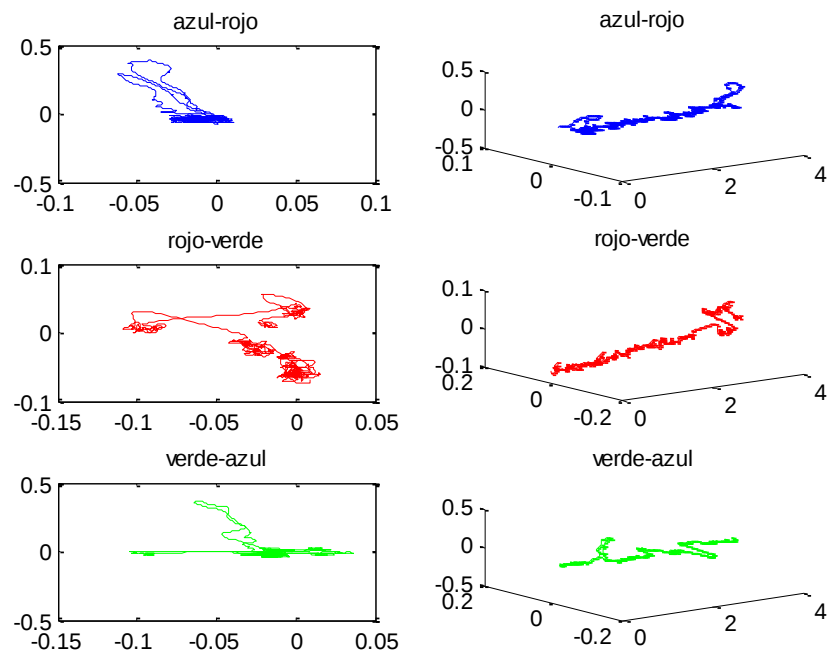


42. Prueba_yeiner_civ.txt

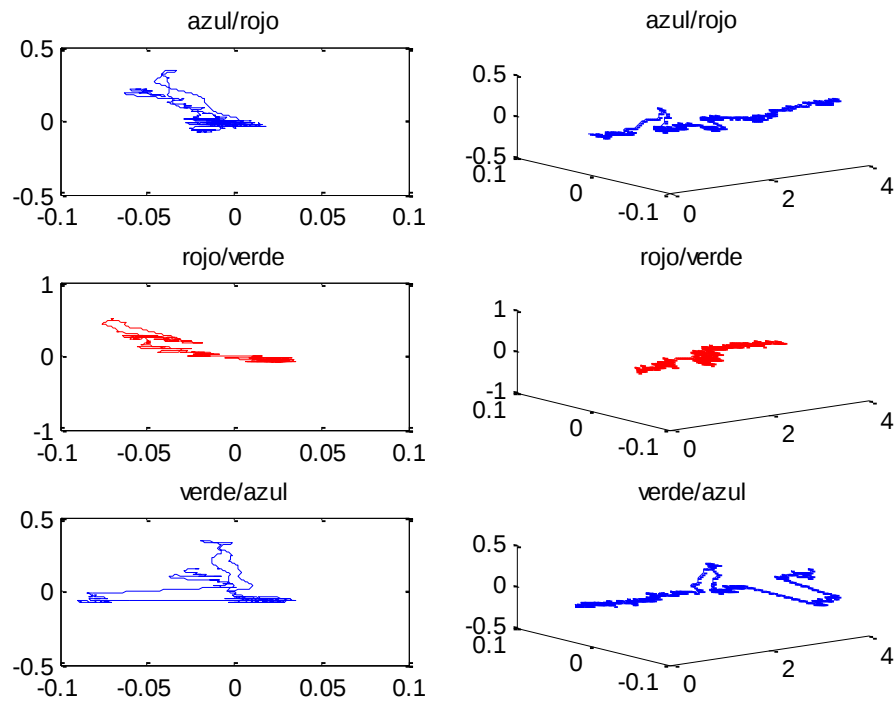
- **MOVIMIENTO OCULAR EOG**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION VERTICAL**



- **IMÁGENES MOVIMIENTO EN 2D Y 3D CON DIVISION HORIZONTAL**



- **RESULTADOS PARCIAL POR COLORES DE LA PRUEBA**

