



Reporte Electrofisiológico De Actividad Cerebral

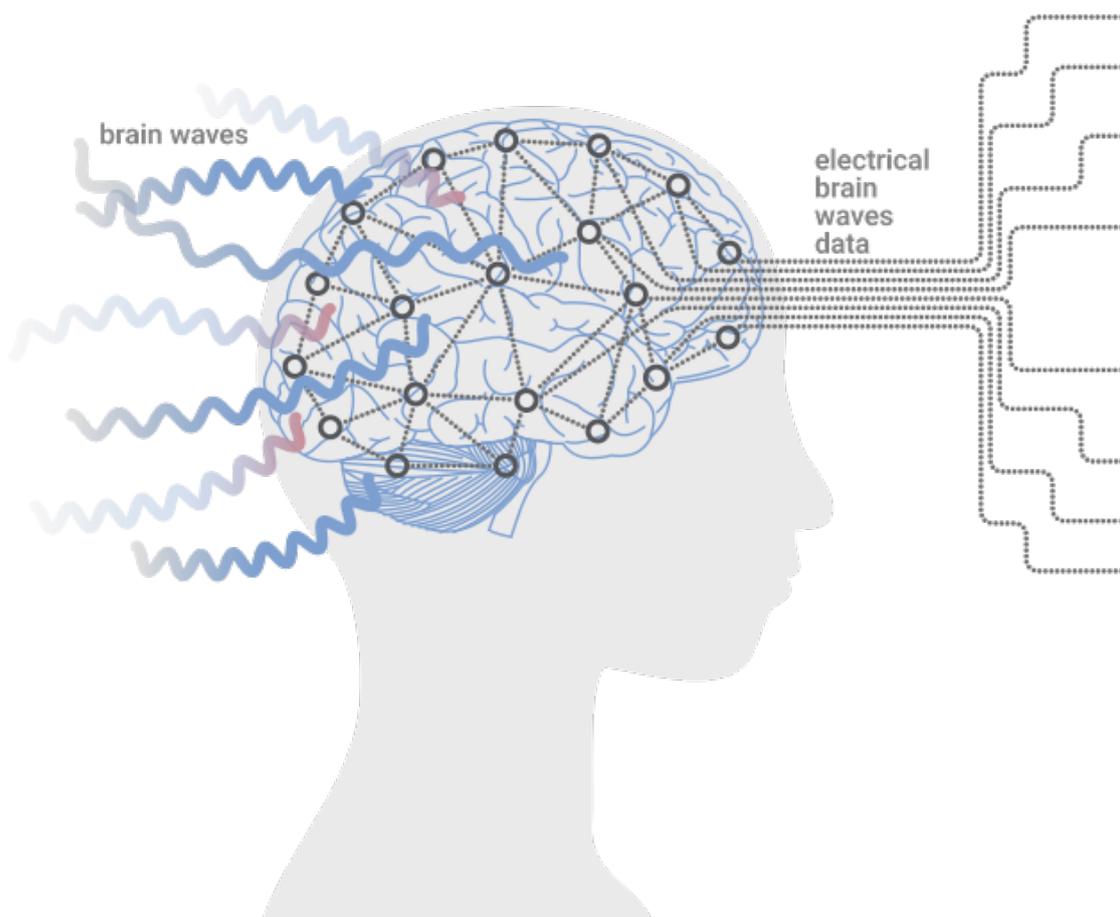
Descargo de Responsabilidad: Este informe electrofisiológico es un prototipo y los resultados aquí presentados tienen únicamente fines demostrativos. Bajo ninguna circunstancia deben ser interpretados o utilizados para diagnóstico, tratamiento o cualquier tipo de decisión médica.

Desarrollado por

Starlab[®]
STARLAB LIVING SCIENCE

INTRODUCCIÓN

La **electroencefalografía (EEG)** es una técnica no invasiva empleada para el monitoreo de la actividad cerebral, que consiste en la colocación de *electrodos* en la superficie del cuero cabelludo con el fin de registrar la actividad eléctrica subyacente. Las **neuronas** no funcionan de manera aislada, sino que operan en sincronía, formando grupos coordinados que generan patrones de actividad coherente. **Estas oscilaciones neuronales dan lugar a corrientes eléctricas que pueden ser detectadas en la superficie del cráneo** . El EEG mide las *fluctuaciones de voltaje* en cada electrodo, las cuales son producidas por una vasta población de neuronas sincronizadas. Para la adquisición de las señales cerebrales mostradas en este informe ha sido utilizado el dispositivo **Enobio**, un sensor de EEG multicanal de última generación desarrollado por Neuroelectrics[®].

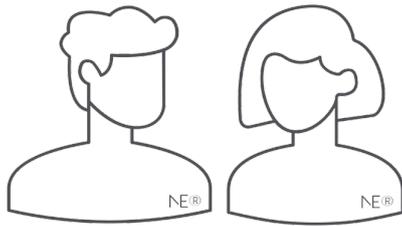


INFORMACIÓN DEL PARTICIPANTE

CÓDIGO DE PARTICIPANTE: sub-02

SEXO: Hombre

AÑO DE NACIMIENTO: Unknown



INFORMACIÓN DE LA GRABACIÓN

CÓDIGO DE REGISTRO: 20

DISPOSITIVO EEG: ENOBIO 20

FECHA DE REGISTRO: 2024-10-24 16:02:23.436000

HORA DE COMIENZO: 16:02:23

HORA DE FINALIZACIÓN: 16:24:00

CALIDAD DE LA SEÑAL

El **Electroencefalograma** es uno de los potenciales biológicos de menor amplitud (medido en microvoltios). Al atravesar las capas de tejido, fluidos, el cráneo y la piel, las señales se pueden **distorsionar y atenuar**. Es muy sensible y es probable que se contamine con potenciales no cerebrales no deseados procedentes del propio cuerpo o de fuentes externas. Estas señales no deseadas que ensucian el registro se denominan artefactos. Algunos de los **artefactos biológicos** más comunes que pueden contaminar su señal de EEG se deben al parpadeo de los ojos, a la actividad del corazón o a la contracción muscular. Los movimientos de la cabeza y del cuerpo durante la grabación producen tensiones irregulares que, entre otros efectos, modifican la deriva y las bajas frecuencias del EEG medido. Por último, el EEG también se ve afectado por las **interferencias electromagnéticas** procedentes de otros equipos electrónicos cercanos al sensor de EEG y el ruido de la línea eléctrica. Después de *limpiar y procesar* la serie temporal del EEG, la señal está lista para obtener información de ella.

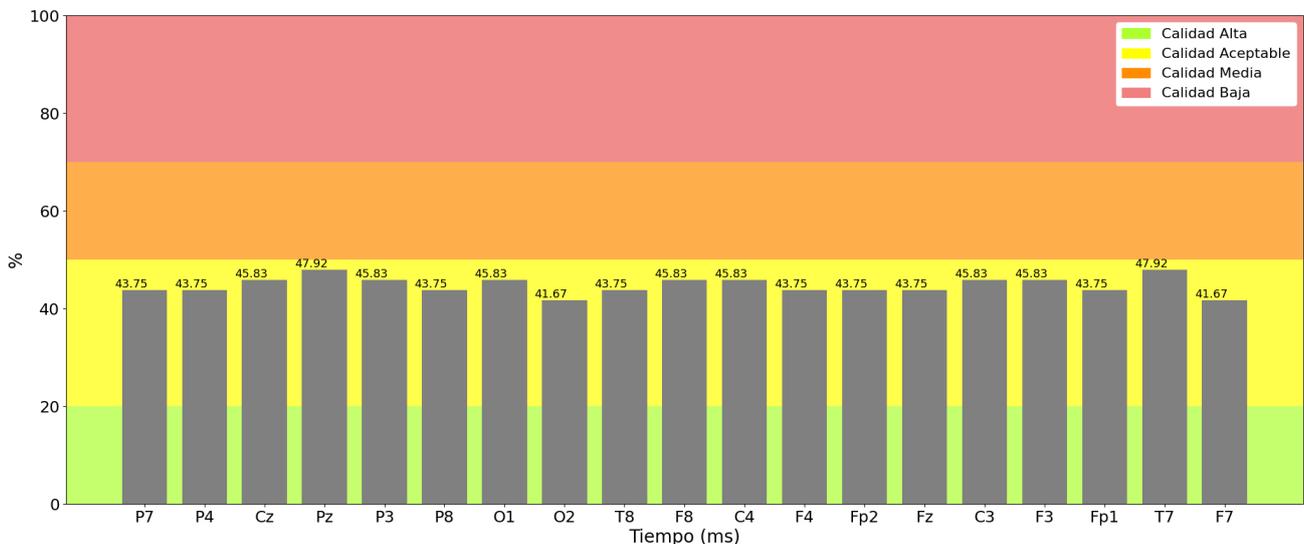


Figura 2: Porcentaje de artefactos de EEG por canal.

DINÁMICA CEREBRAL TEMPORAL

Después de limpiar y procesar la serie temporal de EEG, la señal está lista para la extracción de información. La siguiente figura muestra la evolución temporal de la dinámica cerebral durante el registro inicial del EEG en reposo.

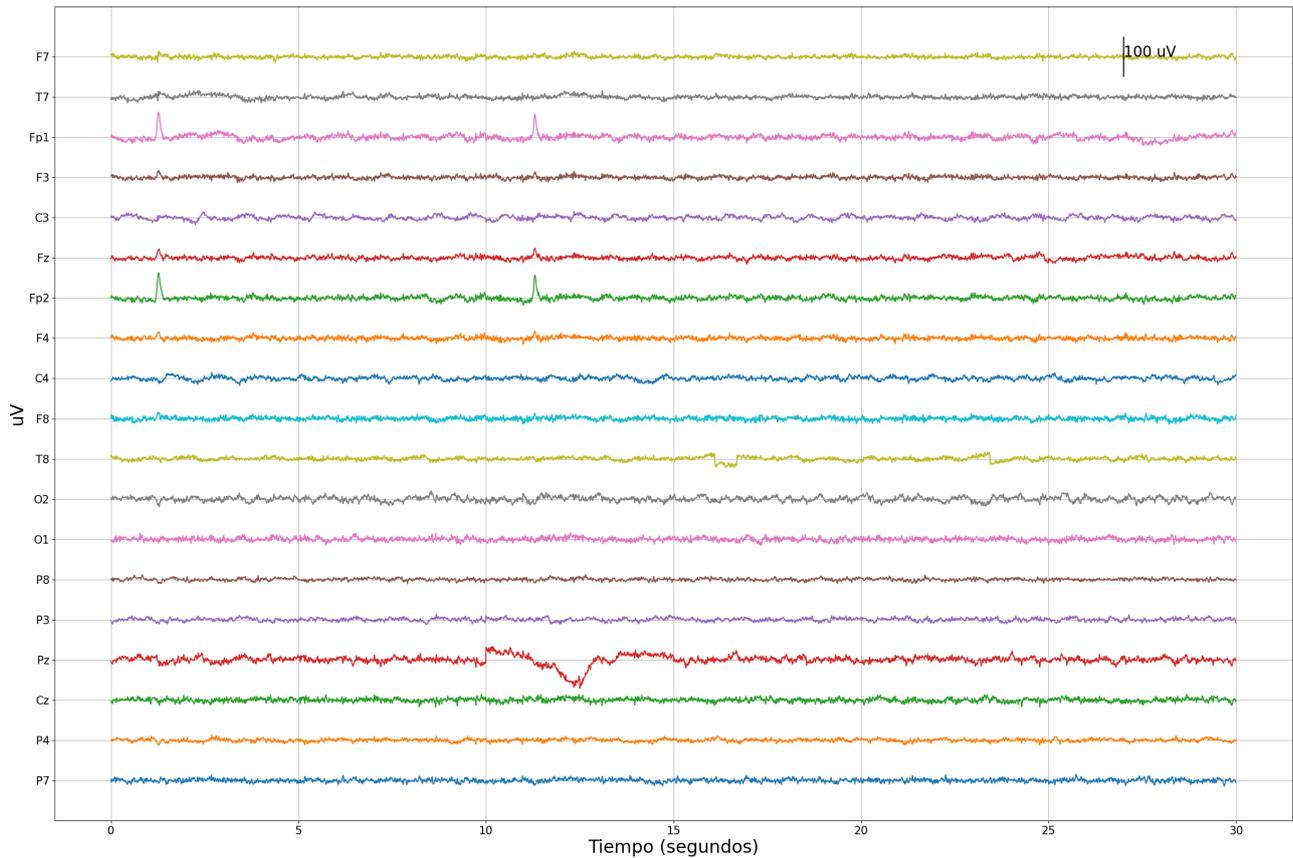


Figura 3: Señal de EEG en estado de reposo (30 segundos).

Si nos fijamos más detenidamente, podemos observar la evolución temporal de los ritmos del EEG en intervalos de tiempo más pequeños.

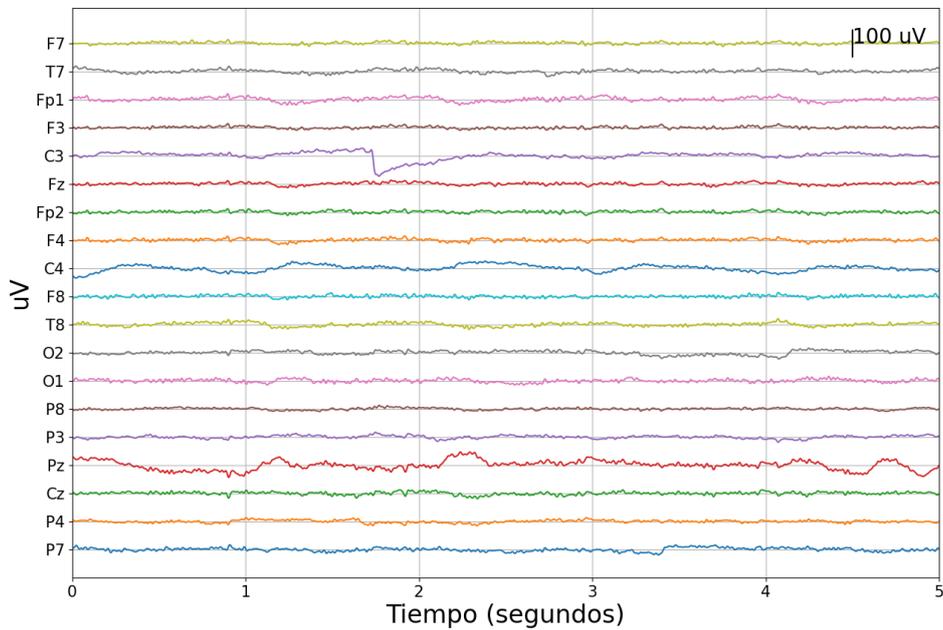


Figura 4: Señal de EEG en estado de reposo (5 segundos).

La siguiente figura muestra los regímenes del EEG para menos canales en un intervalo de 2 segundos.

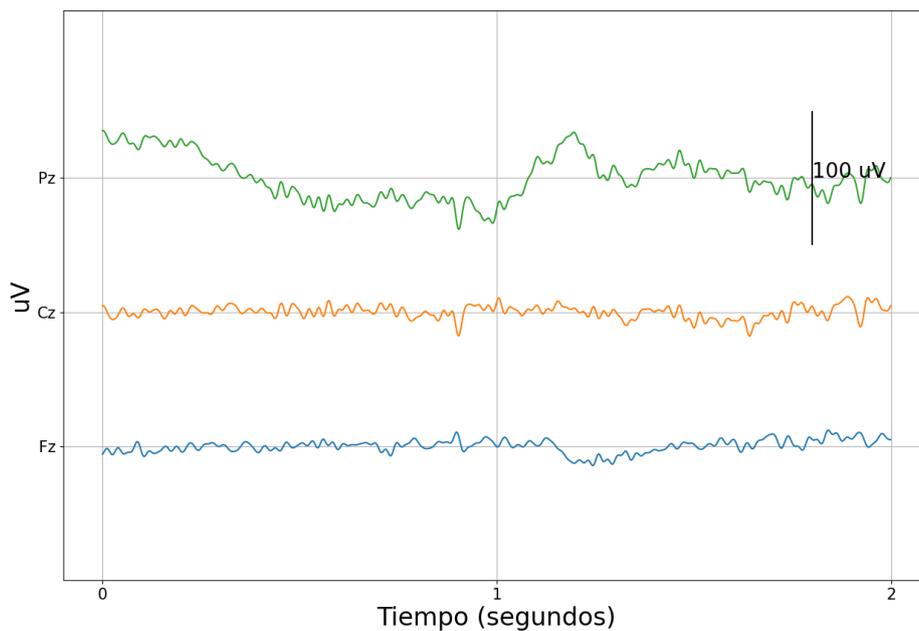


Figura 5: Señal de EEG en estado de reposo (2 segundos).

RESPUESTA ESPECTRAL

El análisis tradicional del electroencefalograma (EEG) se centra en la medición de la **frecuencia** y la **amplitud** de las señales. Las señales dependientes del tiempo, como las del EEG, pueden descomponerse en una suma de componentes de frecuencia pura mediante técnicas como la *transformación de Fourier*, que organiza las señales en bandas específicas. Se ha observado que el **espectro de frecuencias en el EEG** presenta una disminución de la potencia a medida que aumenta la frecuencia. La actividad rítmica dentro de cada banda muestra una distribución de potencia característica y se correlaciona con diversas funciones fisiológicas y cognitivas.

Una clasificación comúnmente utilizada es la siguiente:

- **Delta (0-4 Hz):** predominante durante el sueño.
- **Theta (4-8 Hz):** notable en los estados de sueño temprano y vigilancia reducida.
- **Alfa (8-12 Hz):** se considera un indicador de la vigilia relajada; a medida que disminuye la atención, se desplaza de las regiones posteriores a las anteriores del cerebro. Este tipo de actividad es un **biomarcador validado del envejecimiento**.
- **Beta (12-30 Hz):** dominante durante los estados de vigilia y concentración activa.
- **Gamma (> 30 Hz):** asociada con la actividad de redes cerebrales a gran escala y fenómenos cognitivos como la memoria de trabajo, la atención y la agrupación perceptual.

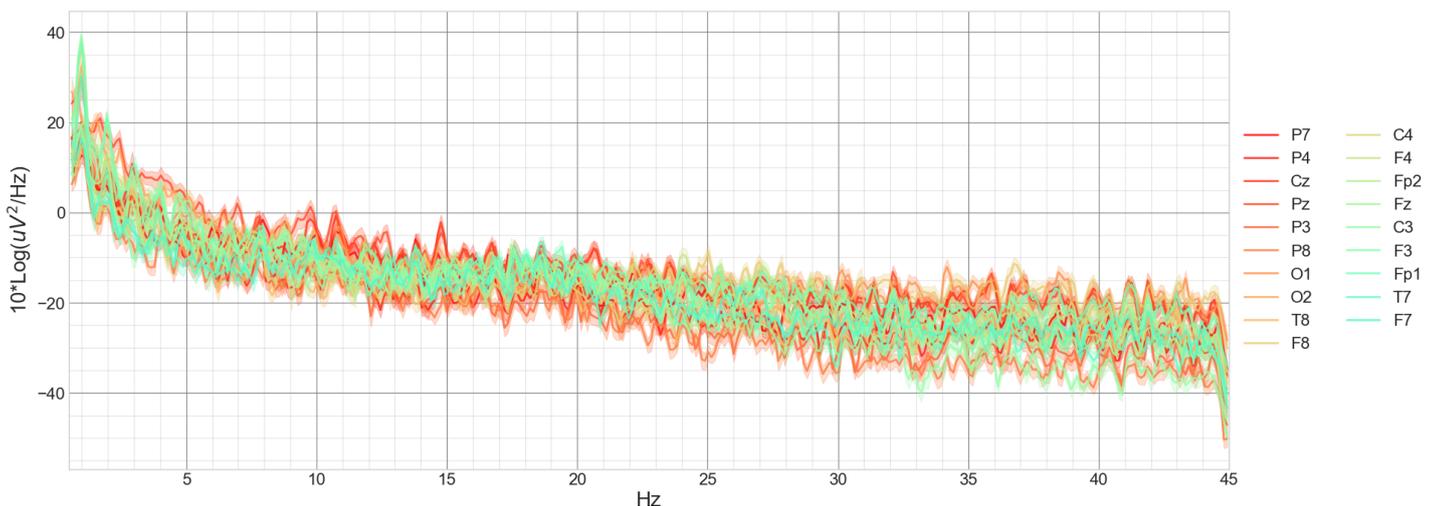


Figura 6: Respuesta en frecuencia en el rango 0.5-45 Hz.

RESPUESTA ESPECTRAL - Separada

La siguiente Figura muestra la densidad espectral por electrodo en el rango de frecuencia de 0,5 a 45 Hz, separados por electrodo.

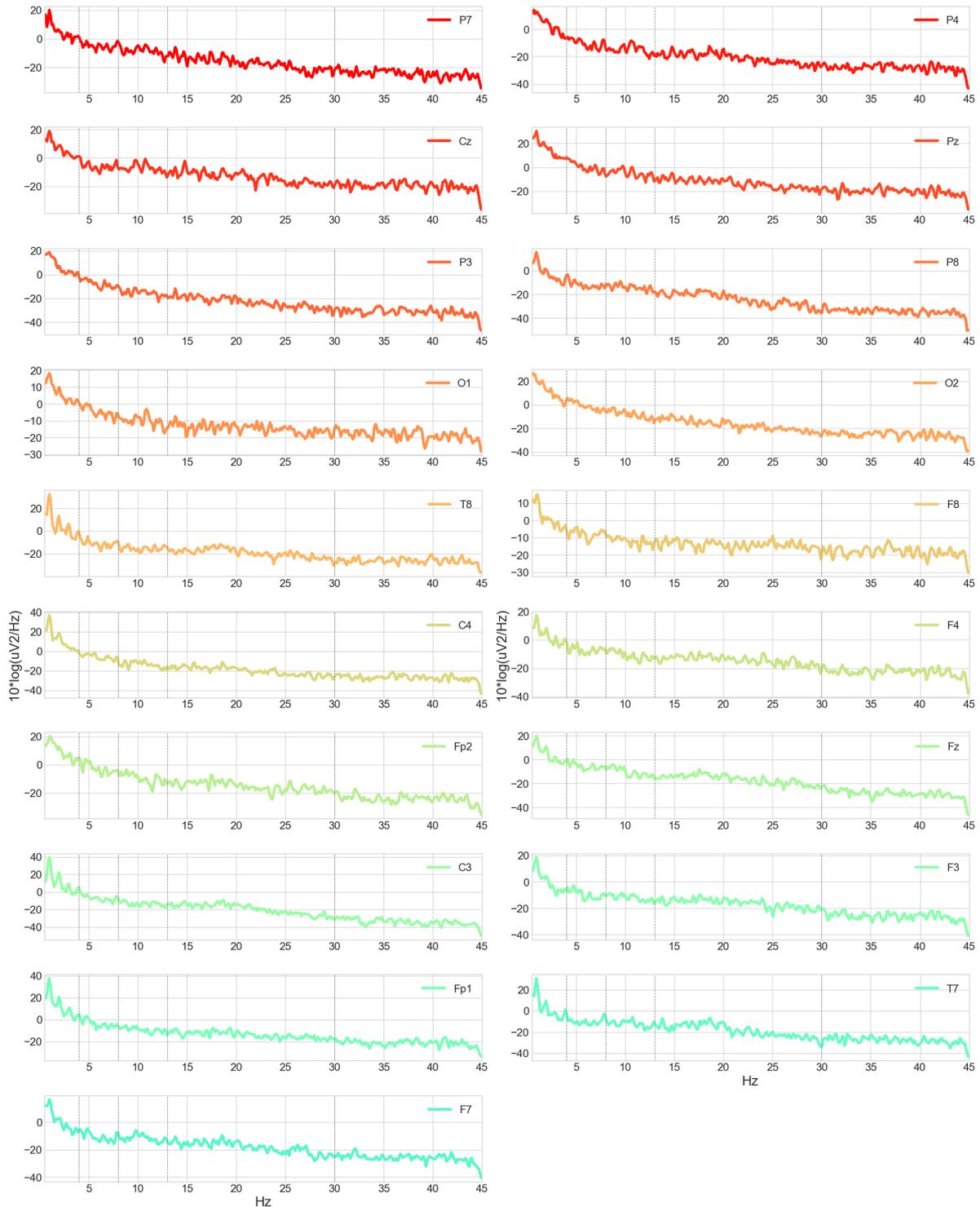


Figura 7: Respuesta en frecuencia en el rango 0.5-45.

RESPUESTA ESPECTRAL - TOPOGRAFIA

Las siguientes figuras los mapas de escalas de potencia para cada una de las bandas de frecuencia

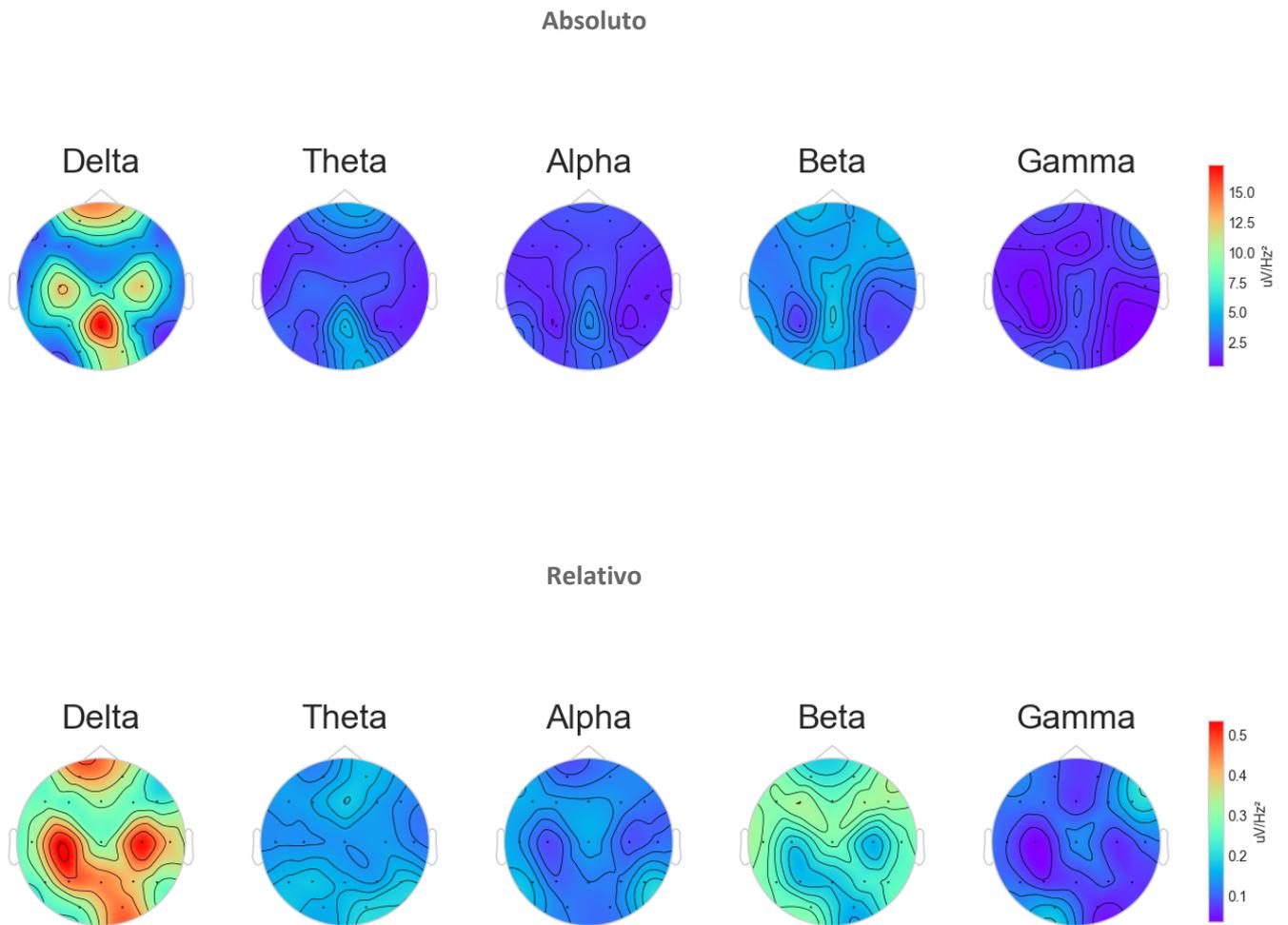


Figura 8: Mapa de escalas de potencia.

RESPUESTA ESPECTRAL - BANDAS

Los siguientes gráficos muestran la potencia absoluta y relativa de cada banda de frecuencia, en todos los electrodos.

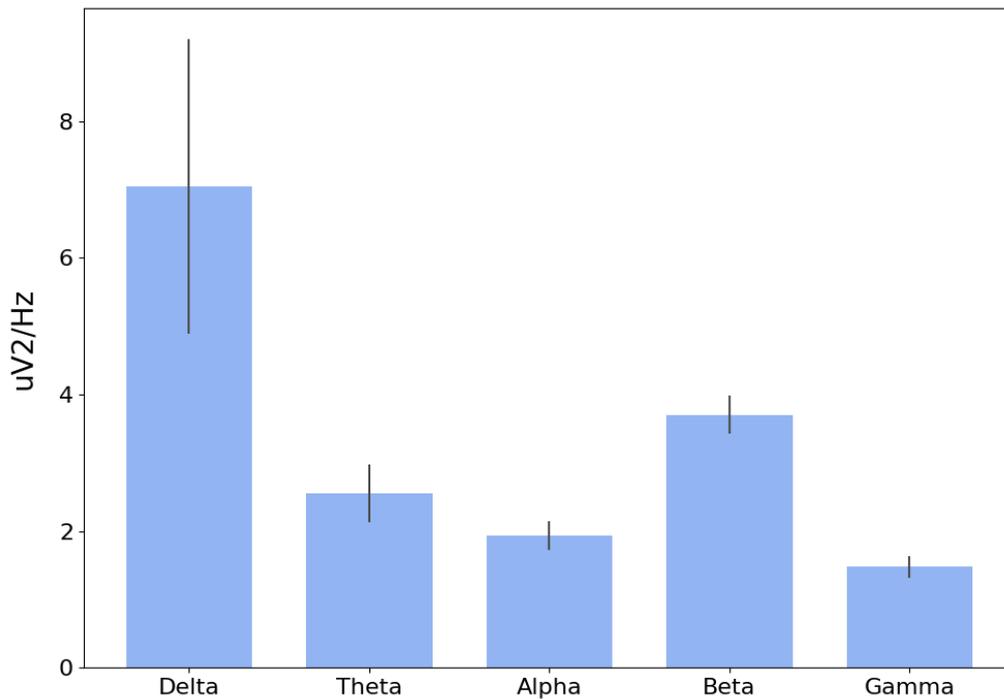


Figura 9: Potencia de banda absoluta en todos los electrodos.

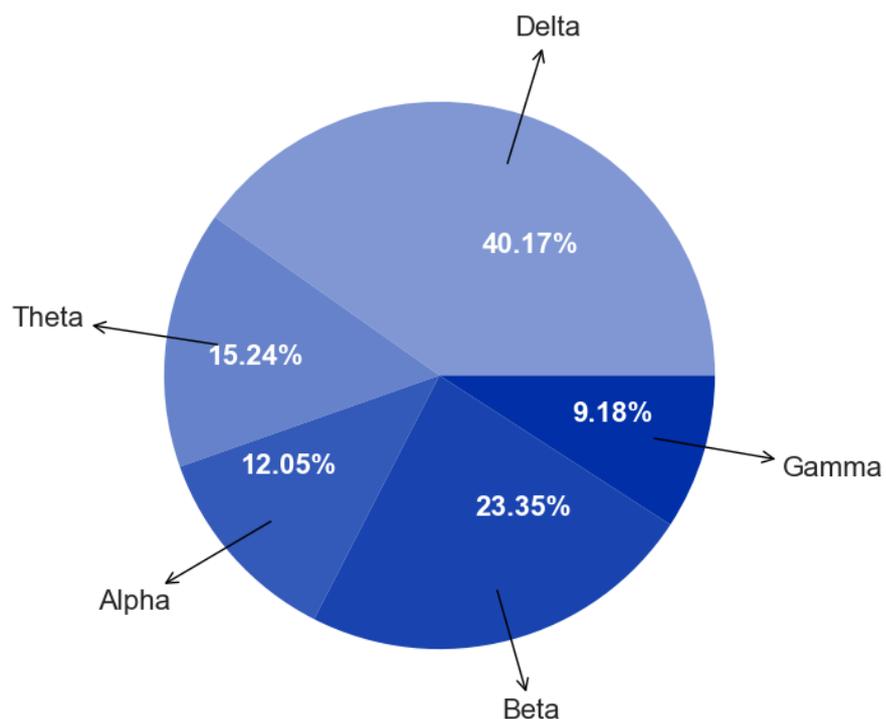


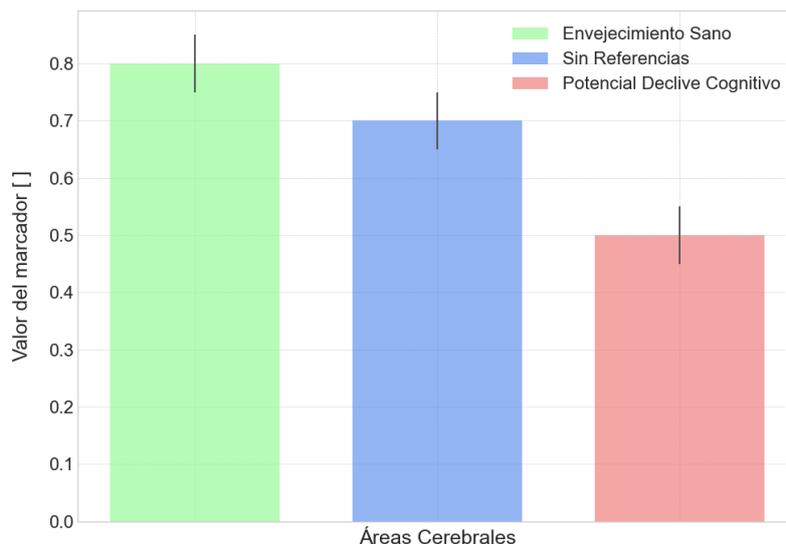
Figura 10: Potencia de banda relativa en todos los electrodos.

MARCADORES DE EEG: INTRODUCCIÓN

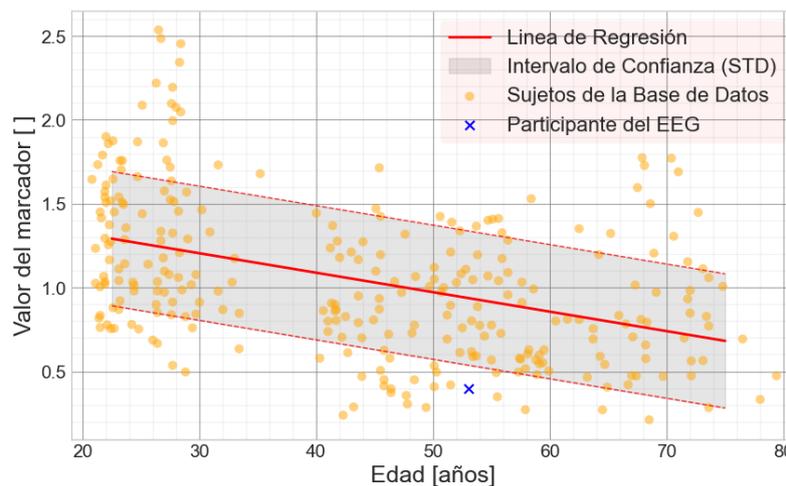
En esta sección del informe, se ofrece una comparación de los **biomarcadores del EEG** obtenidos del participante, en relación con los de sujetos sanos y pacientes con declive cognitivo. Los datos utilizados para esta comparación se han recopilado de bases de datos públicas de EEG, así como de fuentes internas de Starlab Barcelona S.L. Cada página contiene dos figuras:

- 1. Un gráfico de barras codificado por colores que ilustra los valores del biomarcador para cada área cerebral (ver Figura 11):

- Las **barras verdes** indican valores en el rango de sujetos sanos.
- Las **barras rojas** reflejan valores dentro del rango de pacientes con declive cognitivo.
- Las **barras azules** denotan la ausencia de referencia para la comparación.



- 2. La segunda figura muestra la evolución del biomarcador en relación con la edad en individuos sanos y la ubicación de los valores hallados en el EEG en función de la edad del sujeto.



RATIO ONDAS LENTAS Y RÁPIDAS (ENVEJECIMIENTO)

A medida que una persona madura, ocurren cambios en la relación entre las ondas lentas (Theta, Delta) y las ondas rápidas (Alpha, Beta). En etapas posteriores de la vida, se espera un aumento en la relación $(\text{Delta} + \text{Theta}) / (\text{Alpha} + \text{Beta})$.

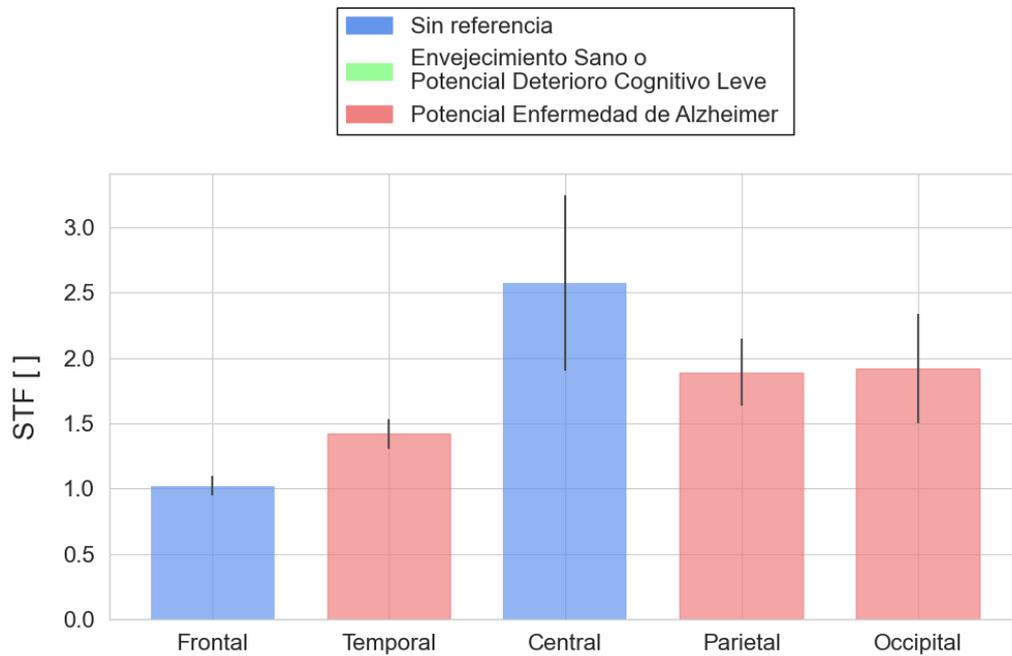


Figura 11: Ratio de ondas lentas y rápidas (Límites obtenidos de la base de datos Meghdadi).

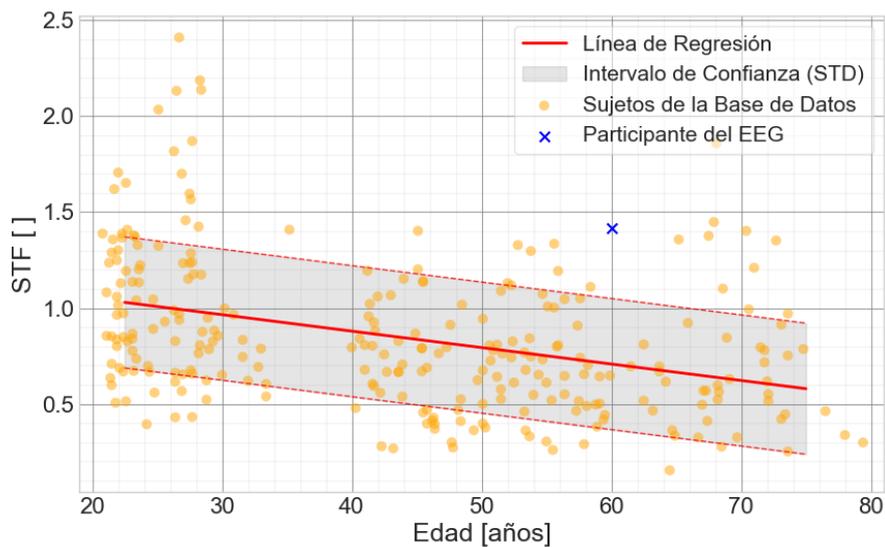


Figura 11.2: Evolución ratio de ondas lentas y rapidas con la edad (STF) en el area temporal.

RATIO THETA/ALFA (ENVEJECIMIENTO)

Otro marcador es la relación Theta/Alfa, que se muestra en el siguiente gráfico. En pacientes con declive cognitivo es esperable un incremento en el ratio Theta / Alfa

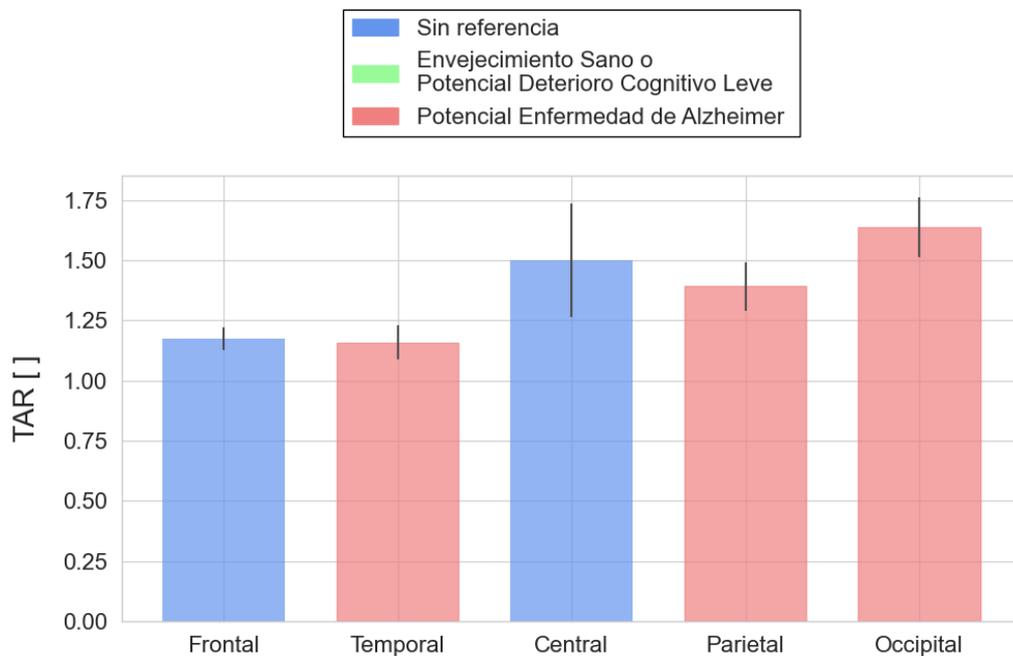


Figura 12: Ratio Theta/Alfa (Límites obtenidos de la base de datos Meghdadi).

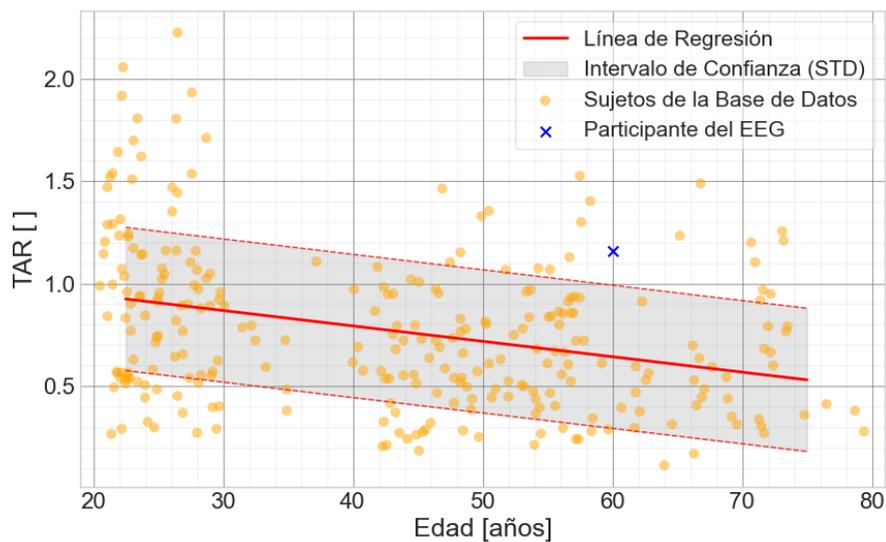


Figura 12.2: Evolución de Theta/Alfa con la edad (TAR) en el area temporal.

ASIMETRÍA ALFA INTERHEMISFÉRICA (DEPRESIÓN)

El gráfico a continuación ilustra la asimetría alfa interhemisférica en las regiones frontal y posterior del cerebro. La "asimetría alfa frontal" (Frontal Alpha Asymmetry, FAA) se refiere a la diferencia en la actividad de las ondas alfa entre los hemisferios derecho e izquierdo, medida a través de electroencefalografía (EEG). Esta medida ha sido asociada con la depresión, ya que los individuos con este trastorno suelen presentar una mayor actividad alfa en el hemisferio izquierdo, lo que sugiere una disminución en la capacidad para procesar emociones positivas, así como una mayor tendencia hacia el aislamiento social y el procesamiento de emociones negativas (Allen et al., 1993; Thibodeau et al., 2006).

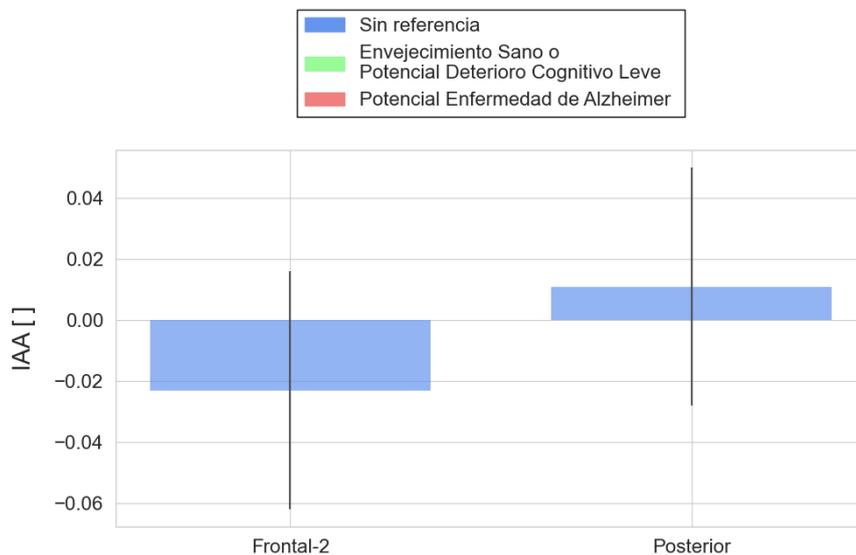


Figura 13: Asimetría Alfa Interhemisférica (Límites obtenidos de la base de datos Meghdadi).

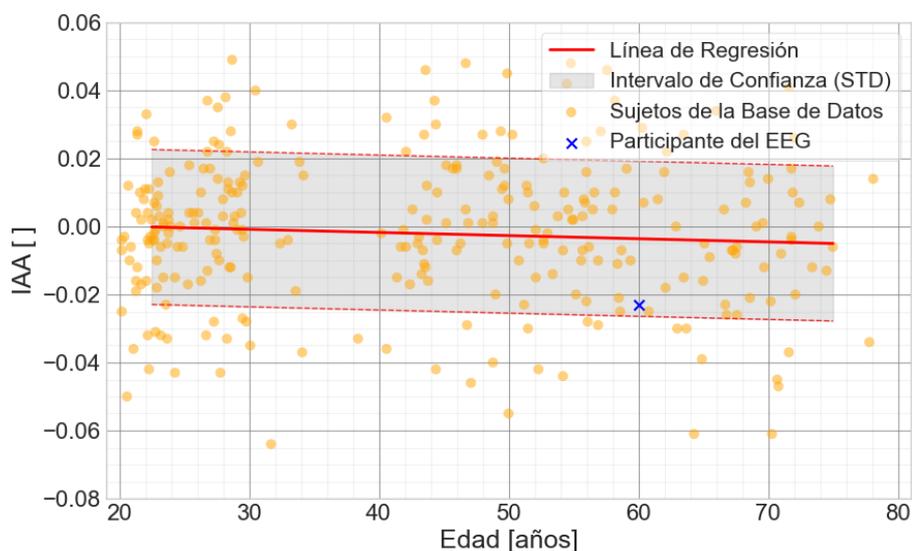


Figura 13.2: Evolución de la asimetría alfa interhemisférica con la edad (IAA) en el área frontal.

FRECUENCIA ALFA MÁXIMA

Los siguientes gráficos describen el análisis realizado en rango de la frecuencia Alfa. En los modelos se ilustra la distribución de la potencia máxima de Alfa a lo largo de la superficie de la cabeza, y en la tabla se especifica la frecuencia en la que se encuentra dicha potencia máxima para cada electrodo.

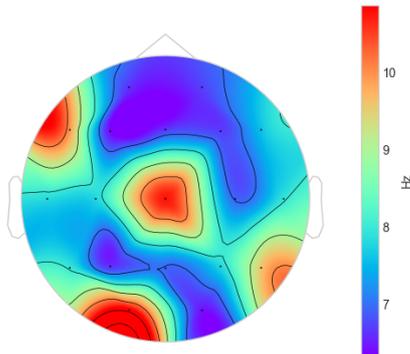


Figura 14:
Potencia máxima

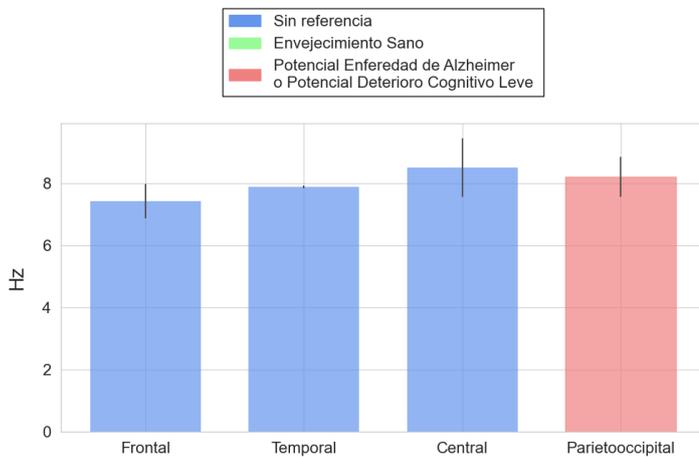


Figura 15:
Frecuencia de la
Potencia máxima
(Límites obtenidos
del Meghdadi DB)

Electrodo	PAF (Hz)
P7	7.935
P4	7.812
Cz	10.742
Pz	6.958
P3	6.592
P8	9.521
O1	10.864
O2	6.47
T8	7.935
F8	7.568
C4	6.958
F4	6.714
Fp2	6.714
Fz	6.714
C3	7.812
F3	6.348
Fp1	6.592
T7	7.812
F7	9.766

Tabla 1: Frecuencia de
potencia máxima (PAF) para
cada electrodo.

DIMENSIÓN FRACTAL DE HIGUCHI

La dimensión fractal de Higuchi es un método utilizado para determinar la complejidad de una serie temporal. Es beneficioso para analizar la irregularidad y complejidad de las señales EEG.

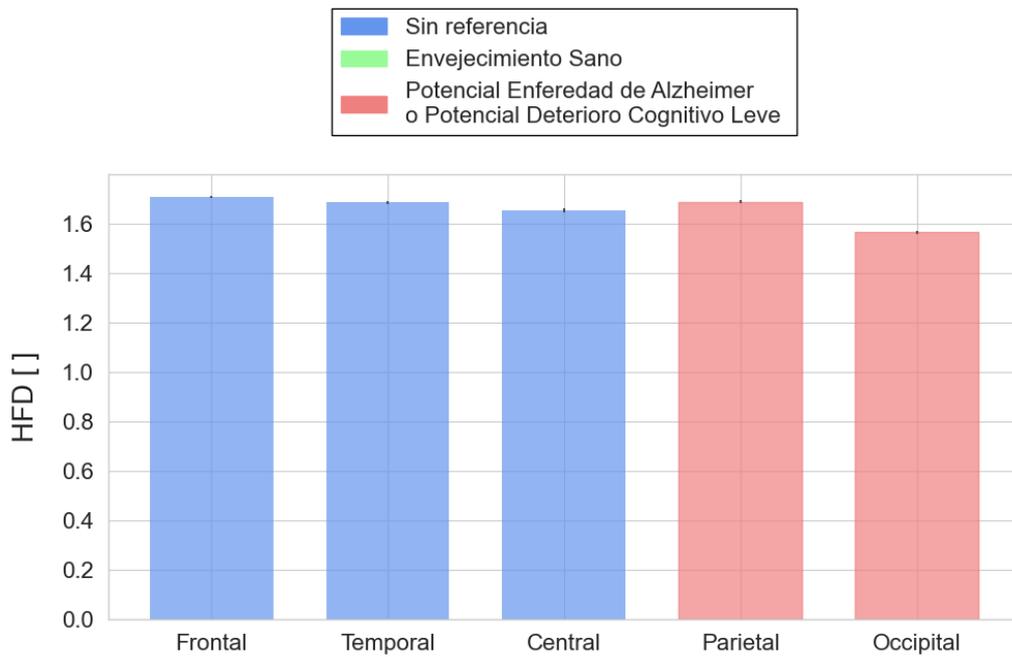


Figura 15: Dimension Fractal de Higuchi (Límites obtenidos de la base de datos Lazarou).

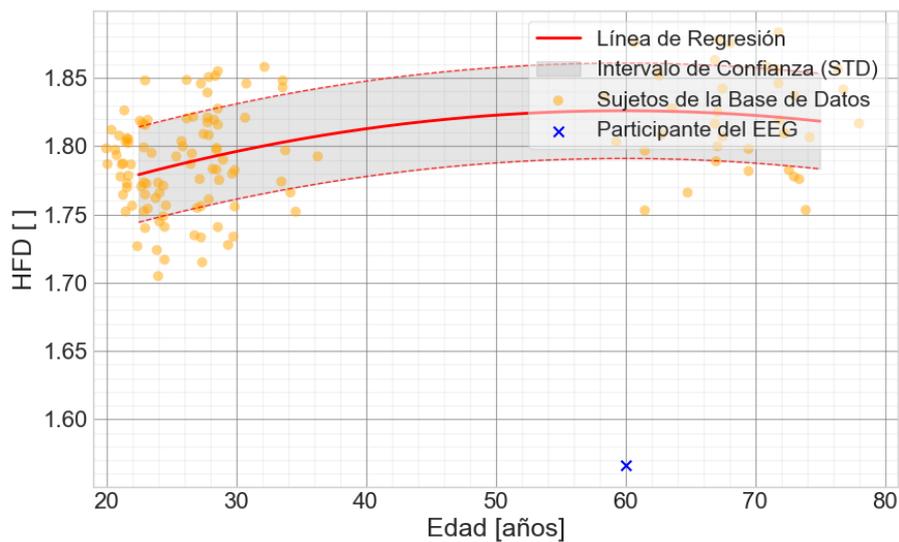


Figura 15.2: Evolución de la dimensión fractal de Higuchi con la edad (HFD) en el area occipital.

MATRIZ DE DECISION

La siguiente tabla muestra un resumen de todos los resultados obtenidos para los distintos **biomarcadores evaluados** en diversas regiones del cerebro. Cada biomarcador refleja información sobre el estado cognitivo del individuo, y los resultados están organizados en tres categorías: envejecimiento sano, potencial deterioro cognitivo leve y potencial enfermedad de Alzheimer.

Cada fila representa un biomarcador específico y muestra un valor de 0 o 1 en las diferentes categorías. Un valor de 1 en la columna de envejecimiento sano indica que ese marcador no muestra signos de deterioro cognitivo, mientras que un valor de 1 en las columnas de potencial deterioro cognitivo leve o potencial enfermedad de Alzheimer sugiere que ese marcador sí ha detectado una alteración cognitiva. En la última fila se muestra una **estimación de la probabilidad** (entre 0 y 1) de pertenencia del individuo a cada categoría cognitiva, considerando todos los biomarcadores analizados.

Es importante señalar que los resultados presentados en esta tabla provienen de un algoritmo que aún se encuentra en fase de pruebas. Por lo tanto, no deben considerarse como un diagnóstico definitivo, sino como una indicación preliminar del estado cognitivo que requiere un análisis clínico más detallado.

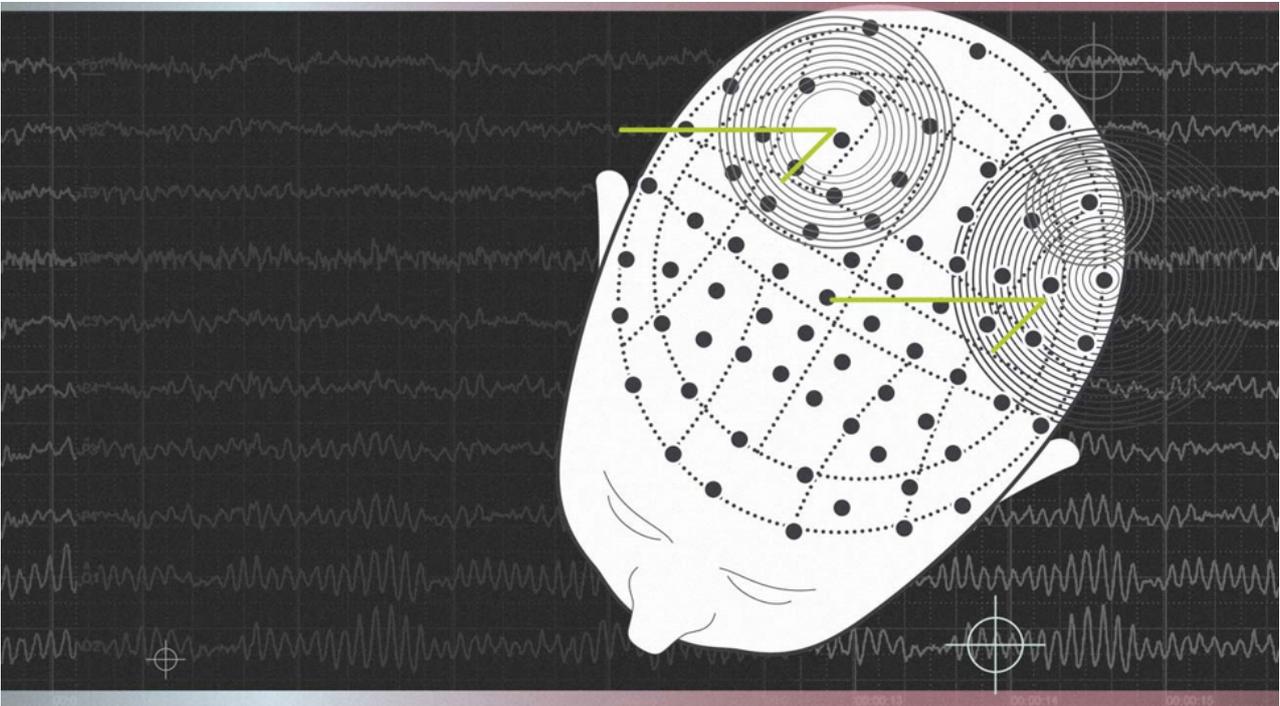
Marcador	Envejecimiento Sano	Potencial Deterioro Cognitivo Leve	Potencial Enfermedad de Alzheimer	Tipo de comparativa
Slow To Fast Ratio - Temporal	0	0	1	HA/MCI vs AD
Slow To Fast Ratio - Parietal	0	0	1	HA/MCI vs AD
Slow To Fast Ratio - Occipital	0	0	1	HA/MCI vs AD
Theta to Alpha Ratio - Temporal	0	0	1	HA/MCI vs AD
Theta to Alpha Ratio - Parietal	0	0	1	HA/MCI vs AD
Theta to Alpha Ratio - Occipital	0	0	1	HA/MCI vs AD
Peak Alpha Frequency - Parietooccipital	0	1	1	HA vs MCI/AD
Higuchi's Fractal Dimension - Parietal	0	0	1	HA/MCI vs AD
Higuchi's Fractal Dimension - Occipital	0	0	1	HA/MCI vs AD
Estimación de probabilidad	0.00%	10.00%	90.00%	

Tabla 2: Tabla para la matriz de decisiones

PERFIL CEREBRAL EEG

En conclusión, el análisis de EEG realizado proporcionó una visión detallada de tu **actividad cerebral**. El informe incluye una evaluación de la calidad de la señal, las respuestas espectrales y los mapas topográficos para ilustrar las características generales.

Se analizaron métricas específicas, como el **índice theta/alpha**, relacionado en ciertos rangos de valores con el declive cognitivo. Haciendo uso de nuestro algoritmo en fase preliminar, hemos elaborado una **matriz de decisión** basada en estas métricas para indicar un potencial declive cognitivo o un envejecimiento sano en la persona evaluada.



Este informe describe la actividad de Electroencefalografía (EEG) en términos de medidas cuantitativas del EEG (qEEG). Hasta la fecha no se conoce ningún riesgo en la adquisición de EEG espontánea. Los datos contenidos en este informe deben ser evaluados e interpretados por un médico con experiencia en electrofisiología. El contenido explícito de este informe no prescribe la aplicación de ningún tratamiento, ni da recomendaciones médicas en base a la interpretación del EEG.