

Limpieza y Análisis de Señales Electroencefalográficas con EEGLAB

/_\^ /_\^
(o.o) (^.^)
> ^ < > ^ <

Fecha: 05/11/2025

Contacto: Dino Soldic

Correo: dino.soldic@urjc.es

CONTENIDOS

1.	PREPARACIÓN DEL ENTORNO	1
1.1.	<i>Instalar MATLAB</i>	1
1.2.	<i>Instalar toolbox de procesamiento de señal</i>	3
1.2.1.	Descarga	3
1.2.2.	Añadir toolbox a MATLAB	4
1.2.3.	Configuración adicional (solo descarga web)	7
2.	PREPARACIÓN DE DATOS	10
3.	PROCESADO CON EEGLAB	12
3.1.	<i>Procesar a través de EEGLAB</i>	12
3.1.1.	Importar datos	13
3.1.2.	Visualizar datos en bruto	15
3.1.3.	Eliminar canales oculares	17
3.1.4.	Re-muestrear	19
3.1.5.	Aplicar filtros	20
3.1.6.	Trocear en épocas	22
3.1.7.	Corregir línea base	24
3.1.8.	Análisis de componentes independientes (ICA)	25
3.1.8.1.	Ejecutar ICA	25
3.1.8.2.	Ejecutar ICLabel	26
3.1.8.3.	Visualizar componentes independientes	27
3.1.8.4.	Rechazar componentes independientes	31
3.1.9.	Interpolación de canales	34
3.1.10.	Rechazo de artefactos semiautomático	36
3.1.11.	Rechazo de artefactos semiautomático II	39
3.1.12.	Re-referenciar	41
3.1.13.	Visualizar potenciales	43
3.1.14.	Guardar dataset	45
3.1.15.	Cambiar de dataset	46
3.2.	<i>Procesar a través de script personalizado (Task-Related)</i>	47
3.2.1.	Preparar parámetros de limpieza de señal	47
3.2.2.	Preparar carpetas de carga y guardado	50
3.2.3.	Procesar sujetos	51
3.3.	<i>Procesar a través de script personalizado (Resting)</i>	62
3.3.1.	Preparar parámetros de limpieza de señal	62

4.	REPRESENTAR RESULTADOS	66
4.1.	<i>Organización de resultados.....</i>	66
4.2.	<i>Inicializar el script.....</i>	66
4.3.	<i>Gráfica de Grupo vs Grupo</i>	68
4.4.	<i>Gráfica de Condición vs Condición</i>	69
4.5.	<i>Gráfica de Grupos vs Condiciones.....</i>	70
4.6.	<i>Obtener datos a través de las gráficas.....</i>	71
4.7.	<i>Topoplot.....</i>	73
4.8.	<i>Gráfica animada en 2D</i>	74
4.9.	<i>Gráfica animada en 3D</i>	75
4.10.	<i>Guardar datos</i>	76
4.11.	<i>Exportar resultados</i>	77
5.	EXPORTAR RESULTADOS	78
5.1.	<i>Exportar tras representar gráficamente</i>	78
5.2.	<i>Exportar usando función exportSPSS sin inputs.....</i>	78
5.3.	<i>Exportar usando función exportSPSS con inputs.....</i>	81
6.	IMPORTAR RESULTADOS EN SPSS O EXCEL	82
6.1.	<i>Importar en SPSS</i>	82
6.2.	<i>Importar en Excel</i>	85
7.	BONUS: CAMBIAR EN WINDOWS FORMATO DE NÚMEROS	88

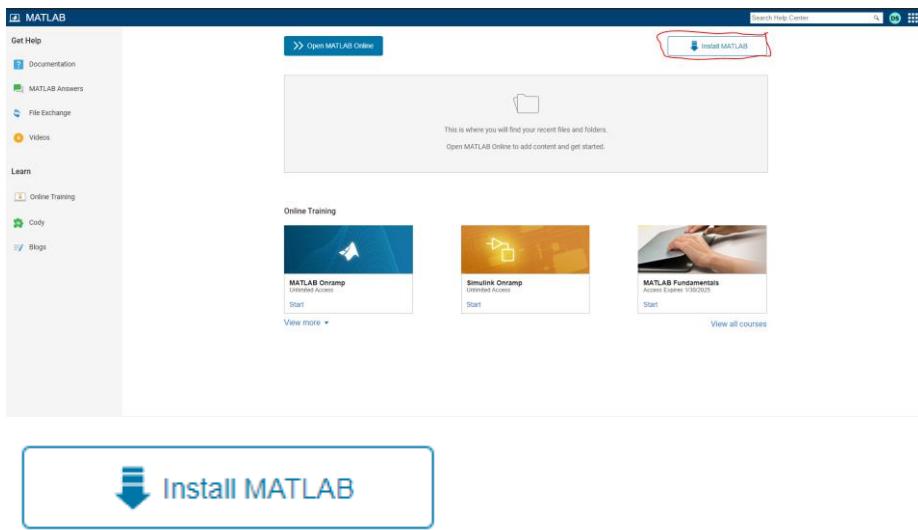
1. PREPARACIÓN DEL ENTORNO

1.1. Instalar MATLAB

Si estás instalando MATLAB desde cero, entra en la [página oficial](#) de MATLAB, inicia sesión o regístrate con el correo corporativo y en el ícono de los cuadrados al lado de tu perfil, haz click en “MATLAB”.

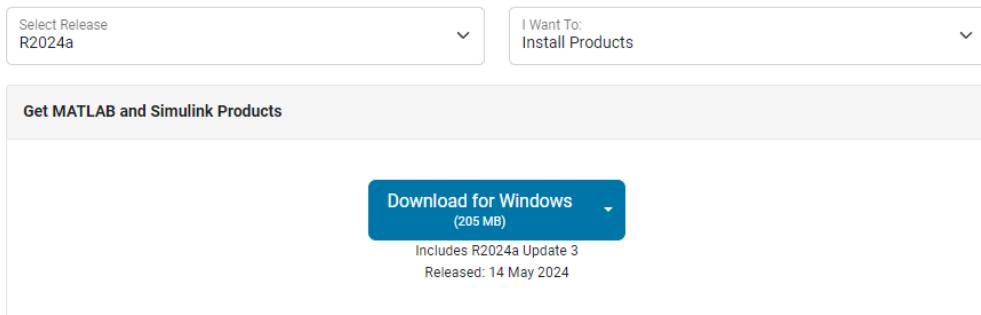


Esto abrirá otra página en la que tienes que pulsar en “Instalar MATLAB”

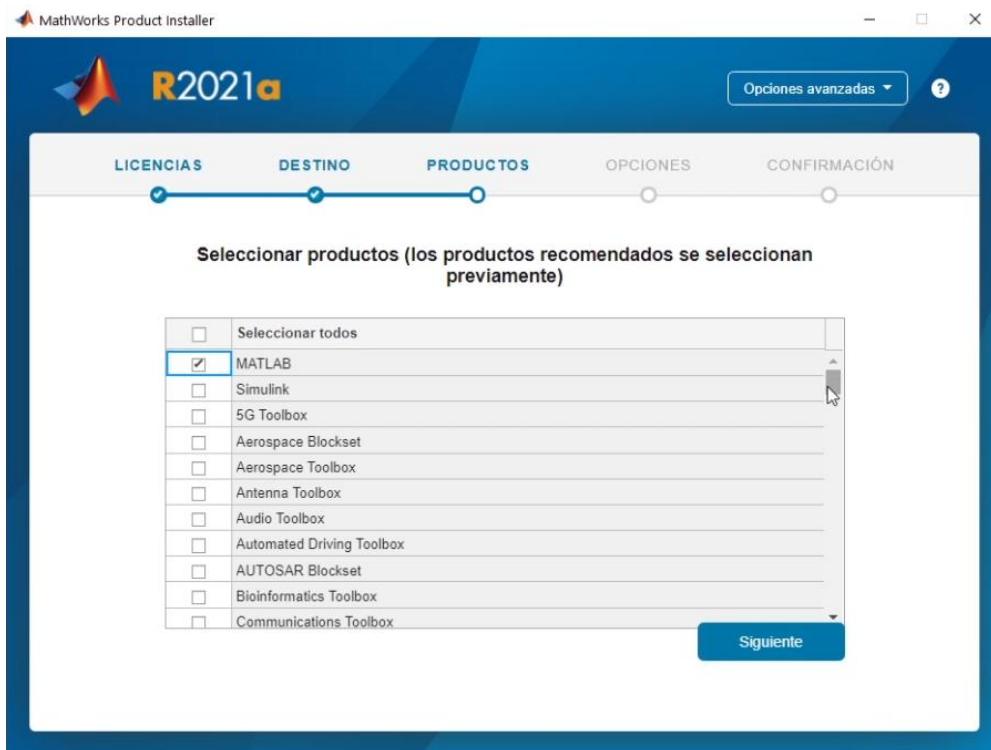


A continuación, te llevará a otra página en la que seleccionas versión y sistema operativo.

R2024a



Una vez descargado y abierto el ejecutable, sigue los pasos necesarios hasta llegar al tercer paso “**Productos**”



En este paso tienes que elegir e instalar las siguientes toolbox o productos:

- MATLAB
- Simulink
- Curve Fitting Toolbox
- Image Acquisition Toolbox
- Image Processing Toolbox
- Parallel Toolbox
- Signal Processing Toolbox
- Statistics and Machine Learning Toolbox
- Symbolic Math Toolbox
- Wavelet Toolbox

A continuación, pulsa en siguiente (si pide instalar dependencias adicionales, acepta) y continúa hasta el final de la instalación.

1.2. Instalar toolbox de procesamiento de señal

1.2.1. Descarga

Para descargar FieldTrip haz click en [este link](#).

Una vez dentro, elige la versión más reciente (la que esté más alto en la lista) y descárgala. En mi caso, sería la versión **fieldtrip-20240110.zip** (según el formato: versión de 10 de enero de 2024).

Index of /

.. /		
example/	12-Oct-2023 06:55	-
historical/	17-Jan-2024 10:00	-
modules/	15-May-2024 21:46	-
test/	11-Mar-2022 15:13	-
tutorial/	07-Feb-2024 08:12	-
workshop/	22-Mar-2023 08:20	-
00README.txt	17-Jan-2024 10:10	1751
fieldtrip-20240110.zip	10-Jan-2024 22:46	399754514
fieldtrip-20240111.zip	11-Jan-2024 22:46	399755572
fieldtrip-20240113.zip	13-Jan-2024 22:46	399755564
fieldtrip-20240115.zip	15-Jan-2024 22:46	399755778
fieldtrip-20240118.zip	18-Jan-2024 22:46	399755817
fieldtrip-20240119.zip	19-Jan-2024 22:46	399755860
fieldtrip-20240123.zip	23-Jan-2024 22:46	399756081
fieldtrip-20240125.zip	25-Jan-2024 22:46	399756614
fieldtrip-20240129.zip	29-Jan-2024 22:46	399756657
fieldtrip-20240201.zip	01-Feb-2024 22:46	399756798
fieldtrip-20240208.zip	08-Feb-2024 22:46	400122069
fieldtrip-20240211.zip	11-Feb-2024 22:46	400170859
fieldtrip-20240214.zip	14-Feb-2024 22:46	400171147
fieldtrip-20240306.zip	06-Mar-2024 22:46	400173149

Una vez descargado, extrae el contenido del archivo “.zip”.

Para descargar EEGLAB haz click en [este link](#).

Una vez dentro, haz click en el primer link que aparezca y se descargará la versión más reciente.

Download EEGLAB

[Click here to](#) download the latest EEGLAB version for Matlab (if you are using Matlab 2016a or older, download EEGLAB v2020.0 instead). As of 2019, all new versions are also compiled for Windows, Mac (see below).

EEGLAB is released twice a year and the version name is based on the year. EEGLAB older versions are available [here](#). Revision details are available on the [EEGLAB wiki](#). If you have a version of Matlab older than 2014, download EEGLAB version 4.5b [here](#).

To install FFGI AR

Una vez descargado, extrae el contenido del archivo “.zip”.

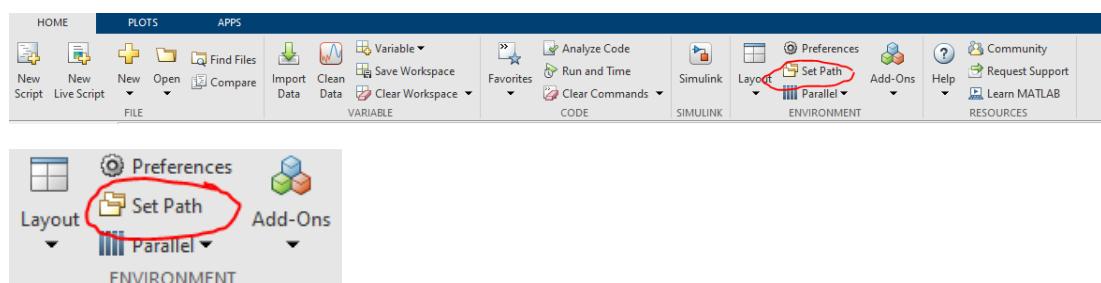
1.2.2. Añadir toolbox a MATLAB

Una vez descargados los archivos y extraídos del archivo “.zip”, mueve las carpetas de EEGLAB y FieldTrip a una carpeta común en la que solamente estarán guardadas las toolbox para MATLAB.

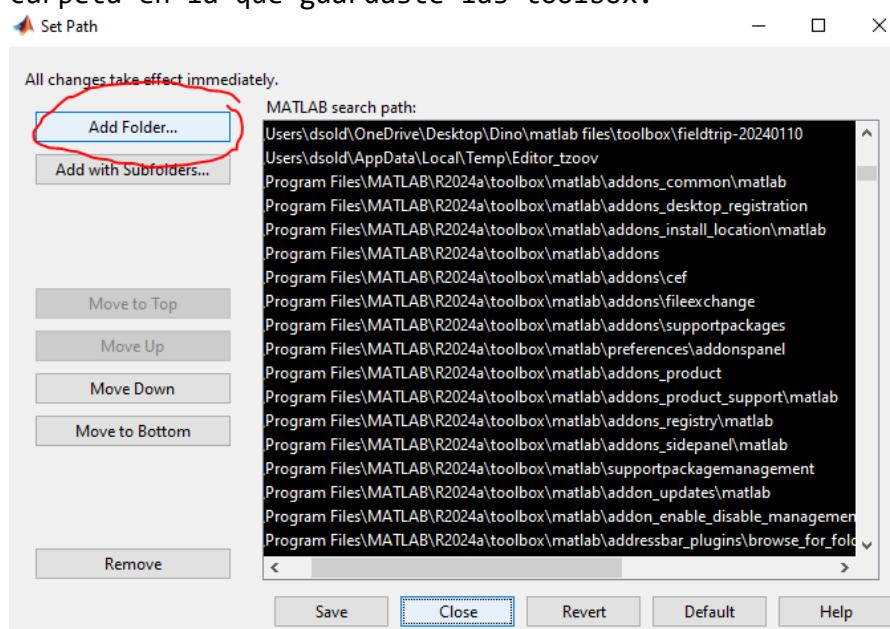
En mi caso sería algo así:

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
eeglab2023.1	21/09/2023 12:42	Carpeta de archivos	
eeglab2024.0	22/05/2024 15:26	Carpeta de archivos	
erplab10.03	27/11/2023 18:48	Carpeta de archivos	
fieldtrip-20230716	24/07/2023 12:46	Carpeta de archivos	
fieldtrip-20240110	16/05/2024 17:44	Carpeta de archivos	
mvpalab-1.1.4	09/10/2023 15:51	Carpeta de archivos	
mvpalab1.2.2	21/09/2023 12:48	Carpeta de archivos	
MVPA-Light-master	06/12/2023 0:04	Carpeta de archivos	

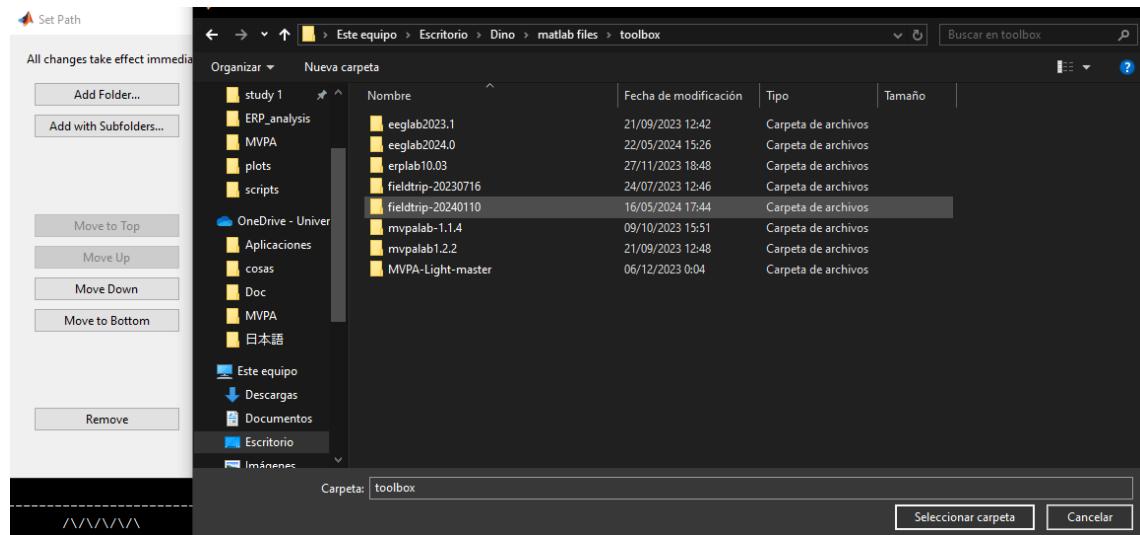
A continuación, abre MATLAB y en el menú “Home” busca y haz click en “Set Path”.



Una vez abierto el menú, haz click en “Add Folder” y busca la carpeta en la que guardaste las toolbox.

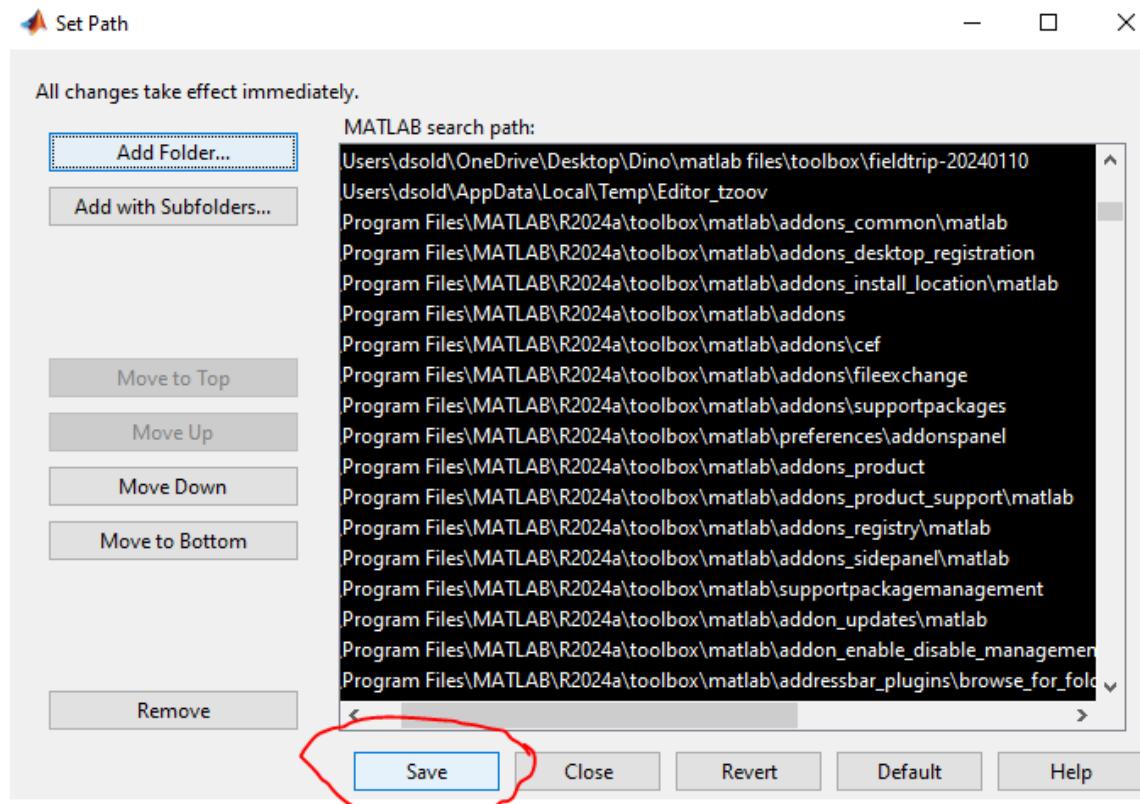


A continuación, selecciona la toolbox que quieras añadir.

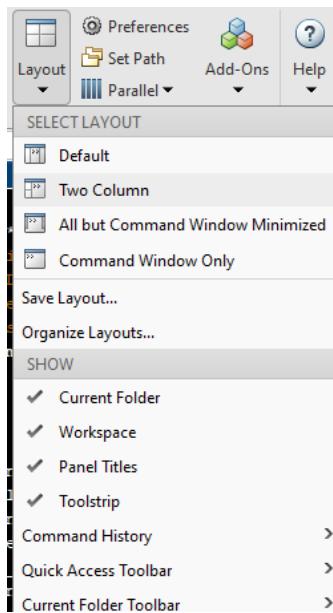


Repite el paso anterior para la toolbox que queda.

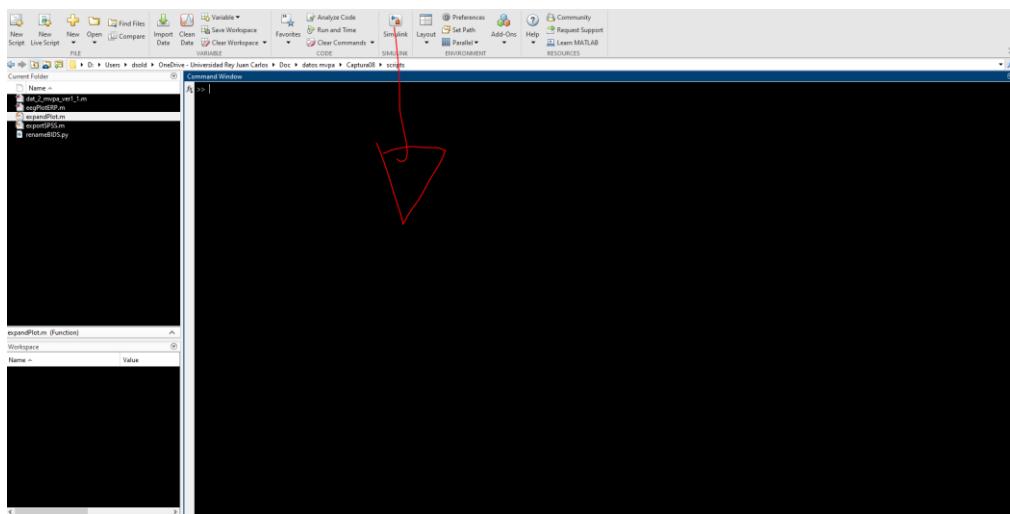
Una vez añadidas las dos, haz click en “Save” para guardar los cambios y cierra la ventana.



El último paso es inicializar las toolbox para que se instalen correctamente todas los archivos y carpetas necesarias. Para ello, primero elige en “Layout → Two Column”.



A continuación, en la ventana de comandos



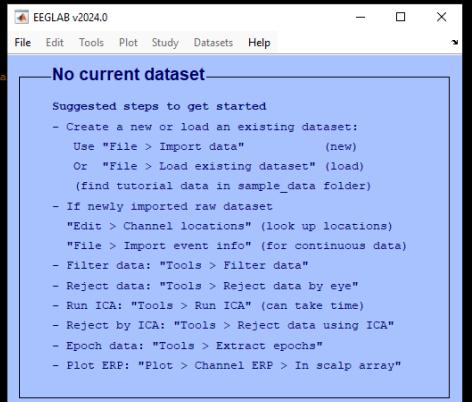
Escribe “`ft_defaults`” y dale a “Enter”.

```
>> ft_defaults
-----
FieldTrip is developed by members and collaborators of the Donders Institute for Brain,
Cognition and Behaviour at Radboud University, Nijmegen, the Netherlands.

      /   \
      /   \
      /   \
      |   F i l e   T r i p   |
      \   /
      /   \
      -----
Please cite the FieldTrip reference paper when you have used FieldTrip in your study.
Robert Oostenveld, Pascal Fries, Eric Maris, and Jan-Mathijs Schröder. FieldTrip: Open
Source Software for Advanced Analysis of MEG, EEG, and Invasive Electrophysiological Data.
Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2011, Article ID 156869, 9 pages, 2011.
doi:10.1155/2011/156869.
```

Y ahora, “`eeglab`”.

```
>> eeglab
-----
Warning: There are at least two versions of EEGLAB in your path
Warning: One is at D:\Users\dsold\OneDrive\Desktop\dino\matlab\files\toolbox\eeglab2024.0\
Warning: The other one is at D:\Users\dsold\OneDrive\Desktop\dino\matlab\files\toolbox\eeglab
Warning: colordef will be removed in a future release.
eeglab: options file is C:\Users\dsold\eeq_options.m
Retrieving plugin versions from server...
Retrieving download statistics...
EEGLAB: adding "Biosig" v3.8.3 to the path
EEGLAB: adding "Fileio" v20240111 to the path
EEGLAB: adding "ICLabel" v1.6 (see >> help eegplugin_iclabel)
EEGLAB: adding "Viewprops" v1.5.4 (see >> help eegplugin_viewprops)
EEGLAB: adding "Bva-i/o" v1.73 (see >> help eegplugin_bva_io)
EEGLAB: adding "Clean_rawdata" v2.91 (see >> help eegplugin_clean_rawdata)
EEGLAB: adding "Dipfit" v5.4 (see >> help eegplugin_dipfit)
EEGLAB: adding "Firfilt" v2.8 (see >> help eegplugin_firfilt)
You are using the latest version of EEGLAB.
>>
```



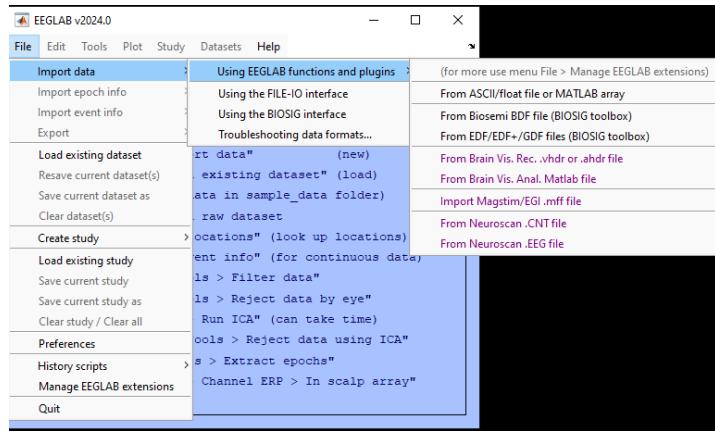
Con esto ya están “instaladas” las toolbox de procesamiento de señal en MATLAB.

1.2.3. Configuración adicional (solo descarga web)

Si descargaste las toolbox desde el Aula, puedes saltarte este paso.

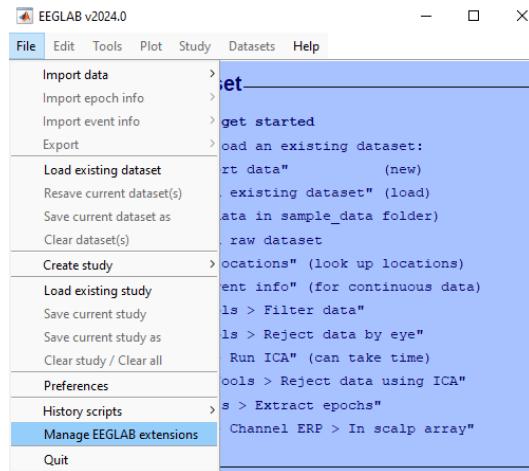
Una vez abierta la interfaz (azul) de EEGLAB hay que instalar las herramientas necesarias para que funcione correctamente todo.

Para ello, haz click en “**File → Import data → Using EEGLAB functions and plugins → From Brain Vis. Rec. .vhdr or .ahdr file**”

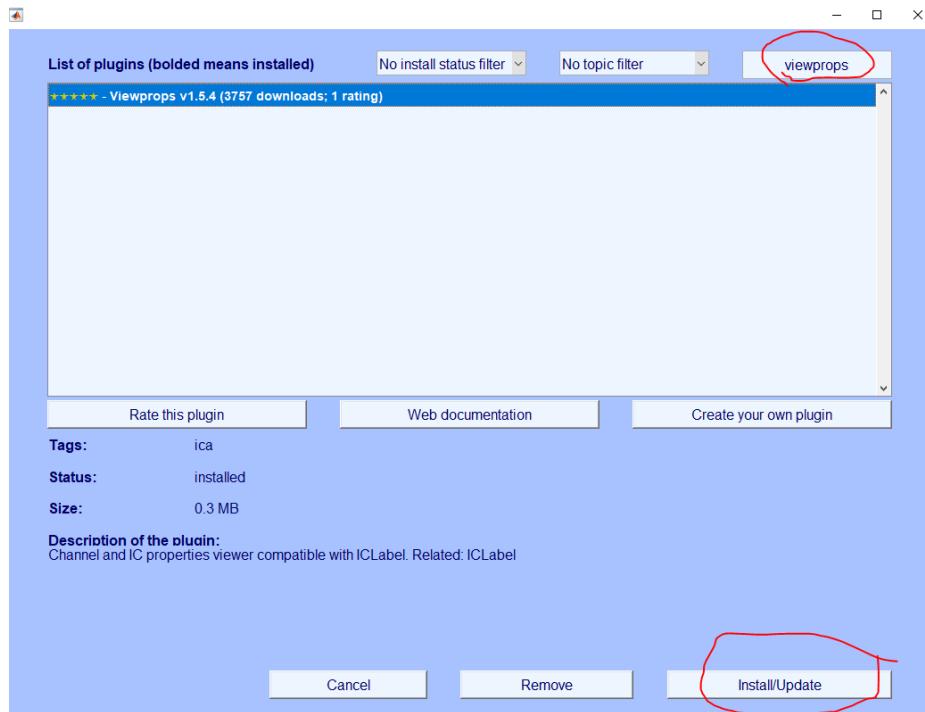


Esto instalará la herramienta necesaria para leer los archivos exportados con formato .dat desde BrainVision. Una vez instalada la herramienta, puedes cerrar la ventana para cargar datos (en caso de abrirse).

Para la herramienta siguiente, haz click en “**File → Manage EEGLAB extensions**”. Esto abrirá un menú similar al de “Add-ons” de uno de los pasos anteriores.



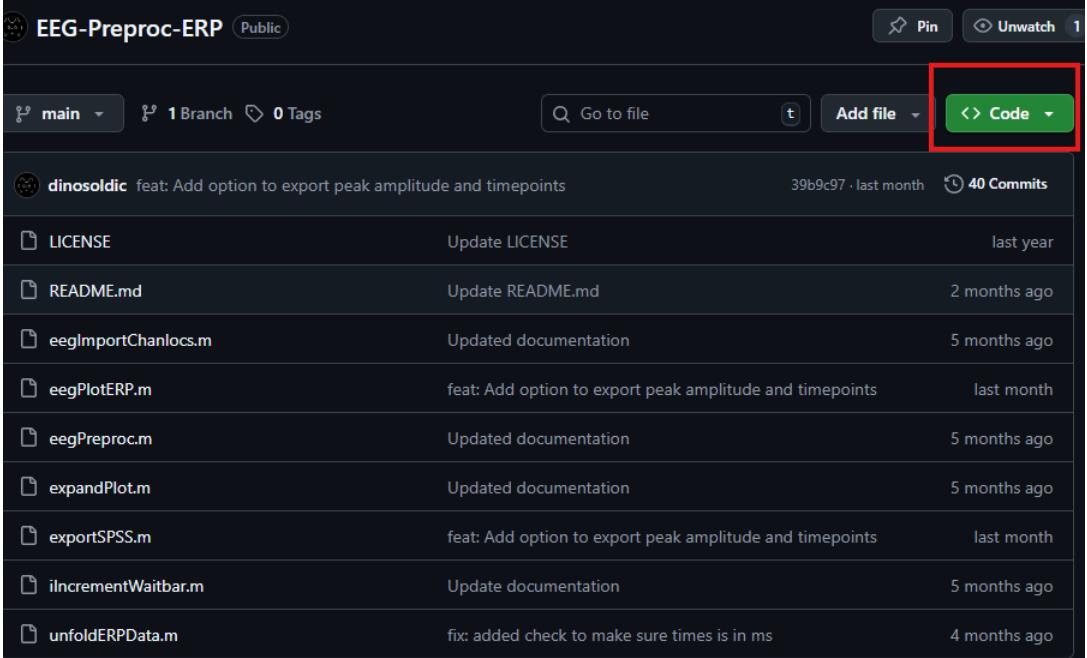
En el menú, en la barra de búsqueda localizada en la parte superior derecha, busca: “**viewprops**” e instala la herramienta.



Con esto, ya has terminado de configurar todas las herramientas necesarias para poder llevar a cabo el procesamiento de señal EEG.

2. PREPARACIÓN DE DATOS

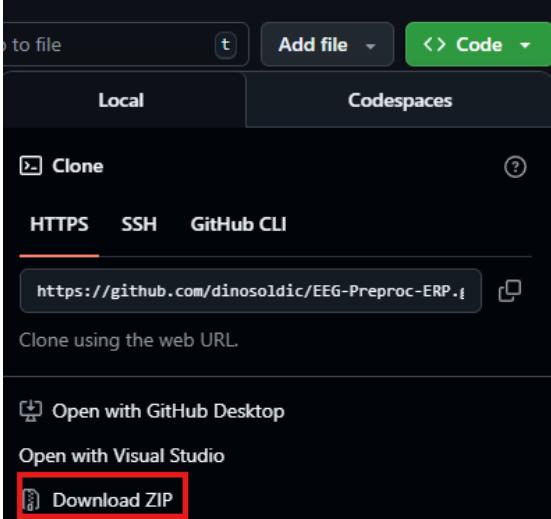
Para obtener los archivos necesarios, en el enlace de [GitHub](#) haz click en **Code**



The screenshot shows the GitHub repository page for 'EEG-Preproc-ERP'. At the top, there are buttons for 'Pin' and 'Unwatch'. Below that, the repository name 'EEG-Preproc-ERP' and status 'Public' are displayed. The main navigation bar includes 'main' (branch), '1 Branch', '0 Tags', 'Go to file' (with a dropdown menu), 'Add file' (with a dropdown menu), and a prominent green 'Code' button with a dropdown menu, which is highlighted with a red box. Below the navigation bar, a list of commits is shown, each with a file icon, the file name, a brief description, the author, the date, and the commit count. The commits are as follows:

- dinosoldic feat: Add option to export peak amplitude and timepoints 39b9c97 · last month 40 Commits
- LICENSE Update LICENSE last year
- README.md Update README.md 2 months ago
- eegImportChanlocs.m Updated documentation 5 months ago
- eegPlotERP.m feat: Add option to export peak amplitude and timepoints last month
- eegPreproc.m Updated documentation 5 months ago
- expandPlot.m Updated documentation 5 months ago
- exportSPSS.m feat: Add option to export peak amplitude and timepoints last month
- iincrementWaitbar.m Update documentation 5 months ago
- unfoldERPData.m fix: added check to make sure times is in ms 4 months ago

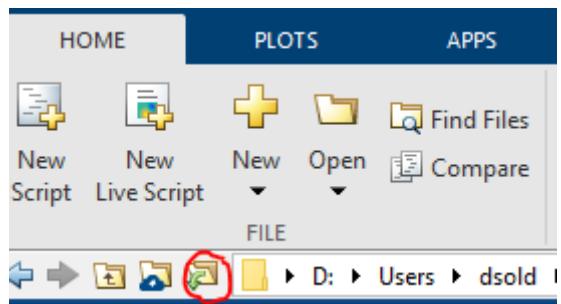
Y descargar zip



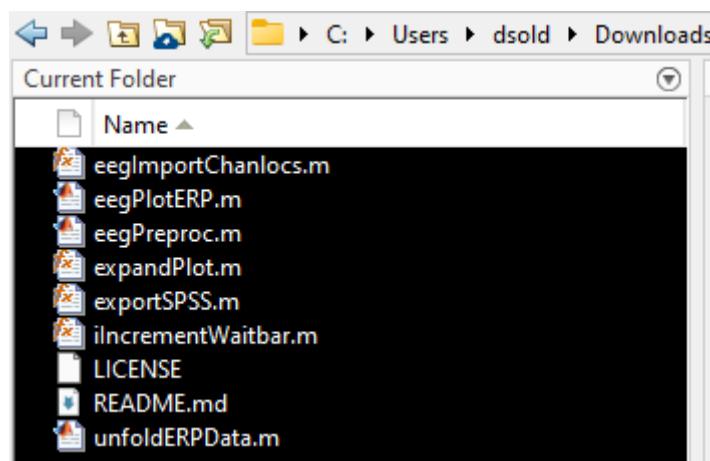
The screenshot shows the GitHub 'Code' page for the repository. It features a 'Local' tab and a 'Codespaces' tab. Under the 'Local' tab, there is a 'Clone' section with options for 'HTTPS', 'SSH', and 'GitHub CLI'. Below this is a URL field containing 'https://github.com/dinosoldic/EEG-Preproc-ERP.zip'. A note says 'Clone using the web URL.' Below the URL are buttons for 'Open with GitHub Desktop', 'Open with Visual Studio', and a prominent red 'Download ZIP' button, which is highlighted with a red box.

Coloca la carpeta extraída en un lugar fácil de recordar y accesible.

Finalmente, dentro de MATLAB navega hasta la carpeta en la que se encuentran los scripts. Para ello, debajo del menú principal selecciona la carpeta con la flecha verde y selecciona la carpeta en la que se encuentran los scripts.



Una vez hecho, debajo del icono debería verse de esta manera:

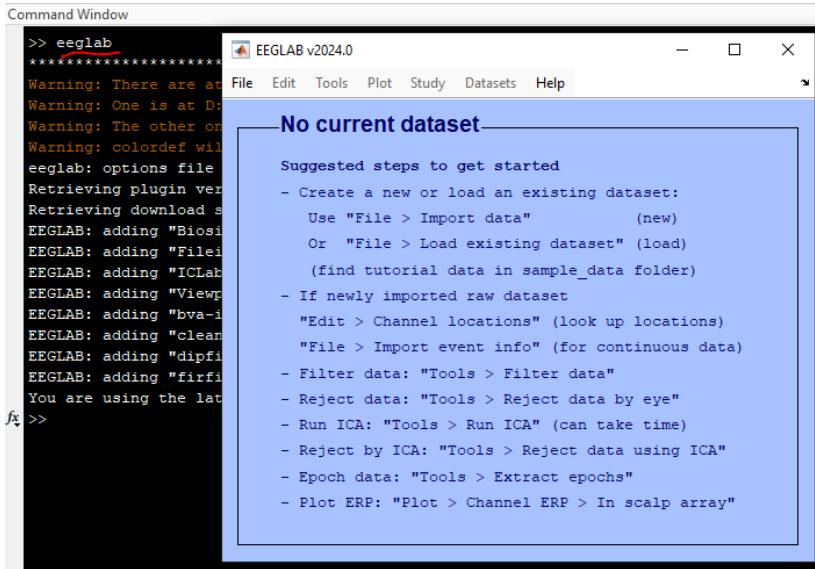


3. PROCESADO CON EEGLAB

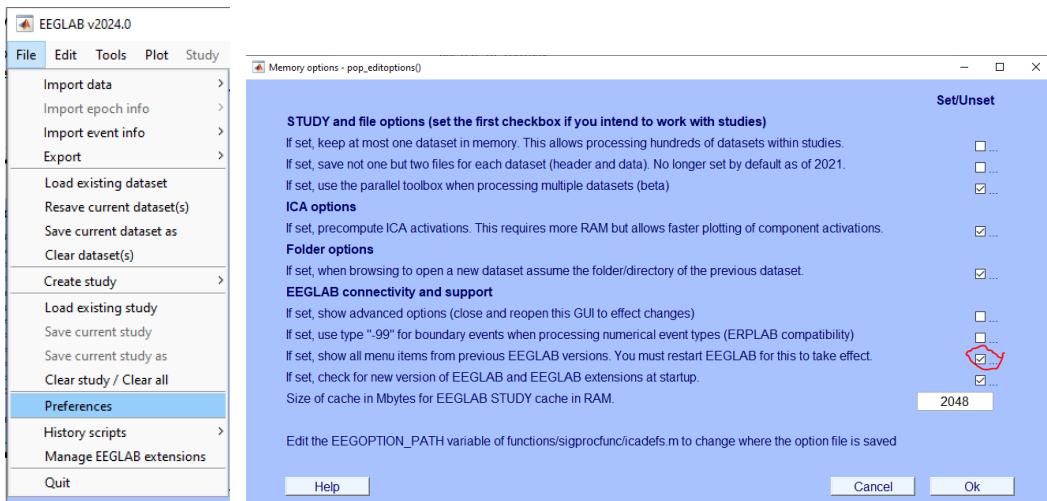
3.1. Procesar a través de EEGLAB

En esta guía no se cubren todas las funcionalidades de la toolbox. Si deseas explorar más, puedes hacerlo libremente a través de los menús de la interfaz o siguiendo guías de [EEGLAB](#).

Una vez completados los pasos anteriores, es hora de procesar los datos. Para ello, escribe en la ventana de comandos “`eeglab`” y se abrirá la toolbox.



Como serán necesarias una serie de herramientas que no vienen activadas por defecto, haz click en “File → Preferences” y marca la penúltima casilla, señalada en la imagen.

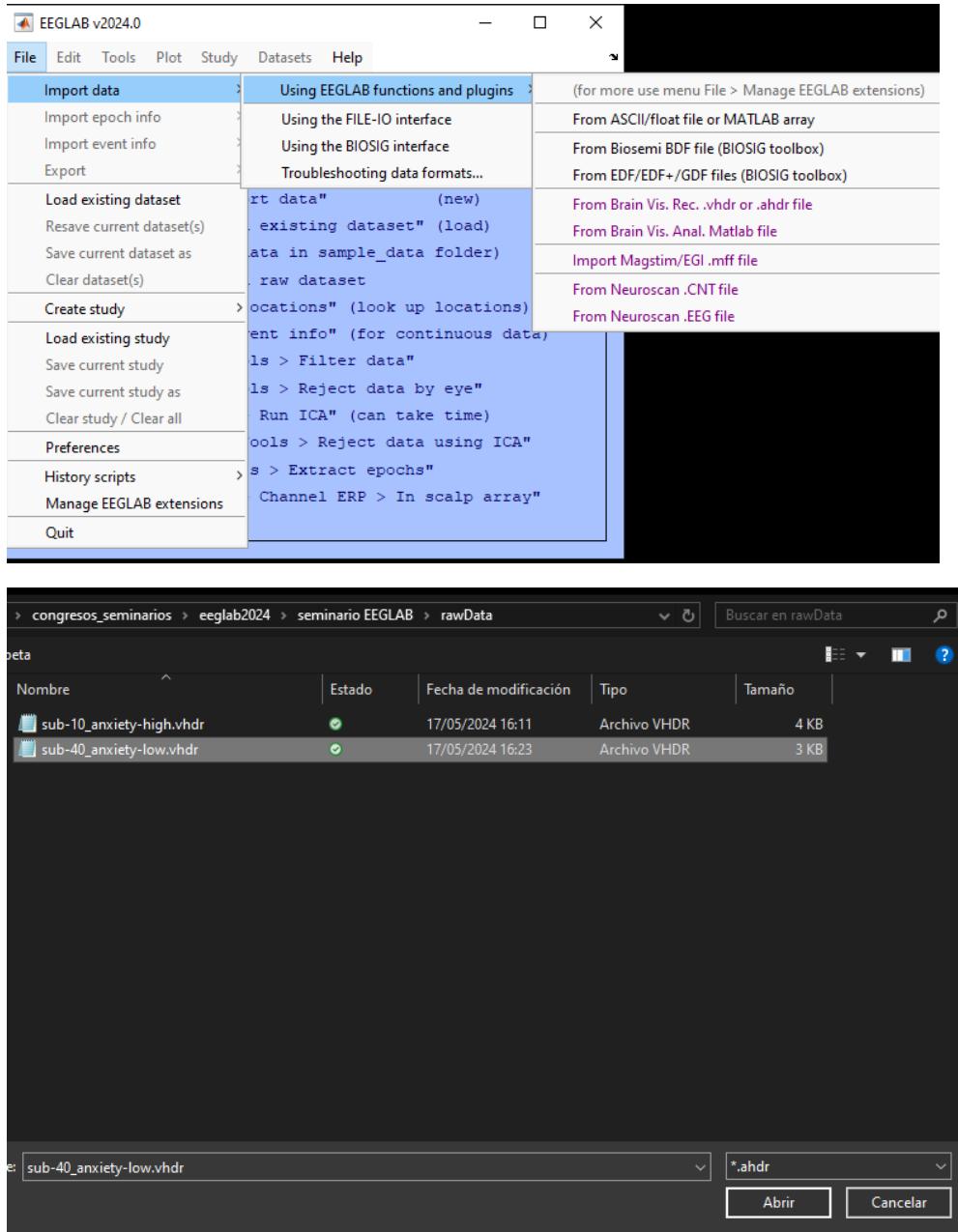


Una vez hecho esto, haz click en “Ok” reinicia EEGLAB cerrando la ventana y volviendo a escribir “`eeglab`”.

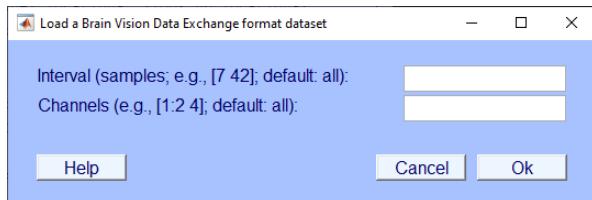
3.1.1. Importar datos

Para importar los datos extraídos desde BrainVision en “.dat”, es necesario que en la carpeta correspondiente estén presentes los tres archivos por sujeto: “.dat”, “.vhdr” y “.vmrk”.

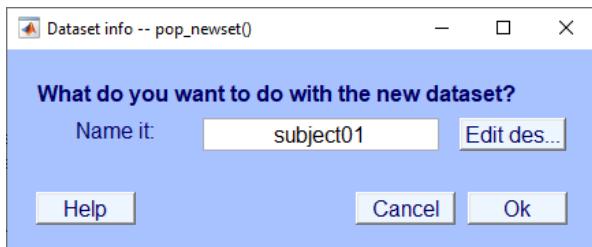
Para importar los datos desde la interfaz, haz click en “File → Import data → Using EELAB functions and plugins → From Brain Vis. Rec. .vhdr or .ahdr file” y elige el “.vhdr” de un sujeto.



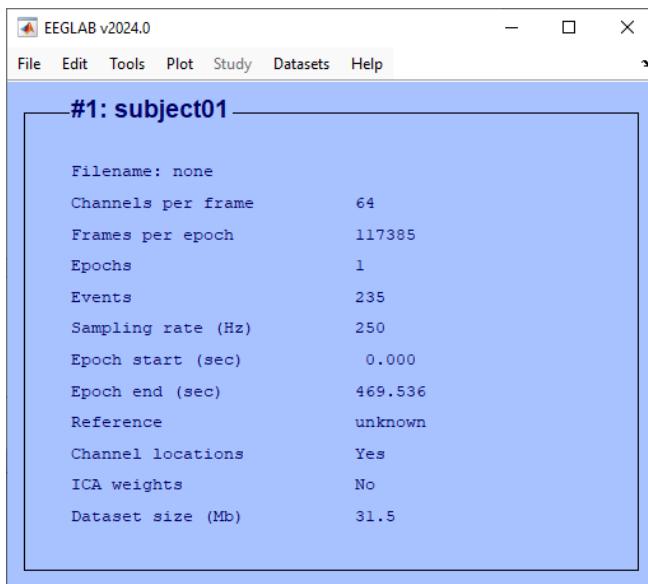
A continuación, haz click en “Ok” para importar todo el intervalo temporal y todos los canales (electrodos).



Finalmente, puedes introducir un nombre para el archivo si lo deseas y haz click “Ok”.



Una vez importados los datos, la ventana de EEGLAB debería estar rellena con la información del archivo importado.



En la ventana actualizada se pueden observar varios campos:

- **Título:** este campo contiene un número y el nombre que se eligió anteriormente al importar. El número corresponde al “dataset” actual. Ahora mismo solamente hay uno, por lo que estará explicado [en detalle más adelante](#).
- **Filename:** este campo contiene el nombre original del archivo importado. Si aparece vacío o como “none” no hay problema.

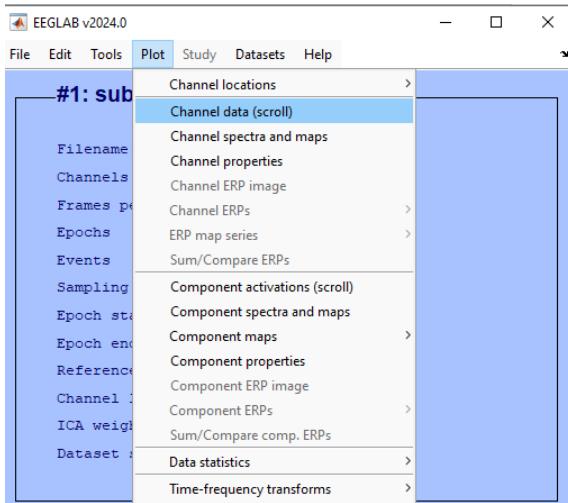
- **Channels per frame:** este campo refleja el número de canales (electrodos) presentes en los datos.
- **Frames per epoch:** este campo refleja la cantidad de puntos de tiempo presentes a lo largo de todo el registro en bruto.
- **Epochs:** este campo refleja el número de épocas (ensayos) presentes en los datos.
- **Events:** este campo refleja el número total de eventos (triggers) presentes en todo el registro (estímulos, límites, respuestas, etc. en conjunto).
- **Sampling rate:** este campo refleja la tasa de muestreo del registro.
- **Epoch start:** este campo refleja el tiempo de inicio en segundos para todas las épocas en el registro.
- **Epoch end:** este campo refleja el tiempo de final en segundos para todas las épocas en el registro.
- **Reference:** este campo refleja el canal al que fueron referenciado los datos. Si sale como “unknown” no hay problema.
- **Channel locations:** este campo refleja la presencia de coordenadas para los canales.
- **ICA weights:** este campo refleja la presencia de pesos resultantes de correr un análisis de componentes independientes, por lo que hasta que no se haga, este campo estará vacío.
- **Dataset size:** este campo indica el peso del archivo de datos actual.

Estos campos se irán actualizando conforme se lleven a cabo los diferentes pasos del preprocesado.

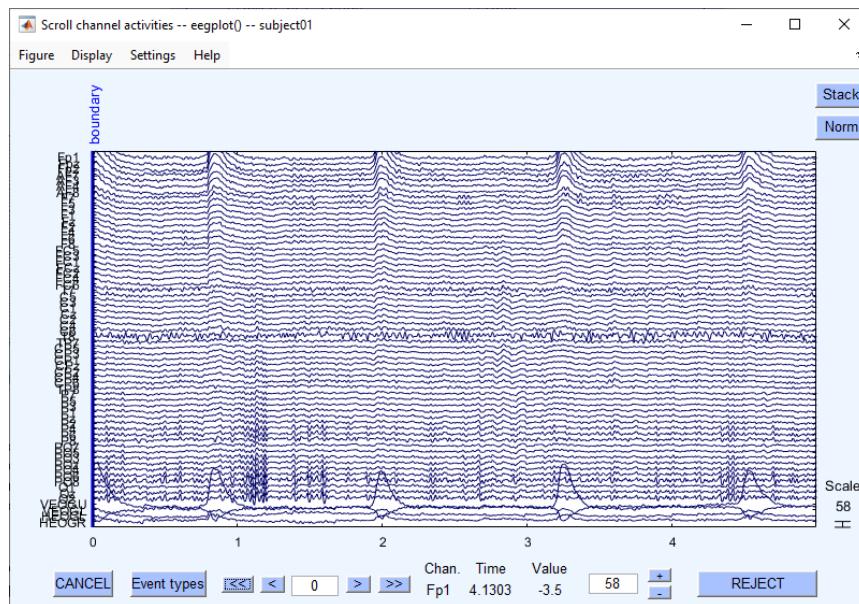
3.1.2. Visualizar datos en bruto

Terminado el paso anterior, se pueden visualizar para comprobar que se hayan importado correctamente.

Para ello, haz click en “**Plot → Channel data (scroll)**”.



A continuación, se abrirá una ventana en la que estarán representados todos los datos del registro.



En la barra superior puedes encontrar varios controles:

- **Stack:** colapsa y superpone todos los canales (líneas horizontales).
 - **Norm:** normaliza visualmente los valores de los canales reduciendo en gran medida sus valores.

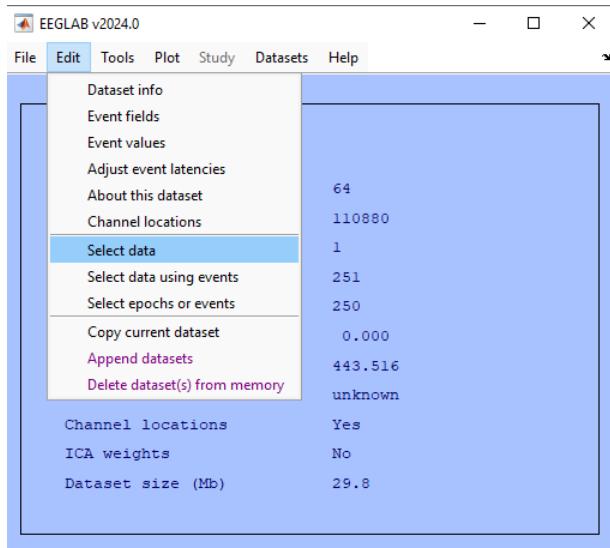
En la barra inferior puedes encontrar varios controles:

- **Cancel:** cierra la ventana.
 - **Event types:** al clikear en este botón se verán en pantalla todos los eventos existentes en el registro representado.
 - **Flechas horizontales:** a través de estas flechas puedes navegar en el gráfico.
 - **Channel:** refleja el canal en el que está actualmente el cursor.
 - **Time:** refleja el punto de tiempo en el que está actualmente el cursor.
 - **Value:** refleja el valor, en este caso en voltaje, del punto en el que está actualmente el cursor.
 - **Símbolos de más y menos:** sirven para controlar el tamaño de la escala. Cuanto más alto sea el valor de la escala, más planas se verán las líneas y viceversa.
 - **Reject:** rechaza los tramos de tiempo o ensayos seleccionados dependiendo de si se trata de registro continuo o troceado en épocas.

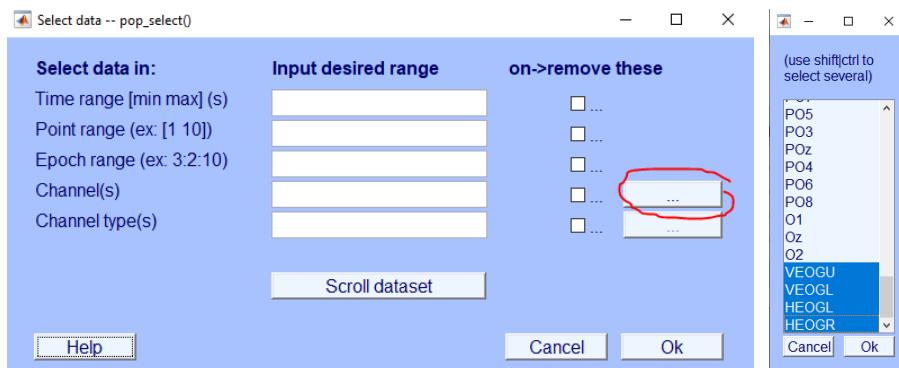
Cuando terminas de revisar el registro, puedes cerrar esta ventana.

3.1.3. Eliminar canales oculares

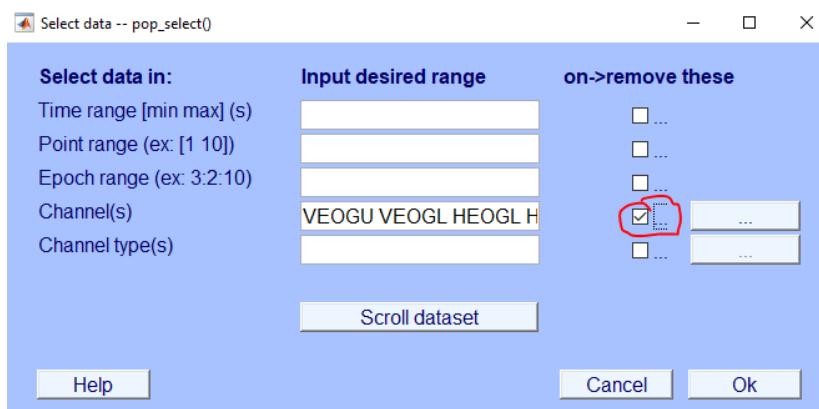
Para seleccionar y quitar los canales oculares del registro antes de empezar a procesar haz click en “Edit → Select data”



Ahora en “...” a la altura de “Channel(s)”, selecciona los canales oculares y haz click en “Ok”.

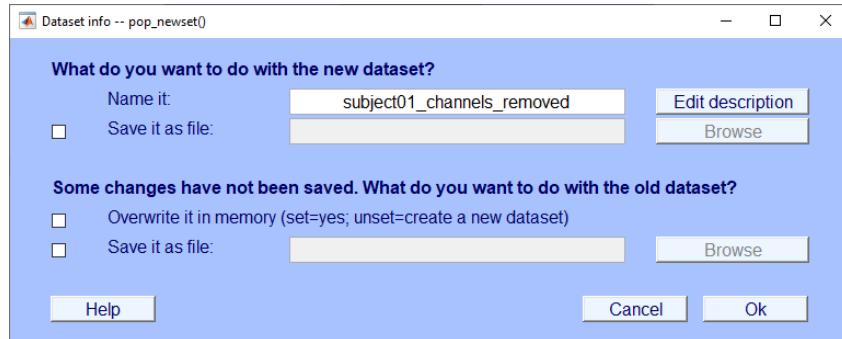


A continuación, marca la casilla para quitarlos y haz click en “Ok”.

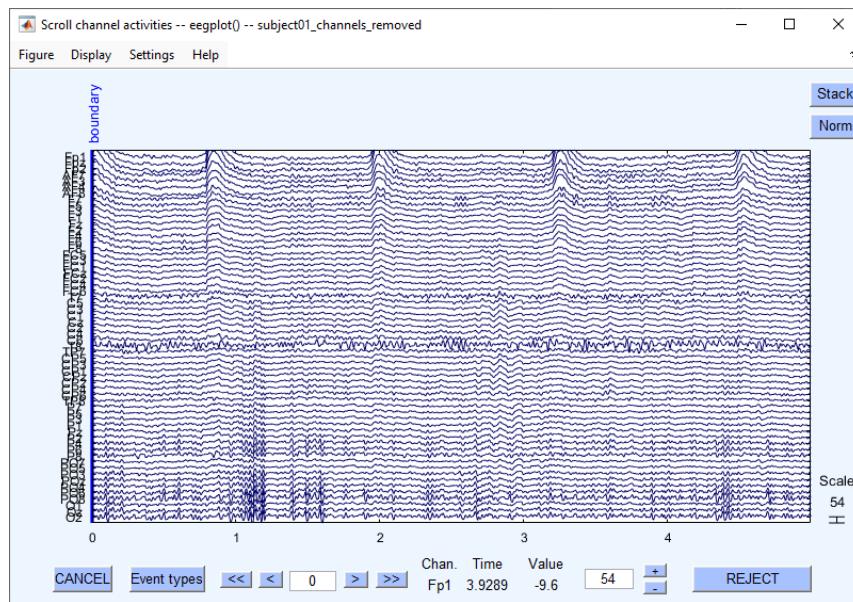


NOTA: Si dejas la casilla desmarcada lo que va a ocurrir es que se van a borrar todos los canales excepto los que has seleccionado. En este caso, se quedarán en el registro solamente los canales oculares perdiendo el resto de la señal.

Para finalizar, renombra este nuevo dataset y haz click en “Ok”.

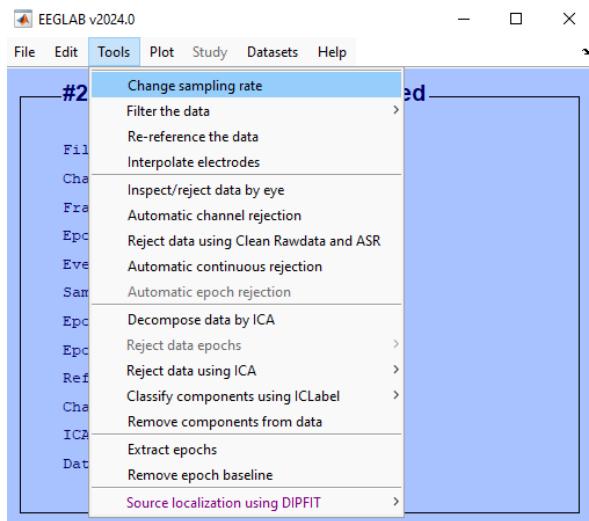


Si deseas visualizar los cambios, haz click en “Plot → Channel data (scroll)”.

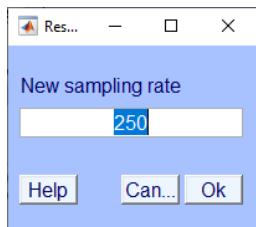


3.1.4. Re-muestrear

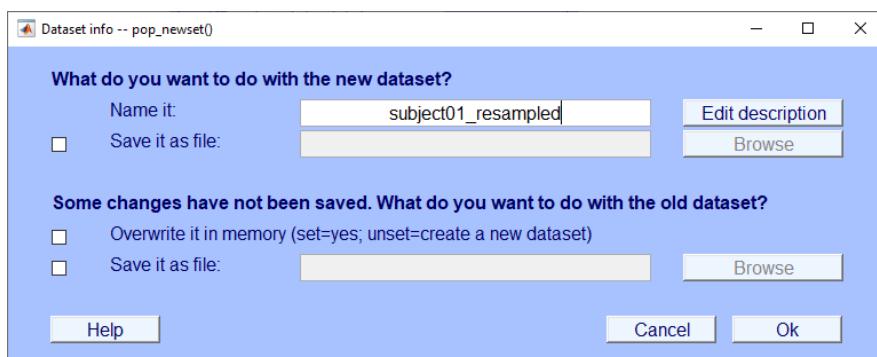
Si deseas re-muestrear tus datos, puedes hacerlo haciendo click en “Tools → Change sampling rate”.



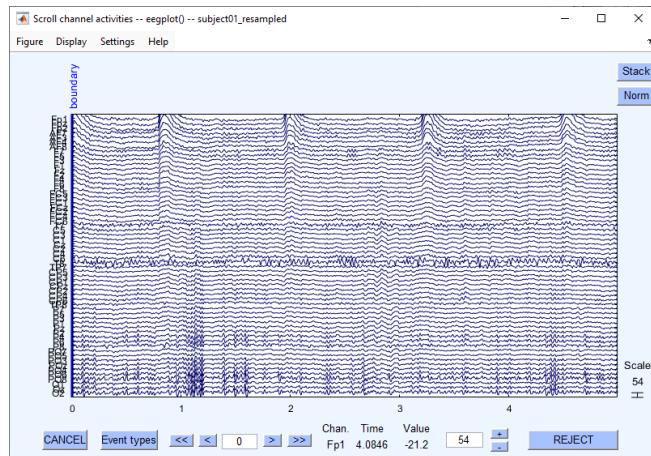
Introduce la tasa de muestreo deseada.



Nombra el dataset con la tasa de muestreo nueva.

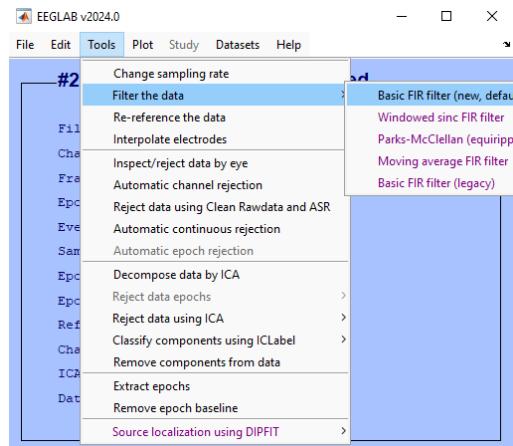


Si deseas visualizar los cambios, haz click en “Plot → Channel data (scroll)”.



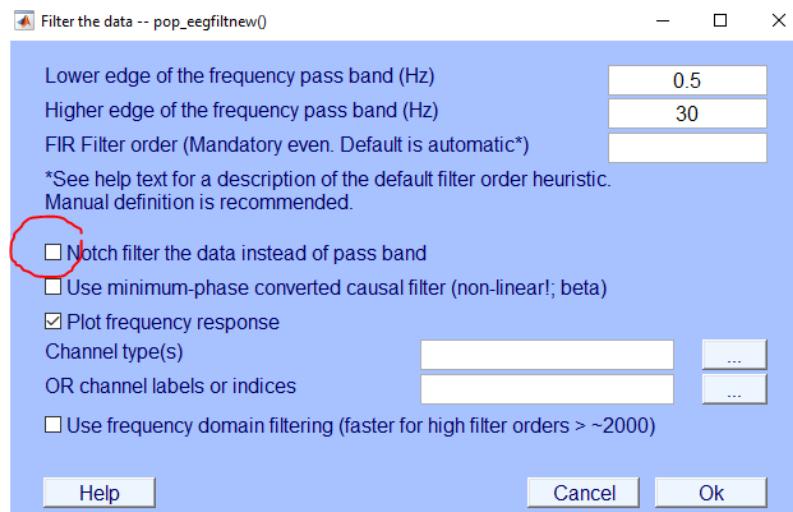
3.1.5. Aplicar filtros

Si deseas aplicar filtros haz click en “Tools → Filter the data → Basic FIR filter”.



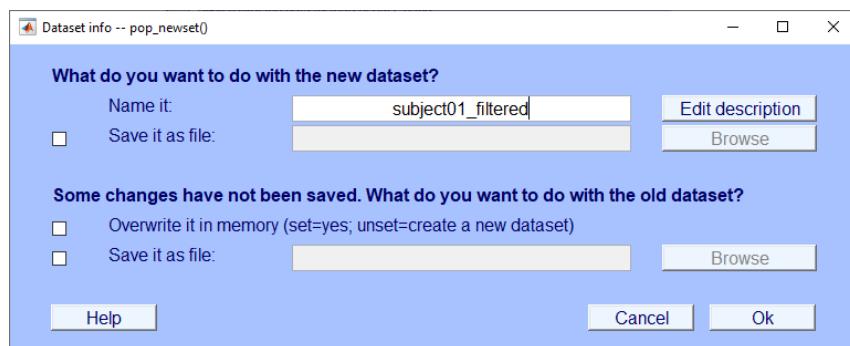
Introduce la frecuencia de corte baja y alta, o una de las dos.

Dependiendo de si quieras que el filtro sea de paso banda o Notch, deja desmarcada o marca la casilla.

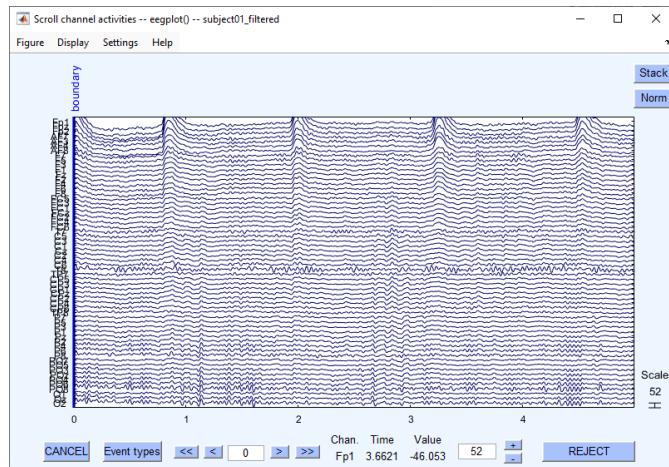


La casilla que viene marcada por defecto “**Plot frequency response**”, puedes dejarla marcada o desmarcarla. Solamente muestra en una gráfica el suavizado que queda en la señal tras aplicar el filtro.

Finalmente, nombra el nuevo dataset.

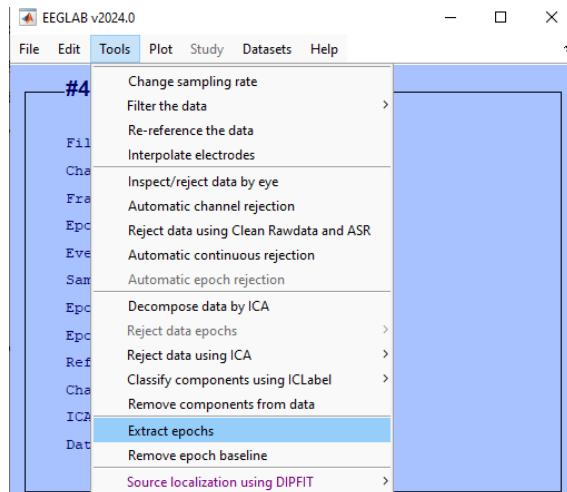


Si deseas visualizar los cambios, haz click en “Plot → Channel data (scroll)”.

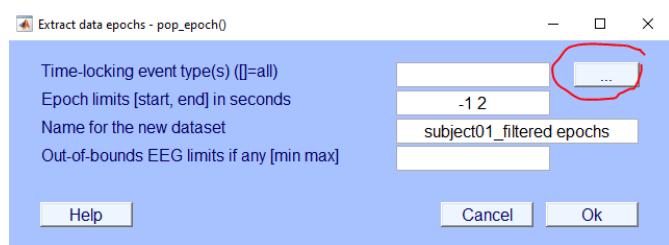


3.1.6. Trocear en épocas

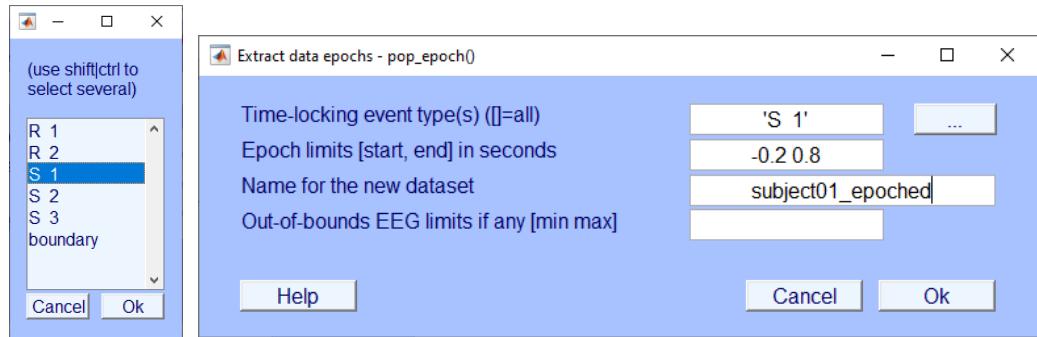
Para trocear la señal continua en épocas haz click en “Tools → Extract epochs”.



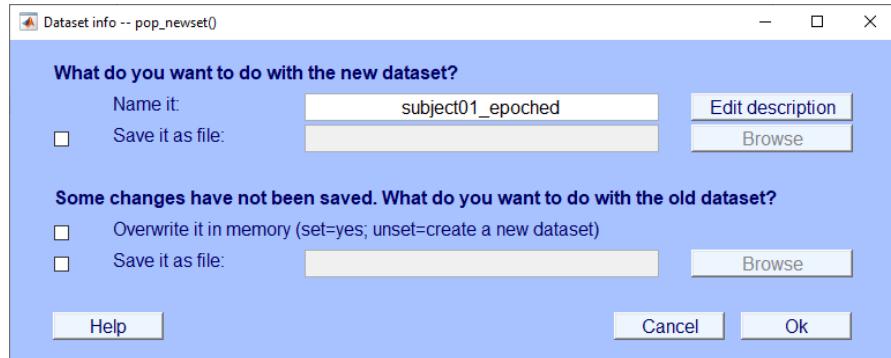
A continuación, haz click en “...”.



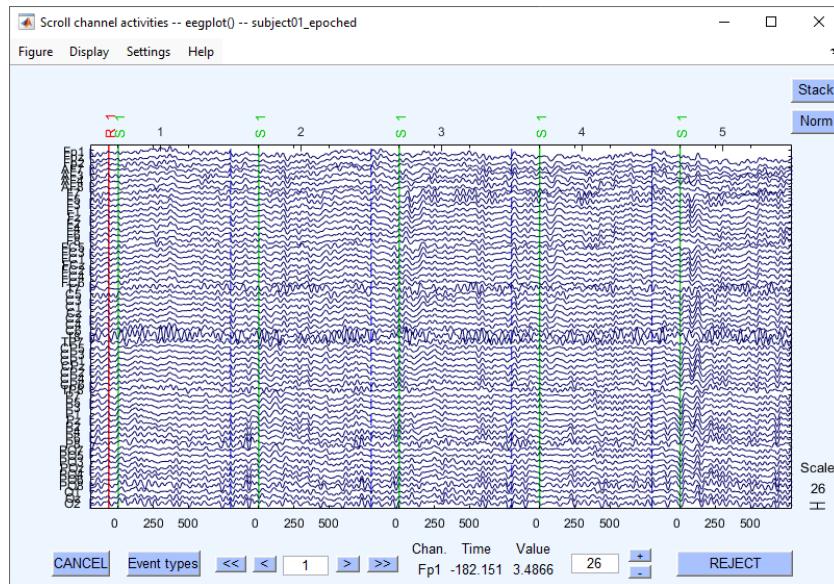
Selecciona el estímulo que usarás como referencia para cortar el continuo, elige la **ventana de tiempo** para el corte en **segundos** y nombra el nuevo dataset.



Si no elegiste el nombre anteriormente, te volverá a pedir que lo definas (si cambiaste el nombre, el escrito en la nueva ventana coincidirá).



Si deseas visualizar los cambios, haz click en “**Plot → Channel data (scroll)**”.

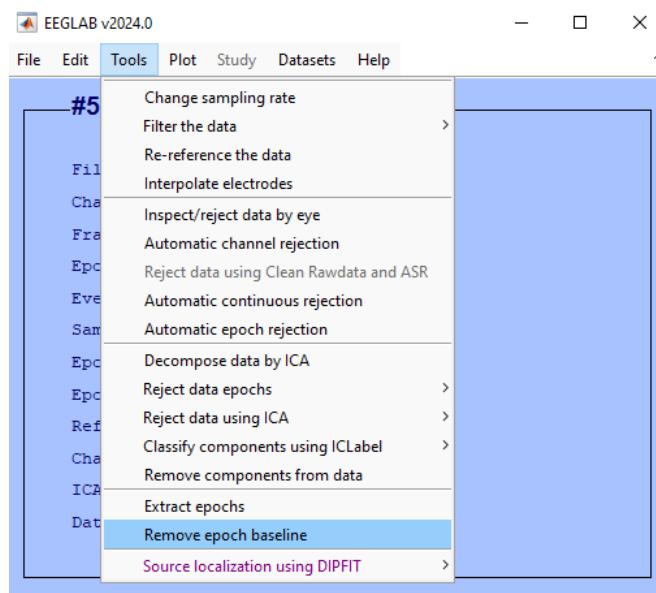


A partir de ahora, al visualizar podrás ver las épocas que has elegido y seleccionarlas para ser eliminadas, pero es recomendable rechazar todo junto en el [paso de rechazo semiautomático de artefactos](#).

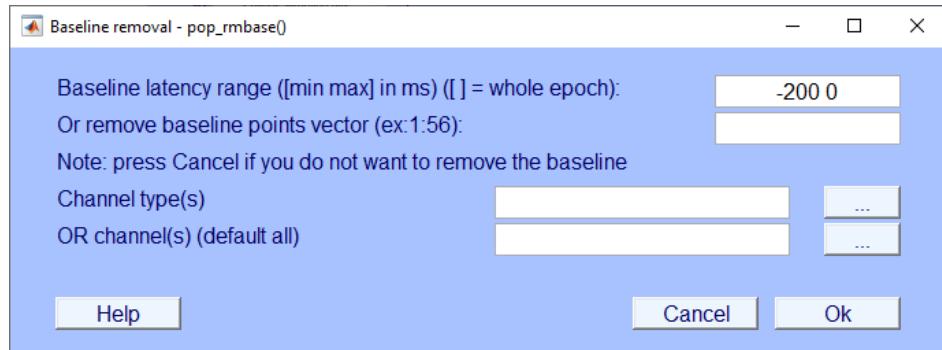
Además, tras este paso, el número situado entre las flechas horizontales de navegación representará el ensayo en el que te encuentras actualmente. En el caso de la imagen de arriba, sería el ensayo 1.

3.1.7. Corregir línea base

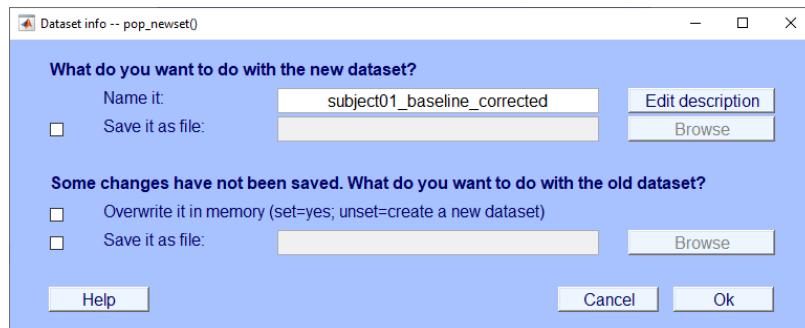
Para corregir la línea base tras haber troceado en épocas la señal, haz click en “Tools → Remove epoch baseline”.



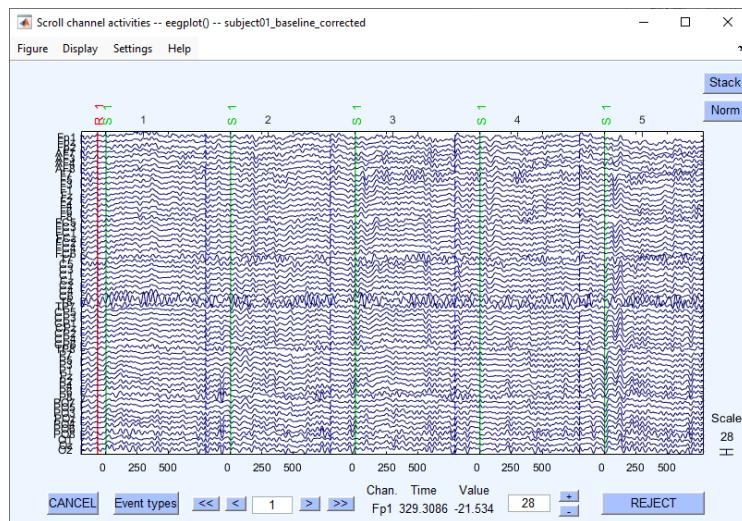
Elije la **ventana de tiempo en milisegundos** con respecto al estímulo en la que quitar la línea base.



Nombra el nuevo dataset.



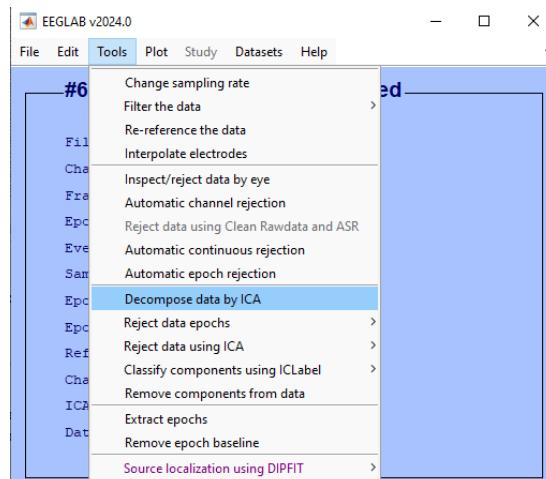
Si deseas visualizar los cambios, haz click en “Plot → Channel data (scroll)”.



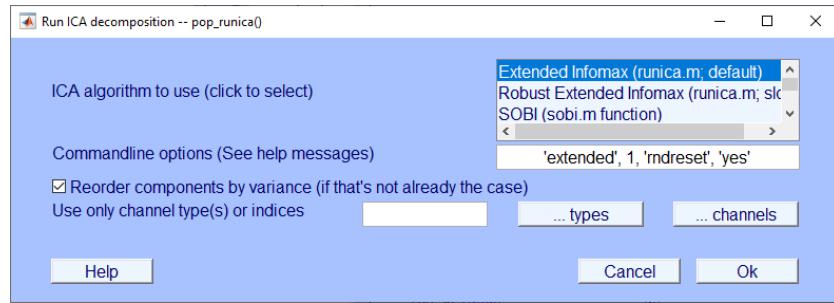
3.1.8. Análisis de componentes independientes (ICA)

3.1.8.1. Ejecutar ICA

Para ejecutar el análisis ICA, haz click en “Tools → Decompose data by ICA”.

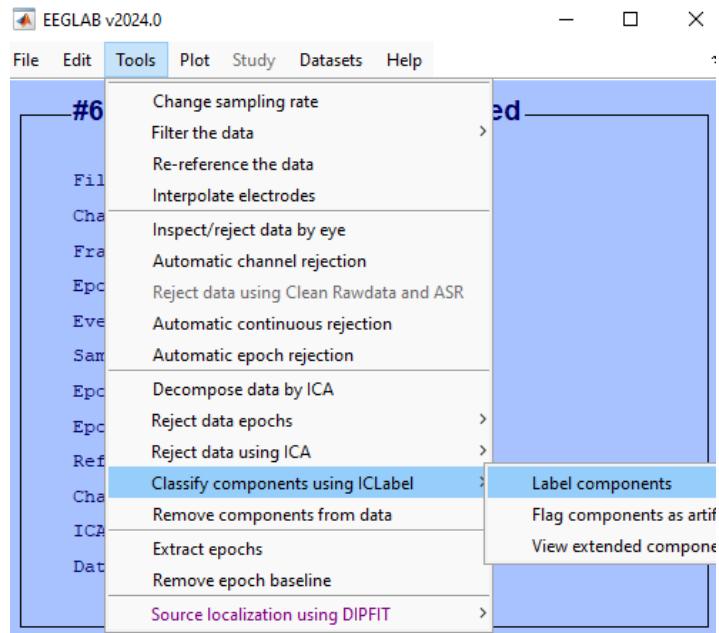


Como no hace falta seleccionar nada en particular, haz click en “Ok” y espera a que termine de ejecutarse sin interrumpirlo.



3.1.8.2. Ejecutar ICLabel

Para clasificar a los componentes usando ICLabel haz click en “Tools → Classify components using ICLabel → Label components”.

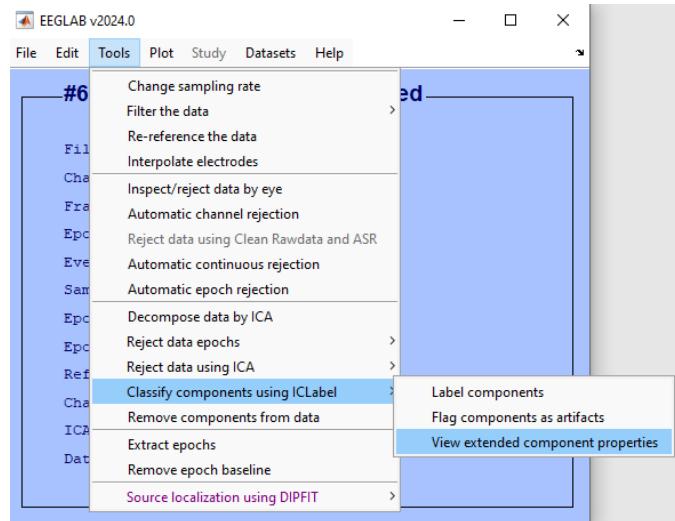


Ejecuta con las opciones predeterminadas.



3.1.8.3. Visualizar componentes independientes

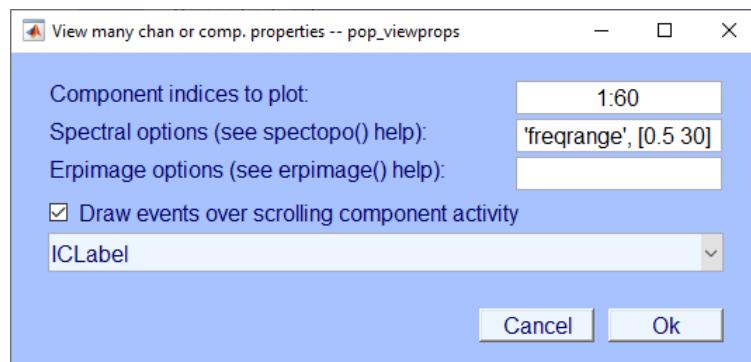
Para visualizar los componentes puedes hacerlo mediante la ventana siguiente al último paso del apartado anterior (imagen siguiente), o haz clickndo en “Tools → Classify components using ICLabel → View extended component properties”.



En la primera casilla, elige los componentes que quieres visualizar. En mi caso, del 1 al 60 (1:60). Si quisieras menos pondrías, por ejemplo, del 5 al 10, pondrías 5:10. Si es solamente uno, por ejemplo, el componente número 28, pondrías 28.

Entre los corchetes de la segunda casilla, introduce los límites de frecuencia. Como antes se filtró la señal entre 0.5 y 30 Hz, habrá que poner entre los corchetes [0.5 30] con ese mismo espacioado y un punto para representar decimal.

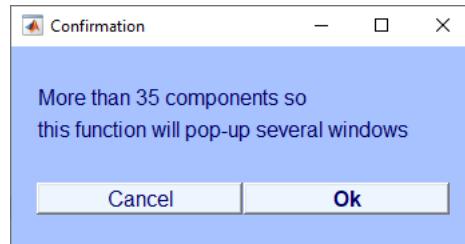
El resto se puede dejar predeterminado.



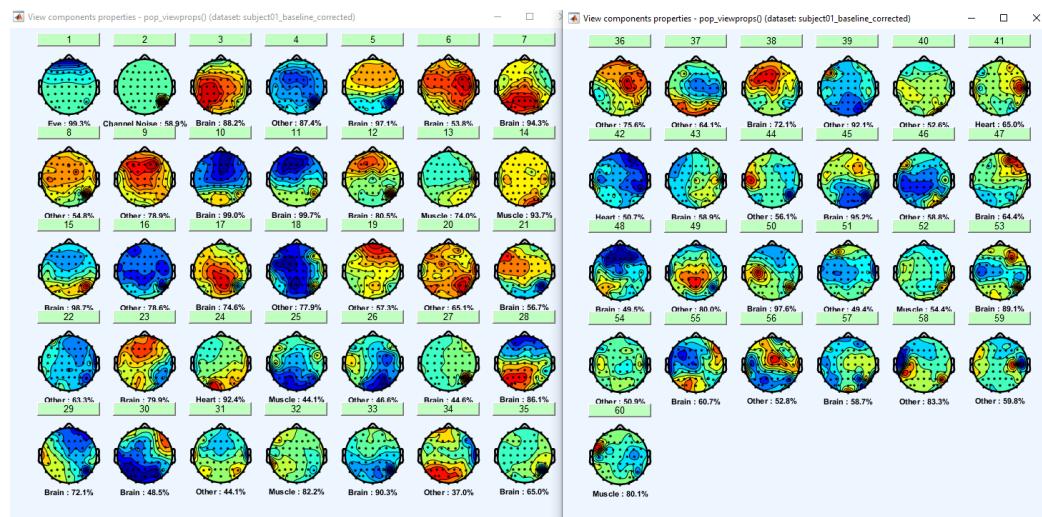
Nota: puedes dejarlo como viene predeterminado, pero no habrá información relevante fuera de los límites anteriormente filtrados.

Si elegiste más de 35 componentes, te preguntará siquieres que abra más de una ventana. Acepta.

Recomendación: hasta que no se representen por completo todos los componentes, no los abras.



Una vez se terminen de representar, debería aparecer algo así:

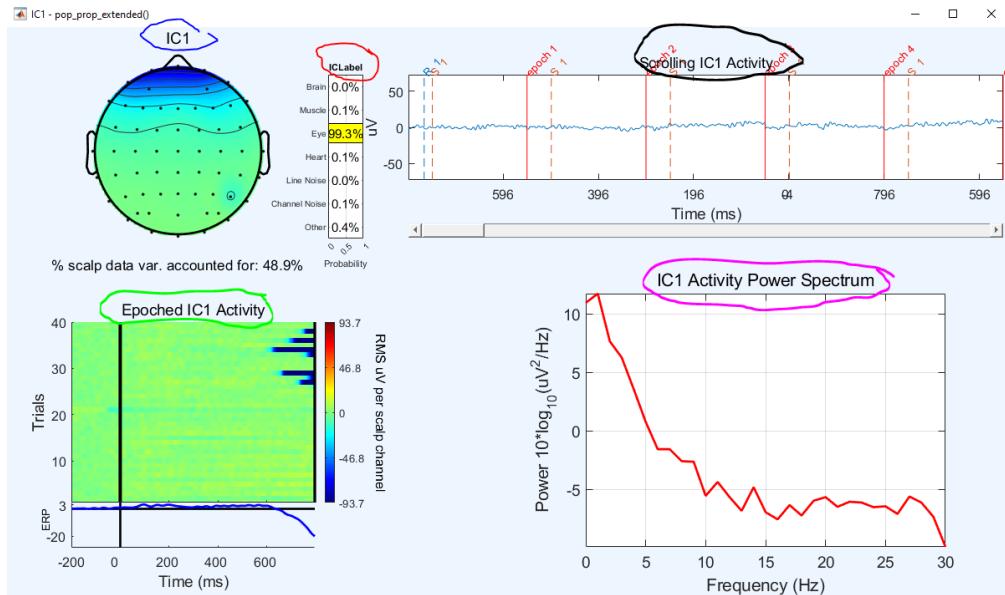


Lo que se puede observar en las figuras y cosas a tener en cuenta:

- El número es un botón que abre y representa cada topoplot (cabecita) y etiqueta que se encuentre debajo del mismo.
- Las etiquetas “brain, muscle, eye, other, etc.” son el resultado de haber ejecutado ICLabel y representan el porcentaje con el que se ha etiquetado el componente en concreto.
- Normalmente, solamente van a ser relevantes los primeros componentes. Más allá del 5 es muy raro que aparezca un componente que necesite ser quitado, por lo que es suficiente con solamente representar los primeros y ahorrar tiempo de computación.

A continuación, se visualizan los componentes 1, 2 y 8.

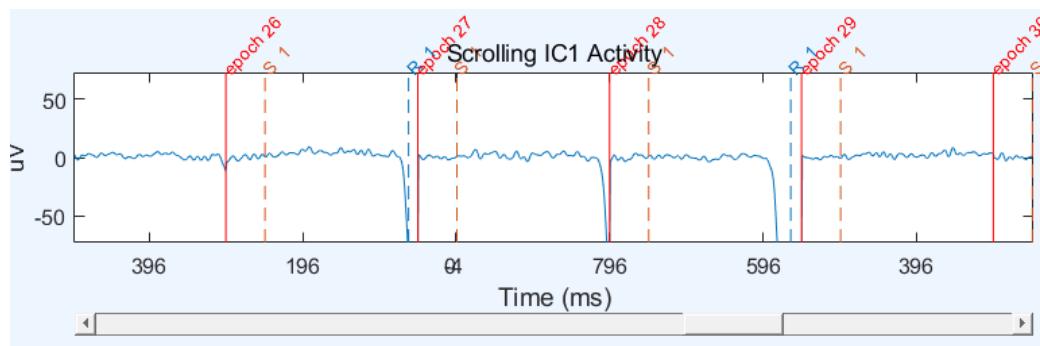
Al abrir el **componente 1** aparecerá la siguiente ventana:



Gráficas presentes en la ventana:

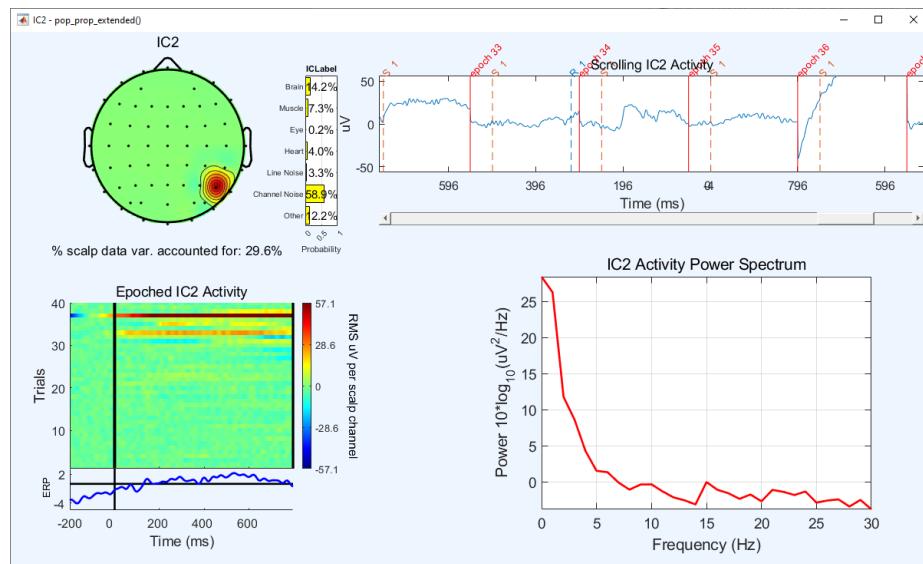
- En **azul**: aparece un topoplottet representando la distribución espacial de la actividad, con el número del componente encima y el porcentaje de la varianza explicada por ese componente debajo.
- En **rojo**: aparece el porcentaje etiquetado a través de ICLabel. La etiqueta con mayor porcentaje es la que aparece en la ventana anterior.
- En **verde**: aparece una gráfica representando la potencia del componente a lo largo de tiempo/época.
- En **rosa**: aparece una gráfica representando el espectro de frecuencia del componente.
- En **negro**: aparece una gráfica representando la potencia del componente a lo largo del tiempo.

Nota: Es especialmente útil mirar el gráfico de actividad por tiempo/época junto al de potencia en el tiempo. De este modo, se puede observar que la mayor actividad se encuentra en los últimos ensayos. Esto se puede observar también en la gráfica de potencia.



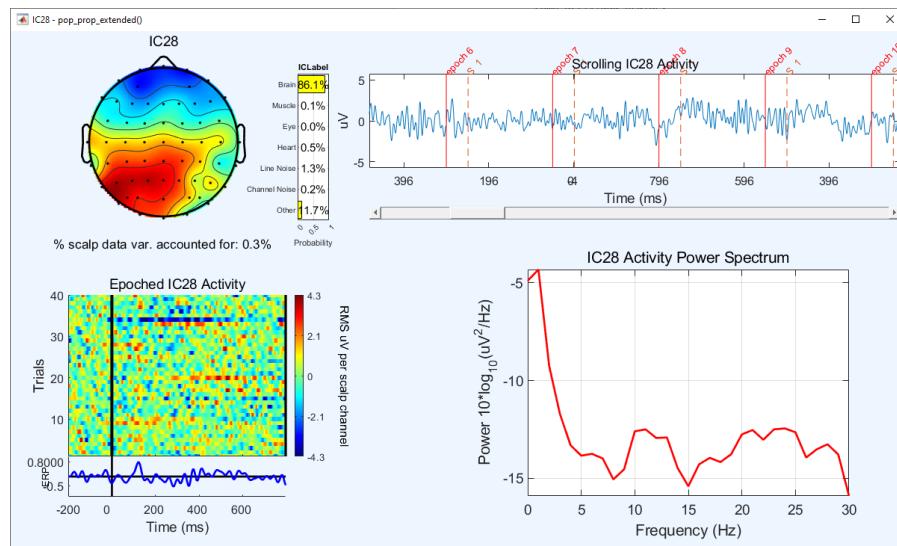
Tras observar con detalle el **componente 1** se puede confirmar como actividad ocular.

El **componente 2** se inspecciona de la misma manera.



En este caso, se trata de actividad proveniente de un canal ruidoso.

El **componente 28** se inspecciona de la misma manera.

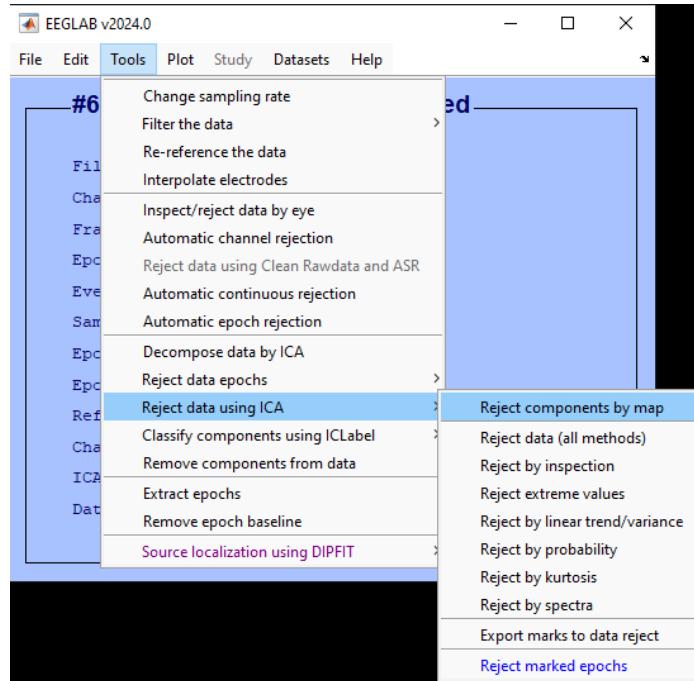


En este caso, se trata principalmente de actividad cerebral.

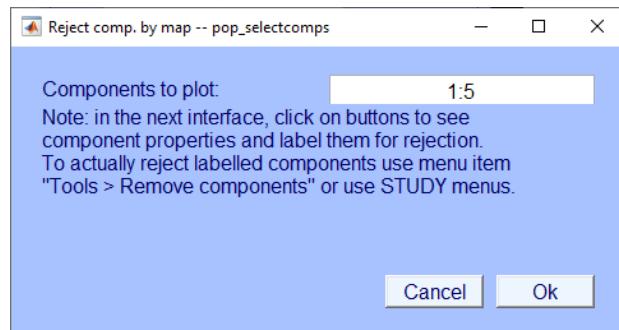
Cuando termines de inspeccionar todo lo que veas necesario, cierra las ventanas y continua con el siguiente paso.

3.1.8.4. Rechazar componentes independientes

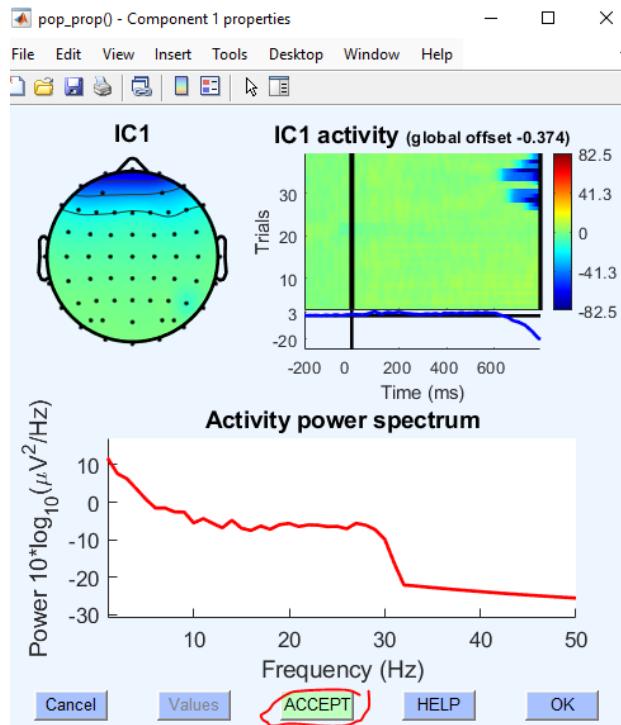
Una vez inspeccionados y localizados los componentes que deseas rechazar, haz click en “Tools → Reject data using ICA → Reject components by map”.



Elige los componentes que van a ser visualizados. En este caso, pongo menos, ya que el único componente que será quitado es el 1.



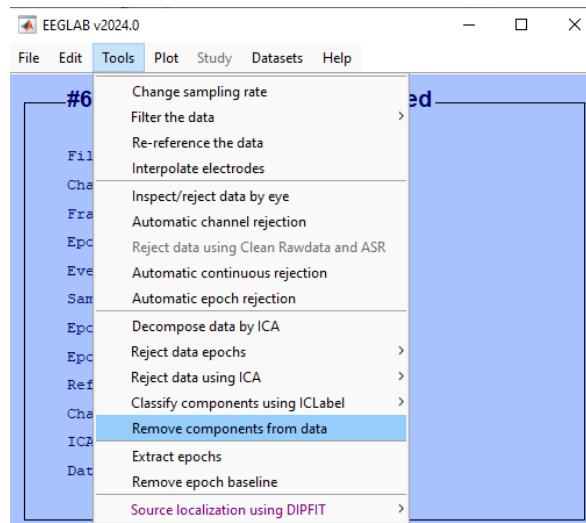
Selecciona el componente 1 y haz click en “Accept”, para que se ponga en rojo y marque como componente a rechazar, y acepta.



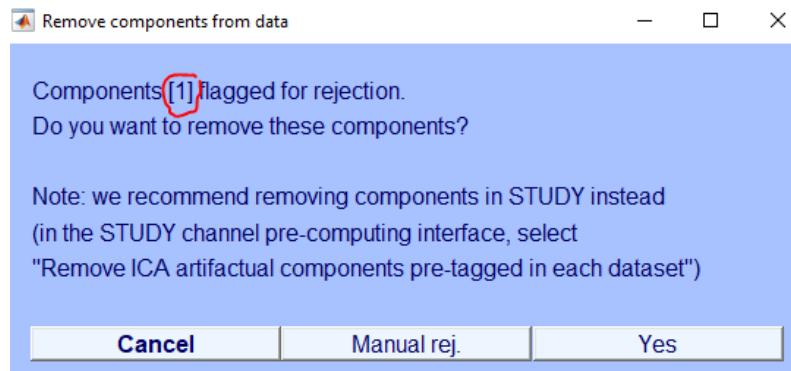
Nota: Esta vez aparecen menos gráficas, por lo que, aunque sea parecido al paso anterior, hay menor cantidad de información disponible.

Vuelve a aceptar y debería de quedar marcado como componente a rechazar.

A continuación, para quitarlo, haz click en “Tools → Remove components from data”.

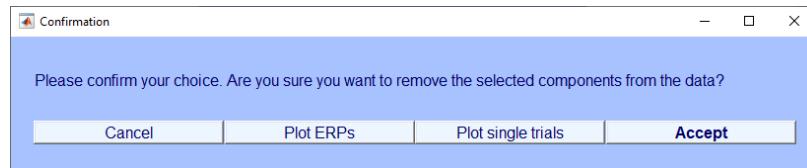


Aparecerá una ventana indicando los componentes que serán rechazados. Comprueba que son los que elegiste y acepta.

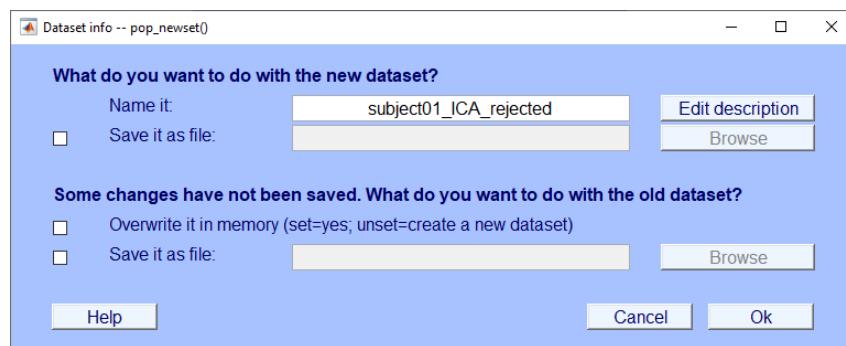


Puedes visualizar como quedará el registro tras el rechazo del componente (en rojo la señal nueva y en azul la antigua).

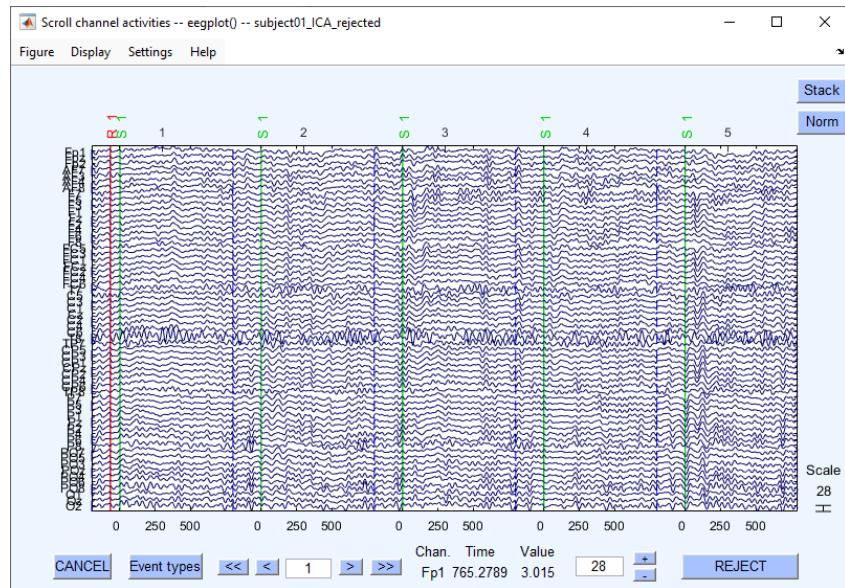
Para terminar de eliminar el componente, acepta de nuevo.



Nombra el nuevo dataset y acepta.

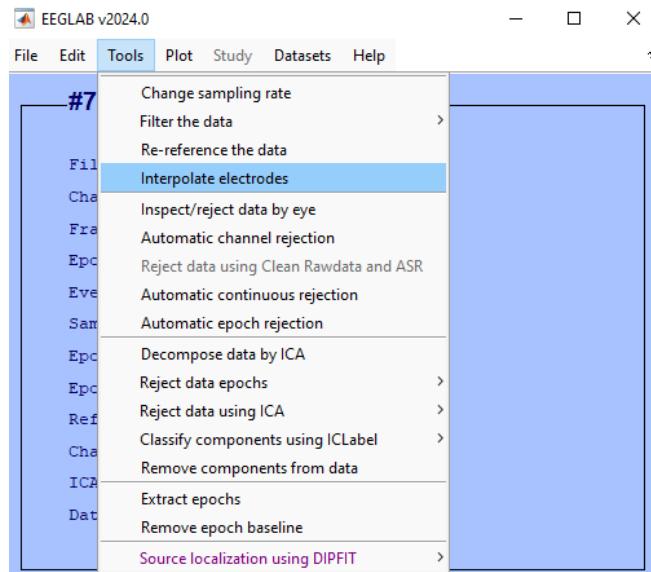


Si deseas visualizar los cambios, haz click en “Plot Channel data (scroll)”.

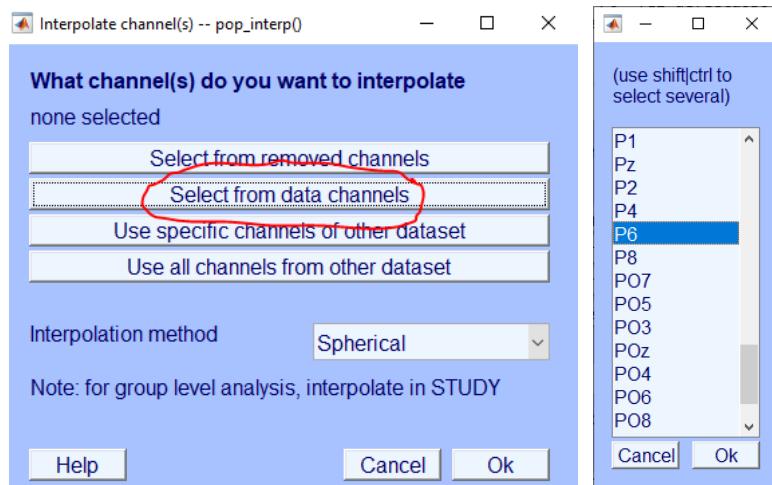


3.1.9. Interpolación de canales

Si encuentras un canal completamente defectuoso puedes interpolando haz clickndo en “Tools → Interpolate electrodes”.

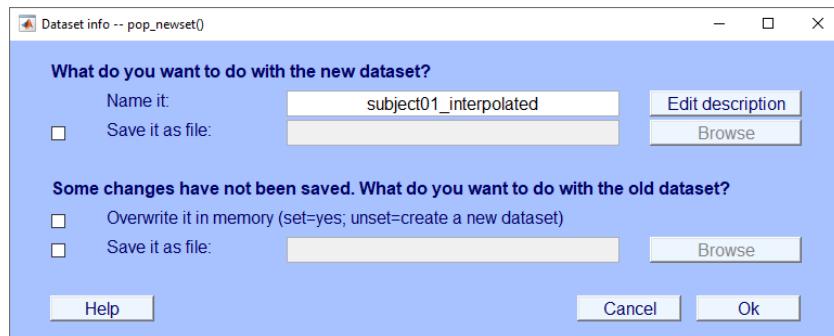


Selecciona el **canal “P6”** (el defectuoso en este caso) a partir de **canales existentes en los datos**.

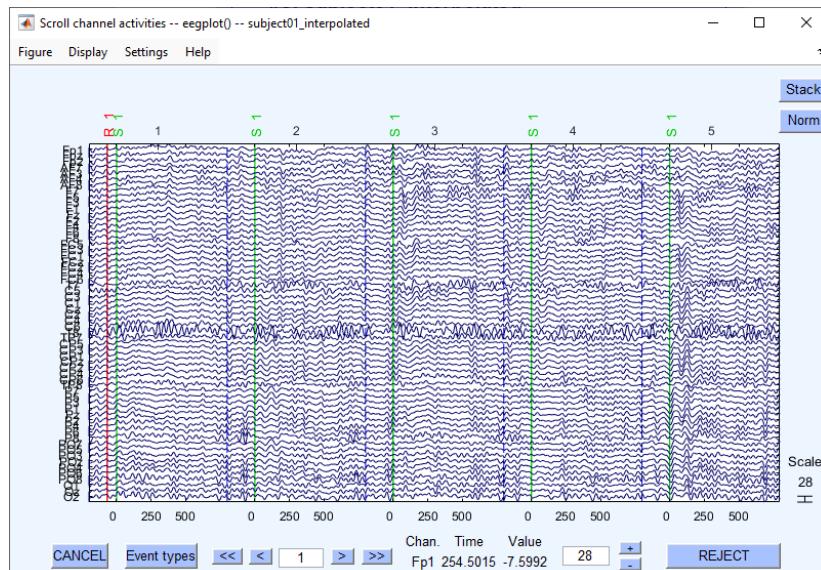


El método déjalo como viene predeterminado y acepta.

Nombra el nuevo dataset y acepta.

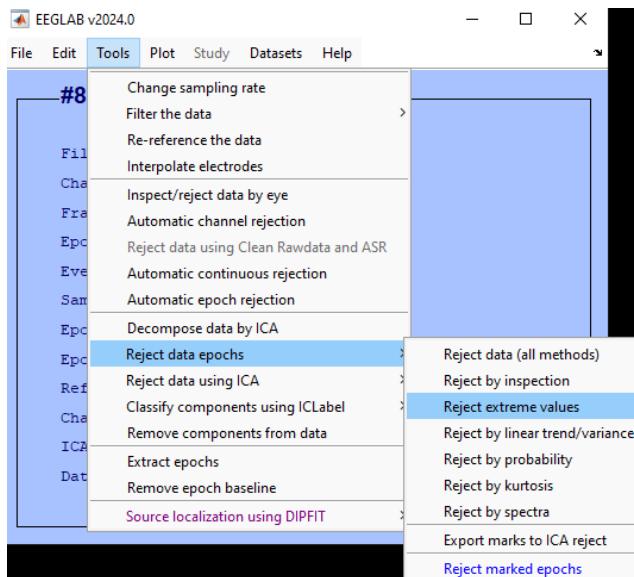


Si deseas visualizar los cambios, haz click en **“Plot → Channel data (scroll)”**.

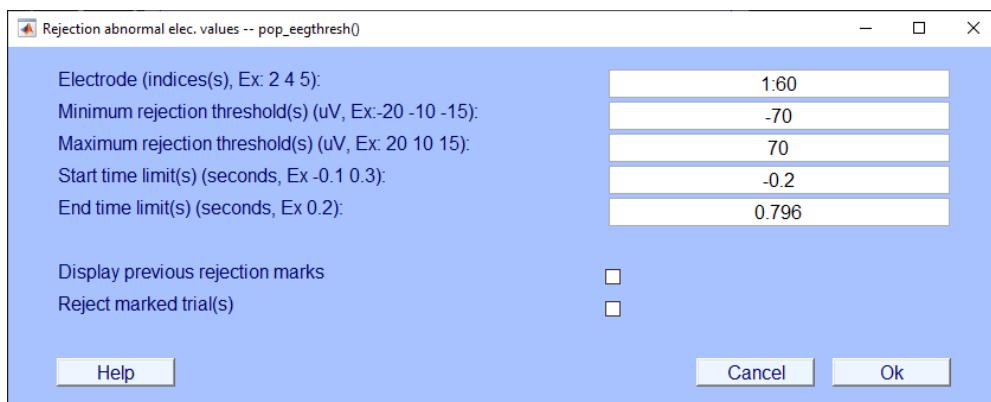


3.1.10. Rechazo de artefactos semiautomático

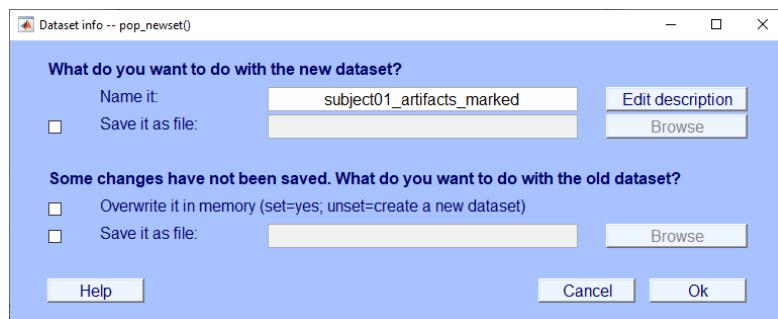
Para llevar a cabo el rechazo de artefactos semiautomático dependiendo de los valores de voltaje haz click en “Tools → Reject data epochs → Reject extreme values”.



Aparecerá una nueva ventana en la que (de arriba abajo), tienes que introducir los canales que serán inspeccionados (**todos**), el límite inferior de voltaje (**-70 µV**), el límite superior de voltaje (**70 µV**) y el comienzo y final del tiempo a inspeccionar en cada época (**épocas enteras**). Una vez introduzcas todos los valores necesarios, acepta.



Primero, nombra el nuevo dataset.

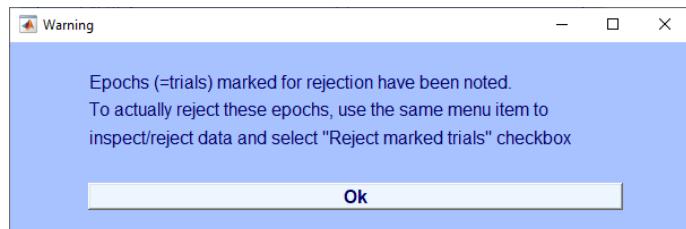


A continuación, inspecciona las épocas marcadas en la otra ventana.

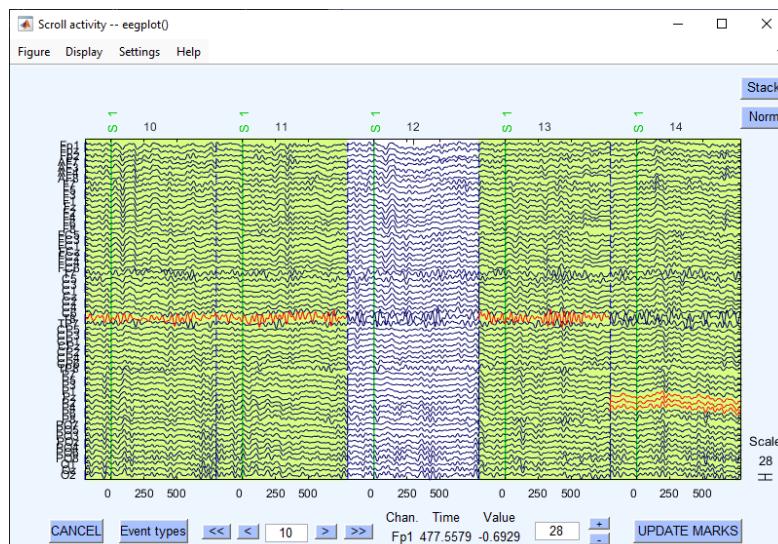
Una vez marcadas o desmarcadas todas las épocas deseadas, haz click en “**Update marks**”.

Nota: aunque no hayas hecho ningún cambio, es recomendable siempre haz clickr en ese botón.

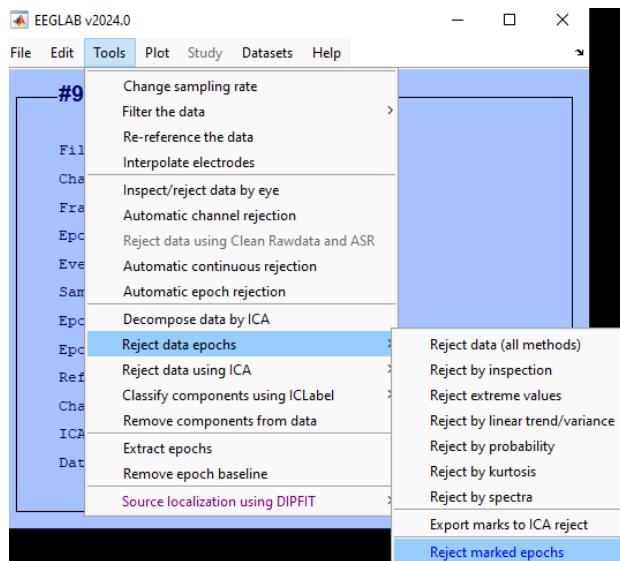
En este caso, como no hubo ninguna época fuera de los límites, no se marcó ninguna y al actualizar las marcas no saltará ninguna ventana, pero en caso de haber épocas seleccionadas para el rechazo aparecerá la siguiente.



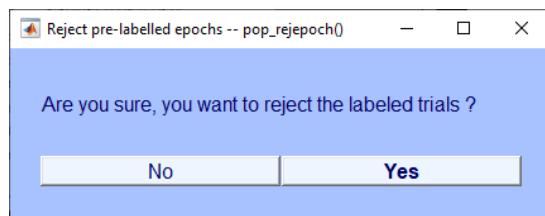
Nota: en caso de que el programa haya detectado épocas con voltajes fuera de los límites se vería de esta manera:



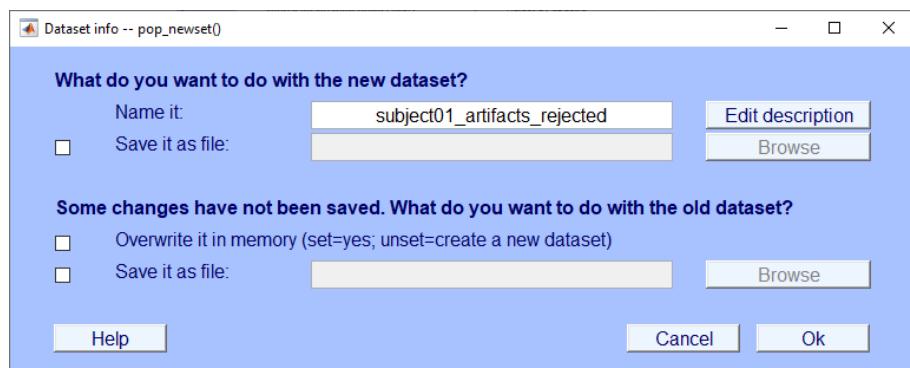
Para rechazar las épocas marcadas, haz click en “Tools → Reject data epochs → Reject marked epochs”.



Acepta.

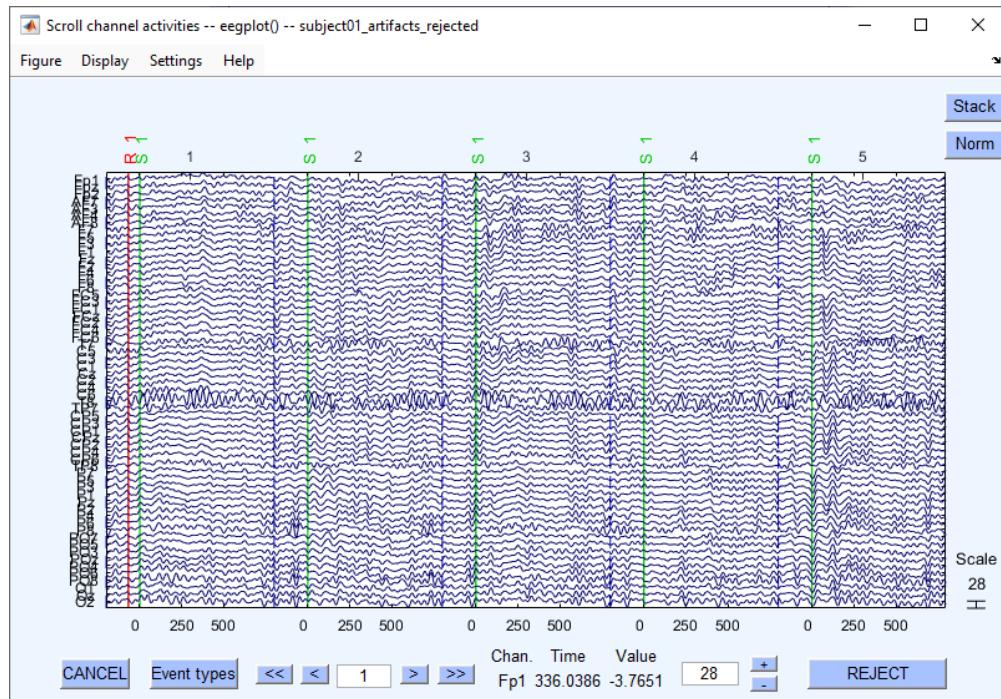


Nombra el nuevo dataset.



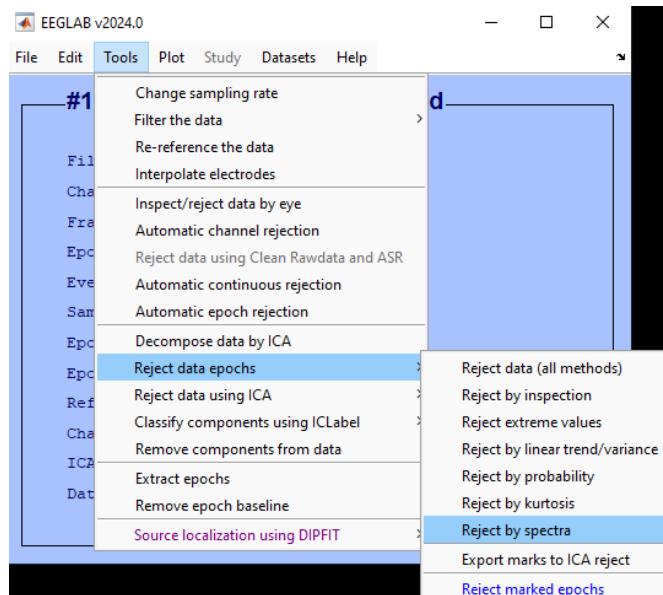
Nota: Puedes repetir este procedimiento el nuevo de veces que sea necesario.

Si deseas visualizar los cambios, haz click en “Plot → Channel data (scroll)”.



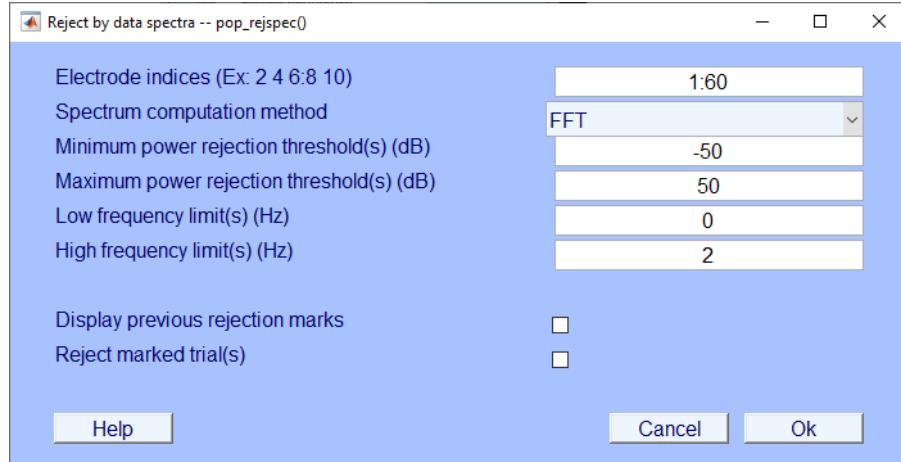
3.1.11. Rechazo de artefactos semiautomático II

Para llevar a cabo el rechazo de artefactos semiautomático dependiendo de valores anormales en el espectro de frecuencia haz click en “Tools → Reject data epochs → Reject by spectra”.

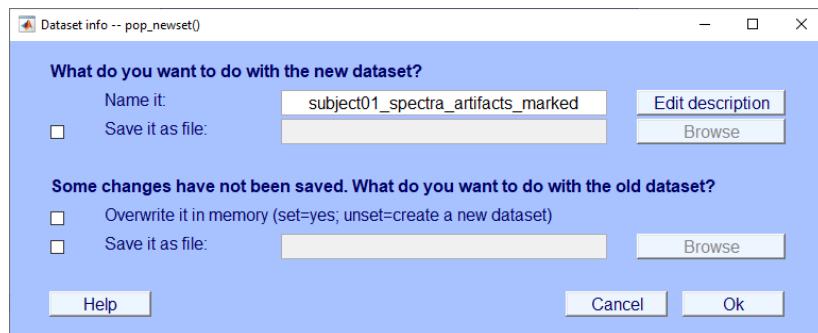


Aparecerá una nueva ventana en la que (de arriba abajo), tienes que introducir los canales que serán inspeccionados (**todos**), el método de computación para el espectro de frecuencia (**FFT**), el

límite inferior de potencia (-50 dB), el límite superior de potencia (50 dB), el rango inferior de frecuencia a inspeccionar en cada época (0 Hz) y el rango superior de frecuencia a inspeccionar en cada época (2 Hz). Una vez introduzcas todos los valores necesarios, acepta.



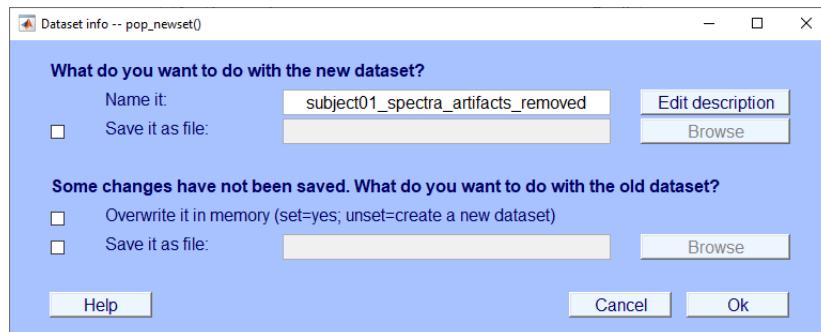
Del mismo modo que en el paso anterior, nombra el nuevo dataset.



Revisa si se han marcado o marca épocas para ser rechazadas y haz click en “Update Marks”.

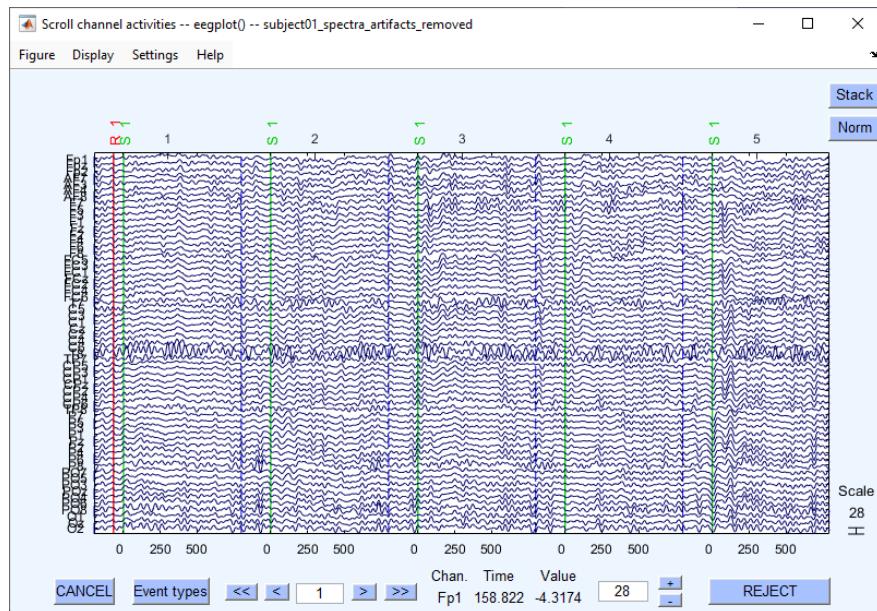
De haber épocas marcadas, como en el paso anterior, haz click en “Tools → Reject data epochs → Reject marked epochs”.

Nombra el nuevo dataset.



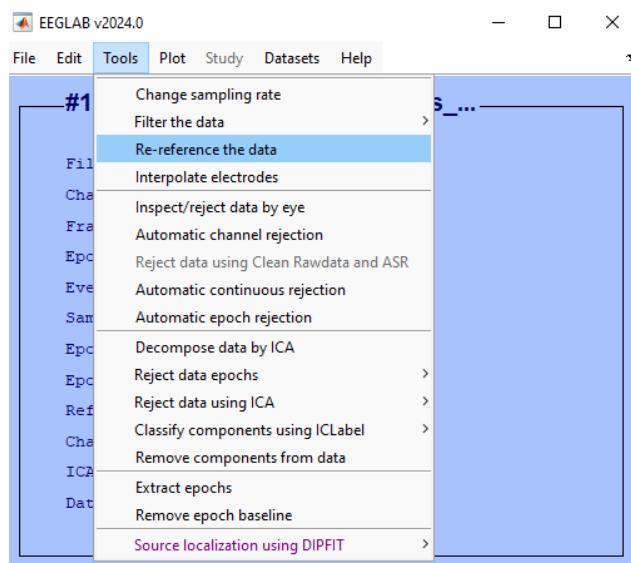
Nota: Puedes repetir este procedimiento el nuevo de veces que sea necesario.

Si deseas visualizar los cambios, haz click en “**Plot → Channel data (scroll)**”.

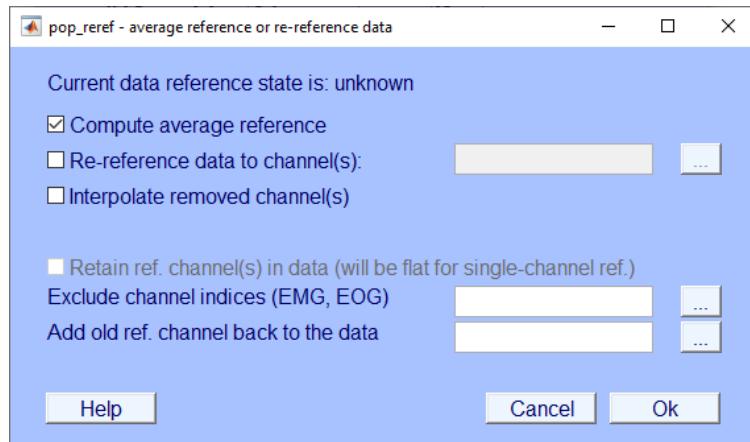


3.1.12. Re-referenciar

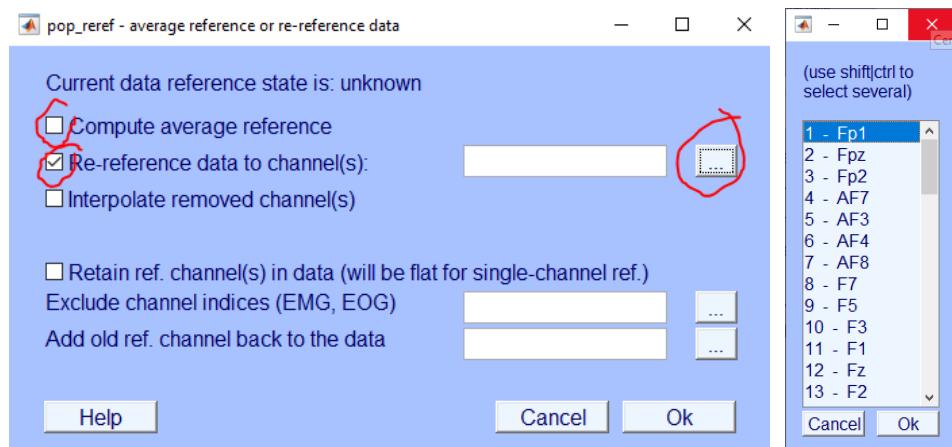
Para volver a referenciar la señal haz click en “**Tools → Re-reference the data**”.



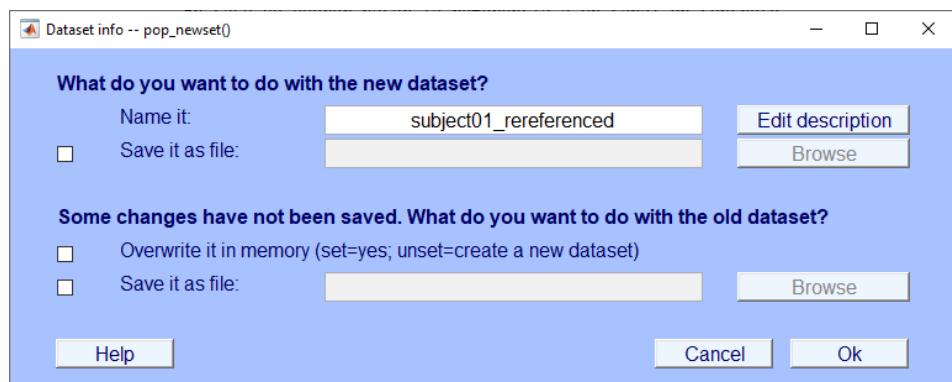
Si deseas hacer una referencia al promedio, como en este caso, acepta.



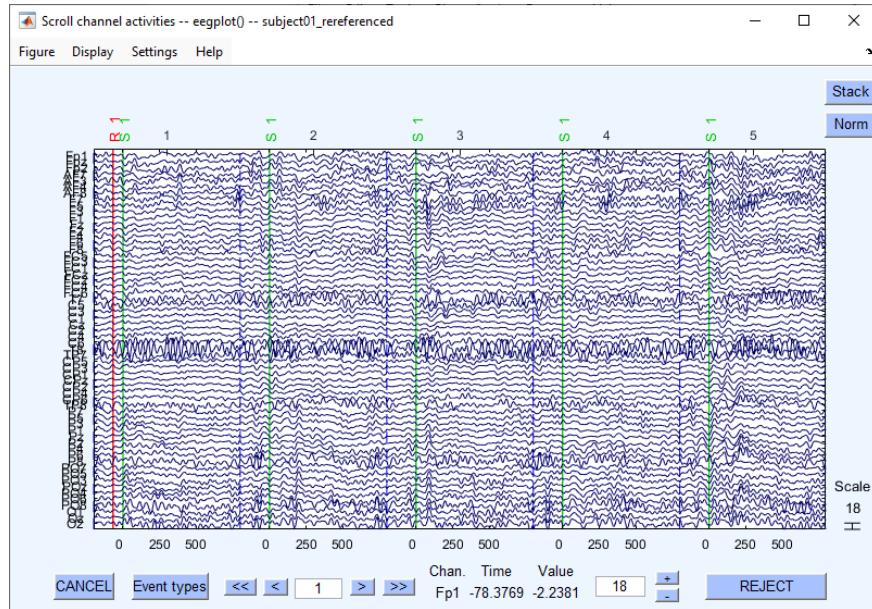
En caso de querer hacer la referencia a un canal en concreto, desmarca la casilla marcada por defecto, marca la que se encuentra debajo y selecciona un canal en “...” a la derecha.



En cualquiera de los casos, tras haz clickr en “Ok”, nombra el nuevo dataset.

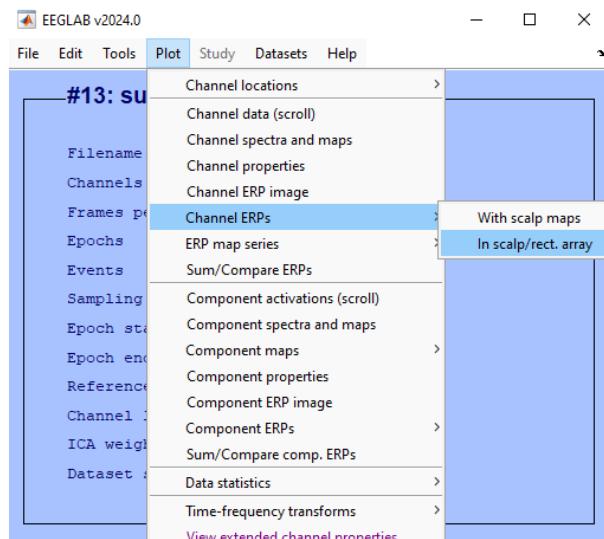


Si deseas visualizar los cambios, haz click en “Plot → Channel data (scroll)”.

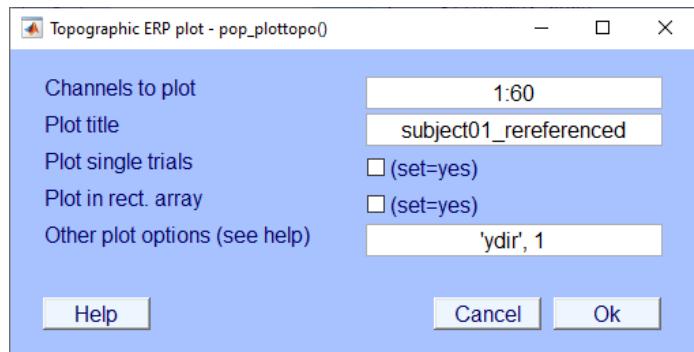


3.1.13. Visualizar potenciales

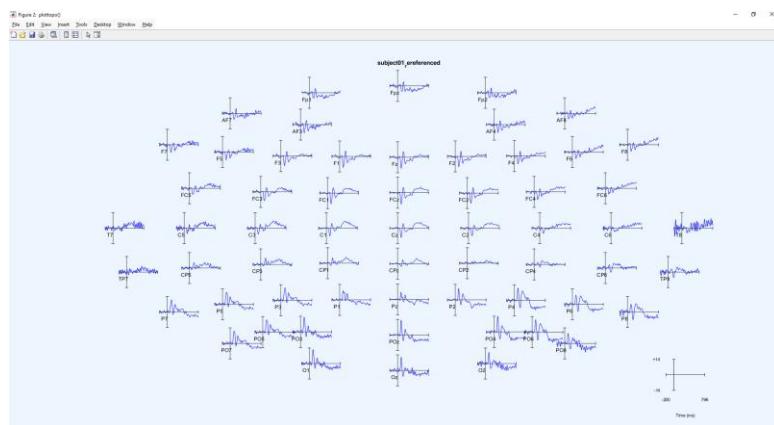
Una vez están limpios los datos, puedes visualizar los potenciales evocados del sujeto. Para ello haz click en “Plot → Channel ERPs → In scalp/rect. Array”.



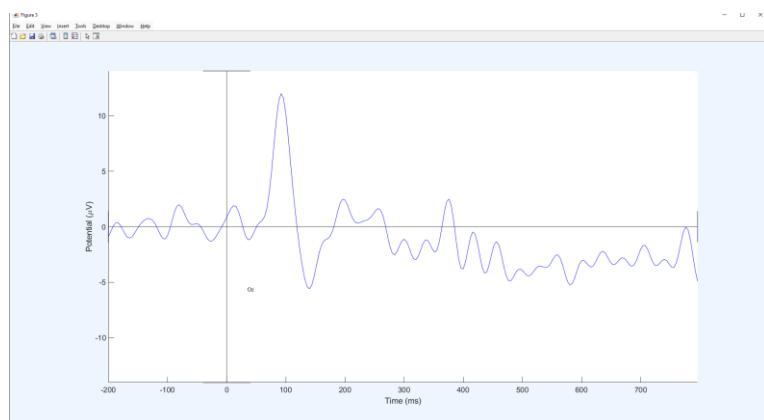
Deja los valores predeterminados y acepta.



Se abrirá una ventana con todos los canales representando potenciales.



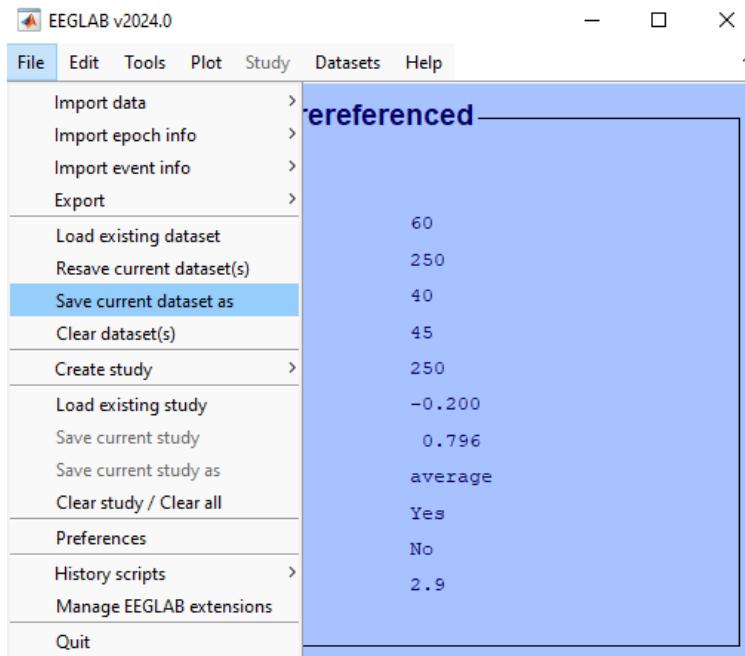
Si pulsas en cualquier canal puedes hacer el gráfico respectivo más grande.



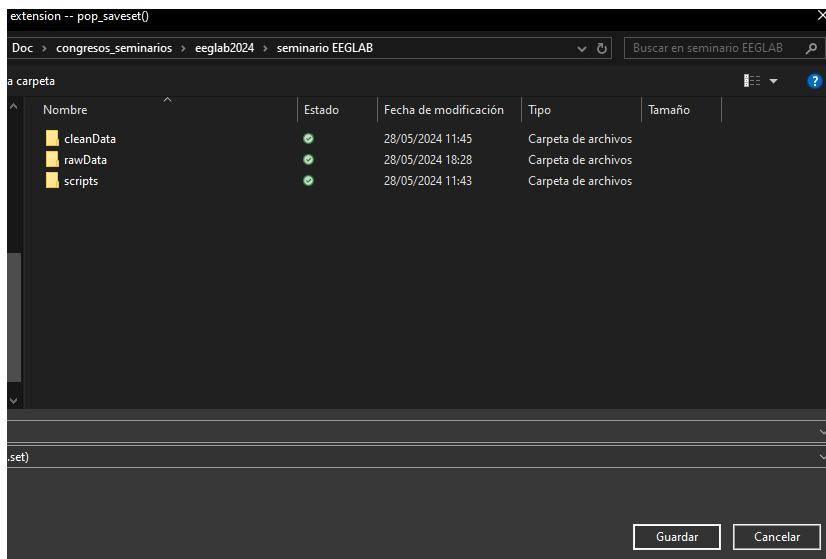
Una vez hayas inspeccionado todo lo necesario, continúa con el paso siguiente.

3.1.14. Guardar dataset

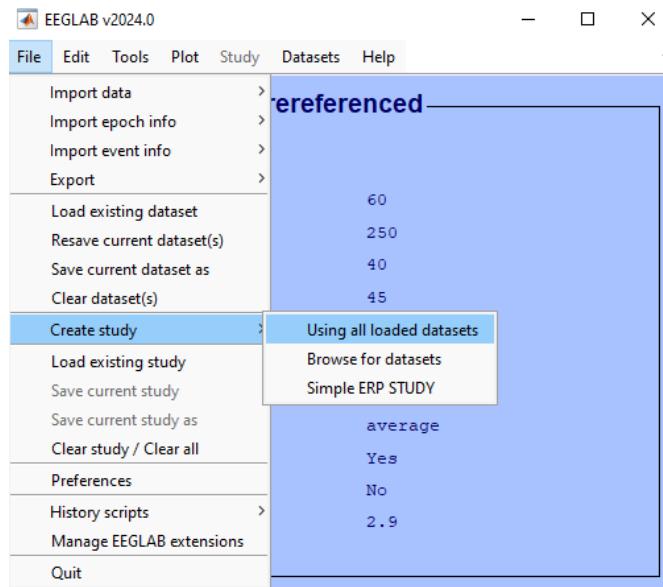
Una vez están correctamente limpiados los datos, puedes guardarlos. Para ello haz click en “File → Save current dataset as”.



Finalmente, elige la carpeta en la que guardarlo.

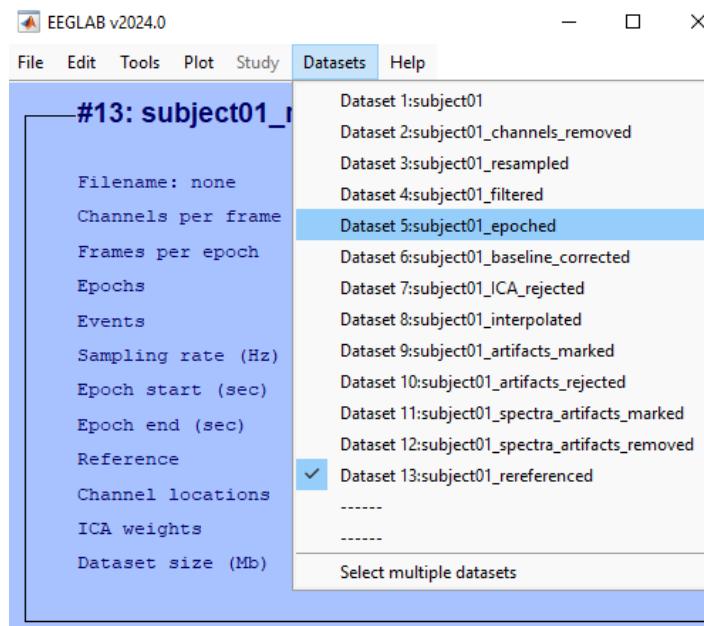


No suele ser el caso, pero si deseas guardar todos los datasets, haz click en “File → Create study → Using all loaded datasets”.



3.1.15. Cambiar de dataset

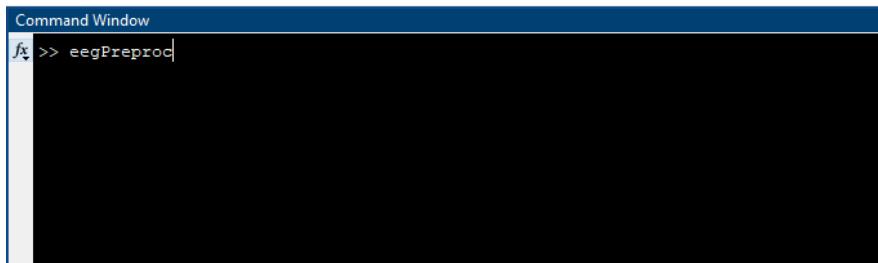
Una vez tengas varios datasets guardados, puedes moverte entre ellos con mucha facilidad en “Datasets → Selecciona el deseado”. Por lo que puedes intentar hacer muchas pruebas sin miedo a perder los datos del dataset anterior.



3.2. Procesar a través de script personalizado (Task-Related)

Si quieres ver los pasos explicados con mayor detalle, ve al [apartado anterior](#).

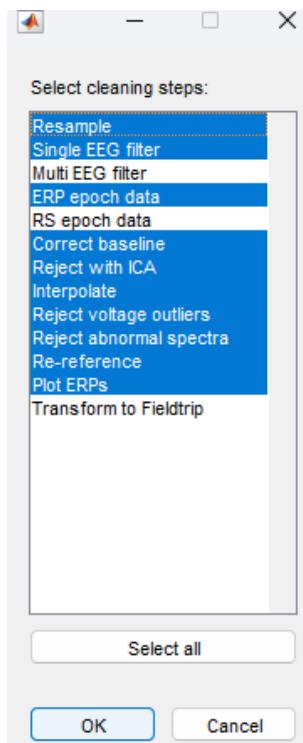
Una vez tengas puesta como carpeta actual en MATLAB la carpeta de “scripts”, escribe en la ventana de comandos “`eegPreproc`” y el script de preprocesado de señal se ejecutará.



Nota: En algunos pasos del preprocesado aparecerán ventanas preguntando si deseas volver a ejecutar ese paso o seguir. Puedes elegir libremente lo que mejor te convenga.

3.2.1. Preparar parámetros de limpieza de señal

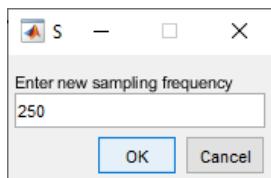
Nada más empezar a ejecutarse el script, te pedirá que elijas los pasos de preprocesado que deseas ejecutar. En este caso, se han elegido todos los relacionados con tareas (ERPs), pero puedes ejecutar los mismos o menos dependiendo de lo que necesites.



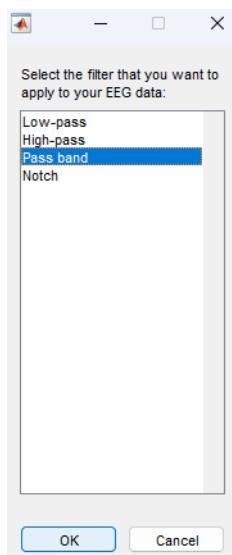
Nota: En este caso selecciono **Single EEG Filter** por comodidad, ya que con introducir los detalles del filtro al principio se usa el mismo para todos los sujetos. Sin embargo, si deseas aplicar varios filtros o un filtro diferente en cada sujeto, es recomendable utilizar **Multi EEG Filter**. Ten en cuenta que deberías seleccionar solamente una de las dos opciones.

Las siguientes ventanas pedirán que introduzcas en el mismo orden que salen en la ventana anterior los valores necesarios para que pueda ejecutarse cada paso.

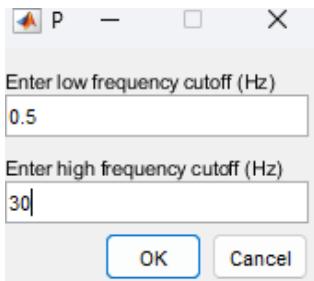
Primero, el valor para la nueva tasa de muestreo. En este caso, 250 para que sea igual que en el [apartado anterior](#).



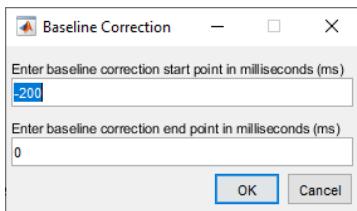
Segundo, pedirá el tipo de filtro único que aplicar. En este caso seleccionamos **Pass Band**.



A continuación, los valores para el filtro. En este caso de **0.5** a **30 Hz**.



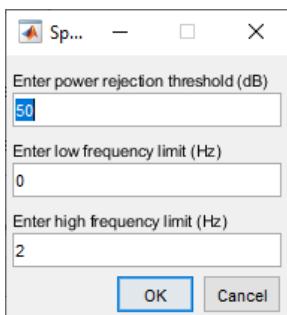
Tercero, valores necesarios para ejecutar la corrección de línea base. Introduce los valores en **milisegundos (ms)**. En este caso, de -200 a 0 ms para que sea igual a los pasos del [apartado anterior](#).



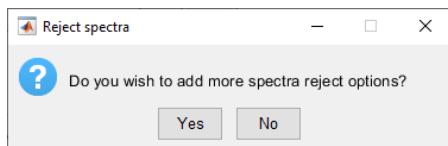
Tercero, el valor absoluto para el rechazo automático mediante valores de voltaje en **microvoltios (μ V)**. En este caso, 70 para que sea igual a los pasos del [apartado anterior](#).



Cuarto, el valor en **decibelios (dB)** junto al rango de frecuencias en **hercios (Hz)** para el rechazo mediante valores anormales en el espectro de frecuencia. En este caso, 50 dB entre 0 y 2 Hz para que sea igual a los pasos del [apartado anterior](#).



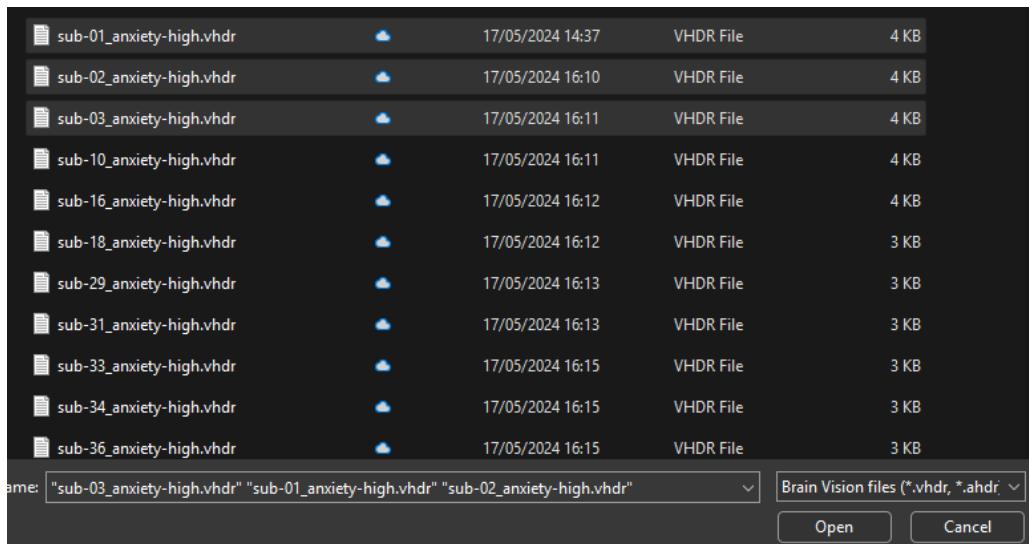
Si deseas buscar artefactos en más de un rango de frecuencias o con más de un valor añade nuevos valores tras hacer click en “Yes”. En caso contrario haz click en “No” para continuar.



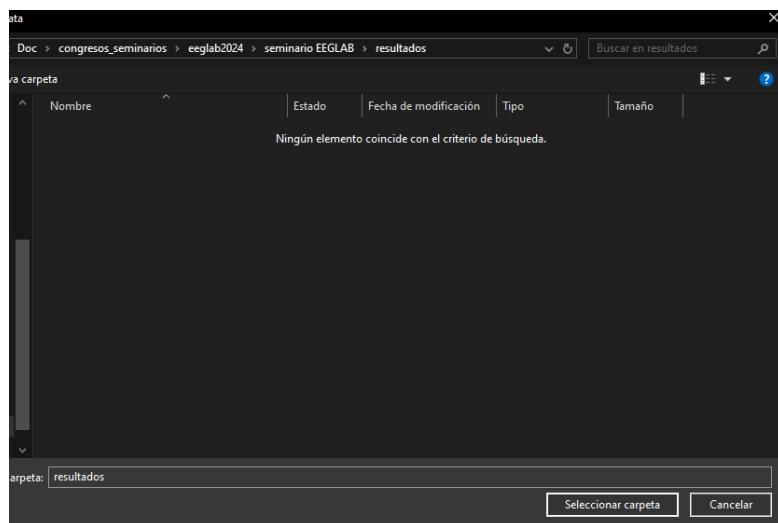
3.2.2. Preparar carpetas de carga y guardado

Nota: En caso de duda sobre las rutas que necesitan ser introducidas en las ventanas correspondientes, en la parte superior izquierda, en el título de la ventana, está indicado.

La primera ventana que aparecerá permite seleccionar los archivos en formatos: **.vhdr**, **.ahdr**, **.mat** y/o **.set**.



A continuación, la carpeta en la que se guardarán los datos procesados. En este caso, “**resultados**” dentro de “**seminario EEGLAB**”.



Selecciona el formato.

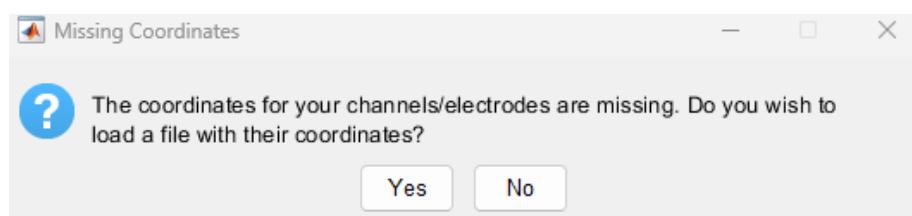
Nota: A diferencia de la interfaz que solamente guarda los archivos en formato “.set”, se pueden guardar los resultados del procesado en formato “.mat”. Este último formato es el **recomendado**, a menos de necesitarlo adicionalmente en “.set”, en cuyo caso sería recomendable guardar en ambos formatos.



3.2.3. Procesar sujetos

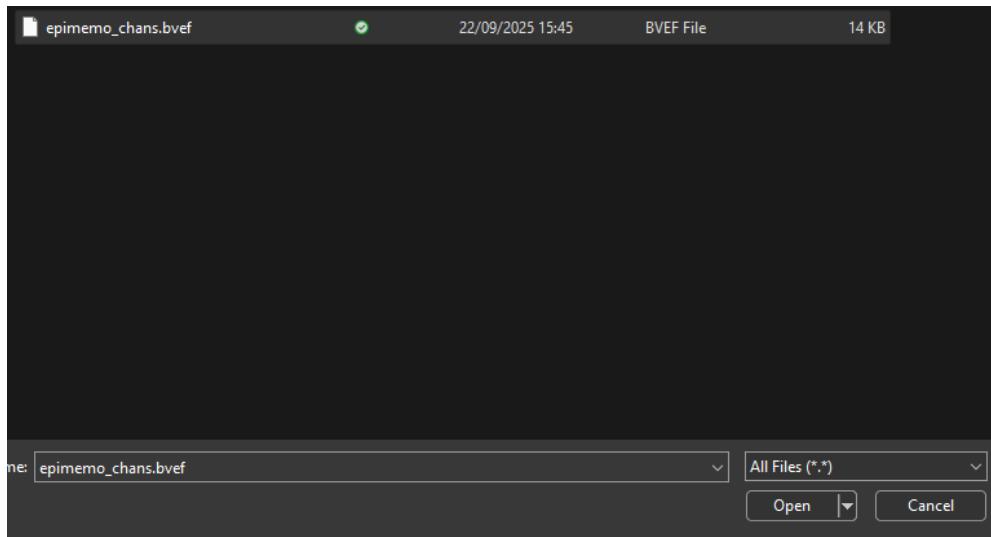
Nota: El script no seguirá ejecutándose hasta que se haya cerrado la última ventana en aparecer. En otras palabras, si solamente hay una ventana, hasta que esa no se cierre, no seguirá. En caso de haber más de una ventana, la última que haya aparecido es la que, al ser cerrada, cerrará todas las anteriores y se seguirá ejecutando el script.

Antes de empezar con el procesado, si el programa detecta que faltan las coordenadas de los electrodos, saltará la siguiente pantalla:

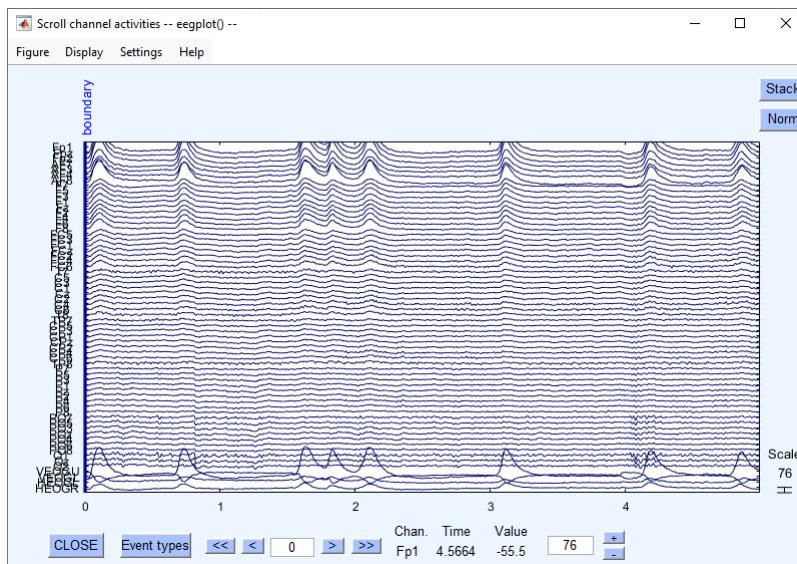


Nota: Esta ventana aparecerá solamente para el primer sujeto y se guardará la configuración y repetirá para todos los siguientes.

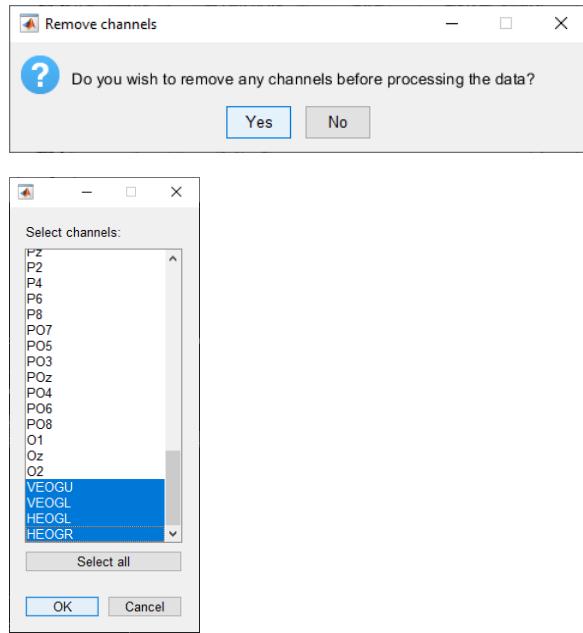
Para cargarlos, al aceptar, se pueden usar diferentes tipos de archivos. Entre ellos **.bvef** (exportado de Brain Analyzer), **.vhdr** que incluya coordenadas, o cualquiera de los archivos “**layout**” de EEGLAB o Fieldtrip.



La primera ventana que se abrirá representa la señal en bruto del sujeto.



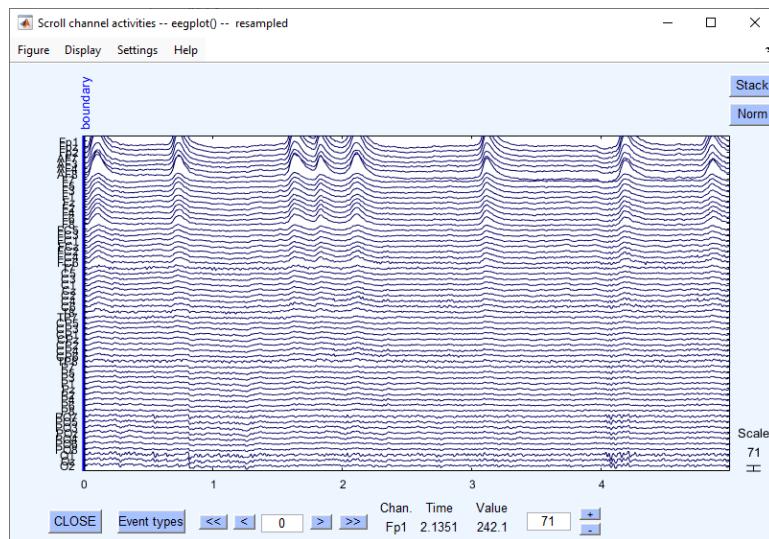
A continuación, te preguntará si deseas quitar canales antes de seguir con el procesado. Acepta y selecciona los canales oculares.



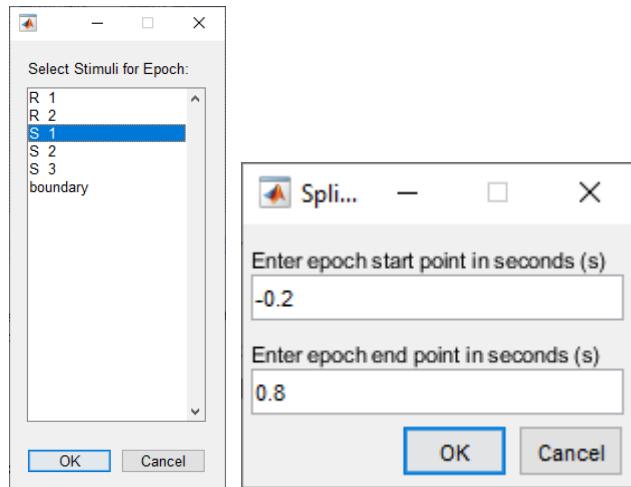
Nota: Esta ventana aparecerá solamente para el primer sujeto y se guardará la configuración y repetirá para todos los siguientes.

Tras seleccionarlos, se eliminarán y seguidamente se llevarán a cabo automáticamente el remuestreo y filtro único. En caso de haber seleccionado filtro múltiple, aparecerá una ventana como en el [apartado anterior](#).

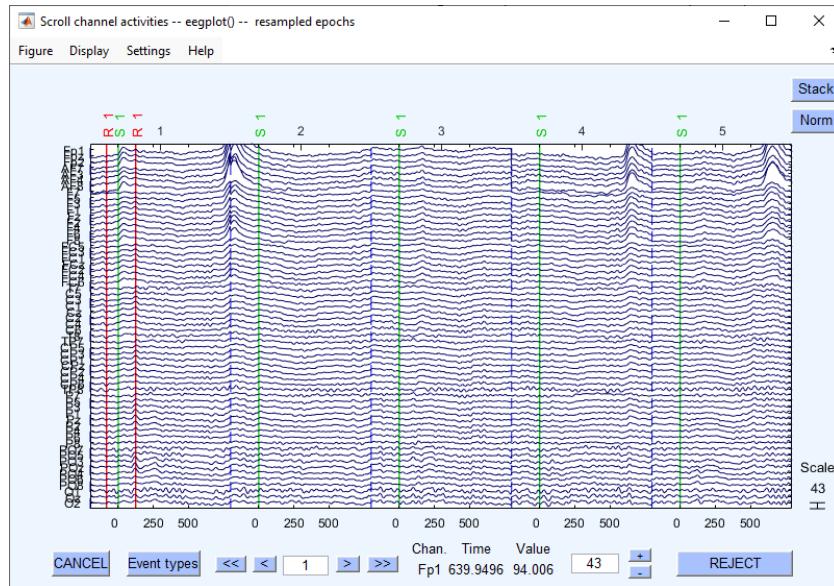
A continuación, aparecerá una ventana representando la señal tras los cambios.



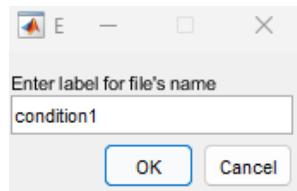
El siguiente paso será trocear en épocas (también se elegirá solamente para el primer sujeto).



Tras el troceado, aparecerá una ventana representando la señal tras los cambios.

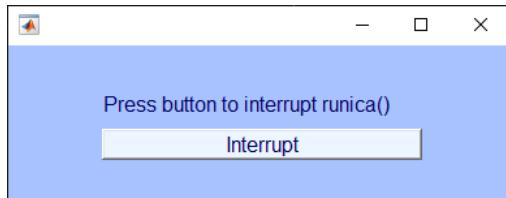


Tras el troceado, el programa pedirá una etiqueta para todos los datos limpios que serán guardados. Esta etiqueta se añade al nombre original. Por lo que, si el nombre del archivo era **S01**, ahora será **S01_condition1**.



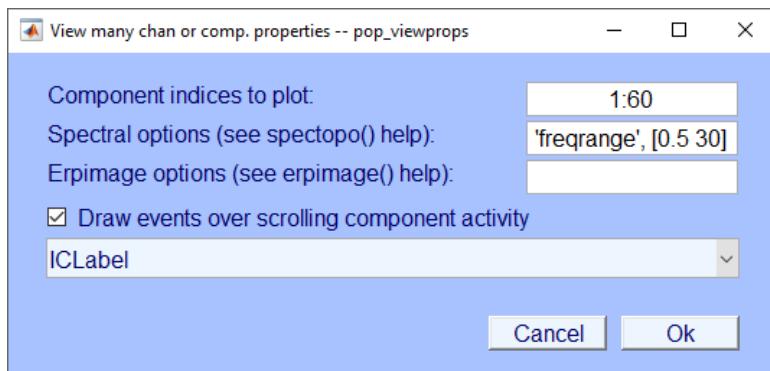
Una vez, seleccionada la etiqueta, se llevará a cabo de manera automática la **corrección de línea base**.

A continuación, se ejecutará de manera automática el análisis de componentes independientes (ICA). Este paso no es interrumpible.

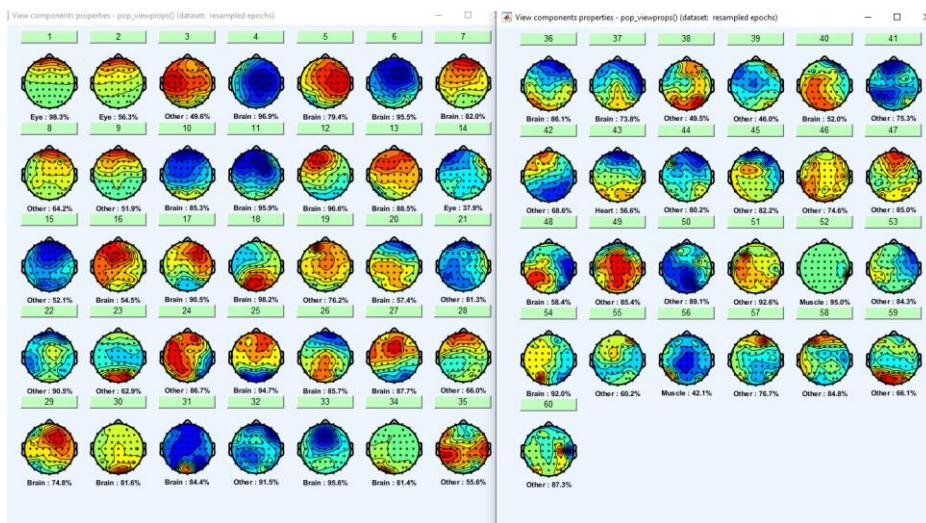


Ahora selecciona los componentes que deseas inspeccionar en detalle especificando las frecuencias límite de acuerdo al filtro aplicado anteriormente.

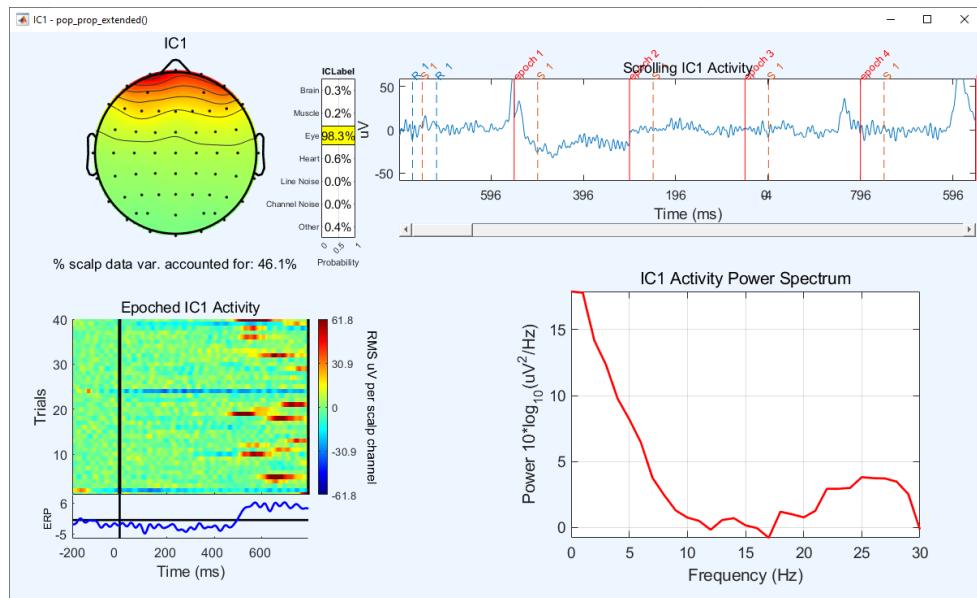
Nota: para una explicación en mayor detalle, visita el [apartado anterior](#).



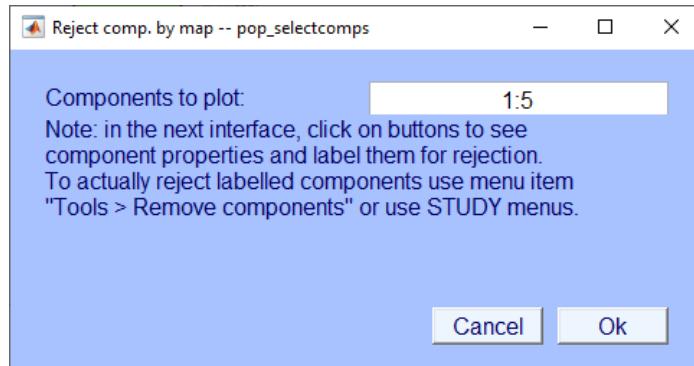
Visualiza e inspecciona todos los componentes que veas necesario.



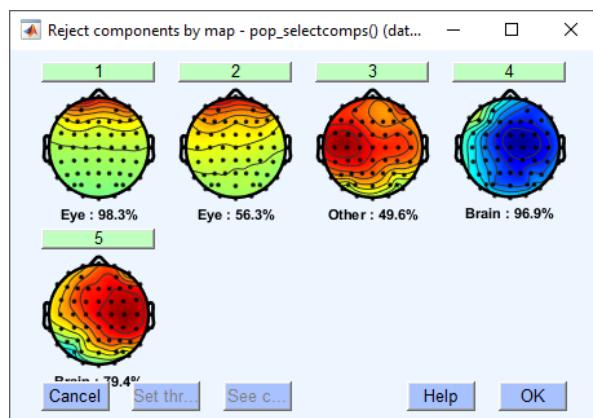
Por ejemplo, para el componente 1:



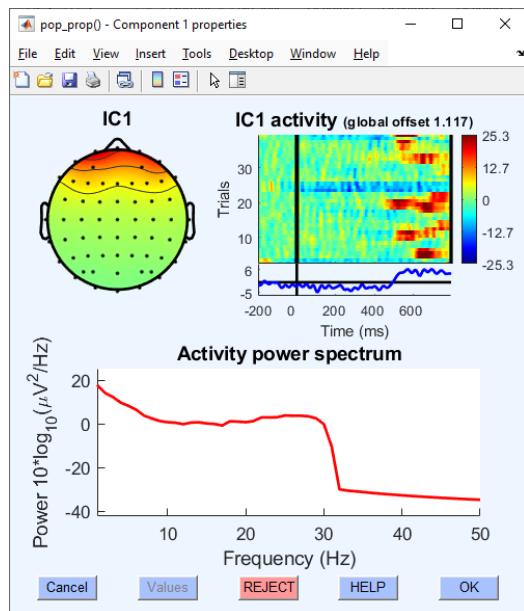
Una vez termines de inspeccionar, cierra las ventanas y aparecerá una nueva pidiendo cuántos componentes quieres visualizar.



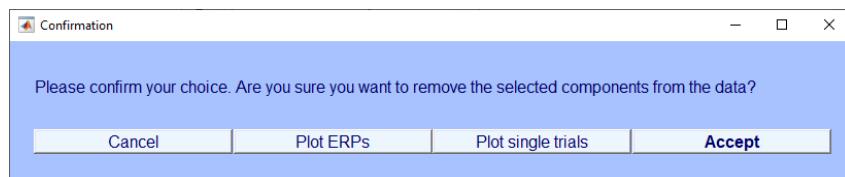
A continuación, aparecerá la figura con los componentes.



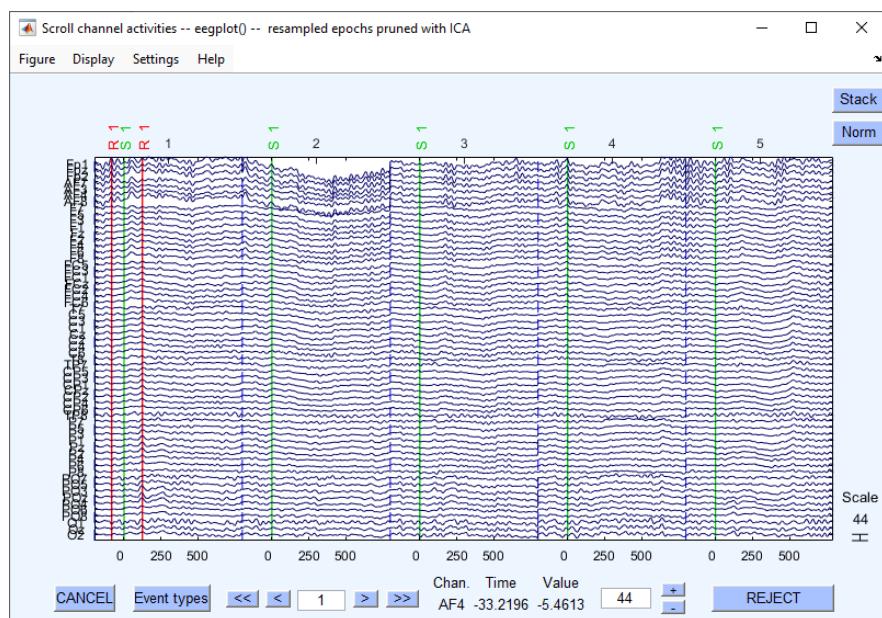
En este caso, marca solamente el primero para ser rechazado haz click en “Ok” en la figura anterior.



Acepta y se quitarán automáticamente los componentes marcados.

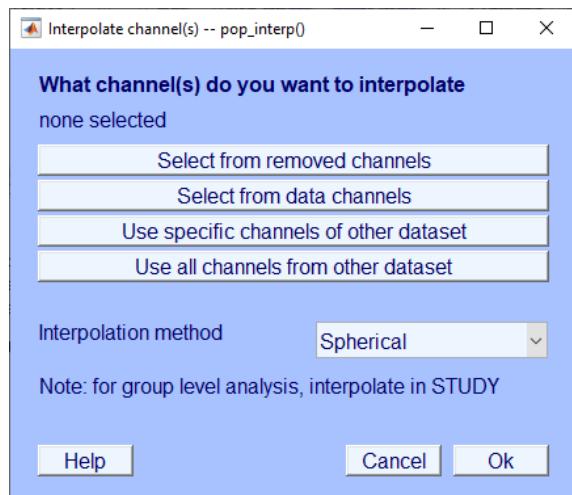


Tras haber rechazado los componentes marcados, aparecerá una ventana representando la señal tras los cambios.

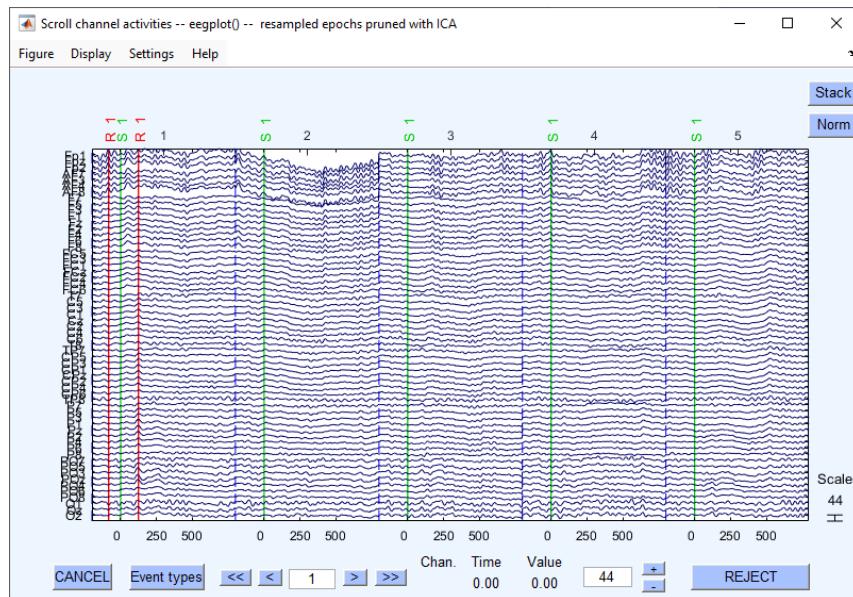


El paso siguiente consiste en interpolar canales defectuosos. En este caso, como todos los canales parecen haber registrado la señal correctamente, no es necesario.

En este caso no hace falta interolar, por lo que haz click en “Cancel”. Aun así, en el [apartado anterior](#) está detallado este paso.



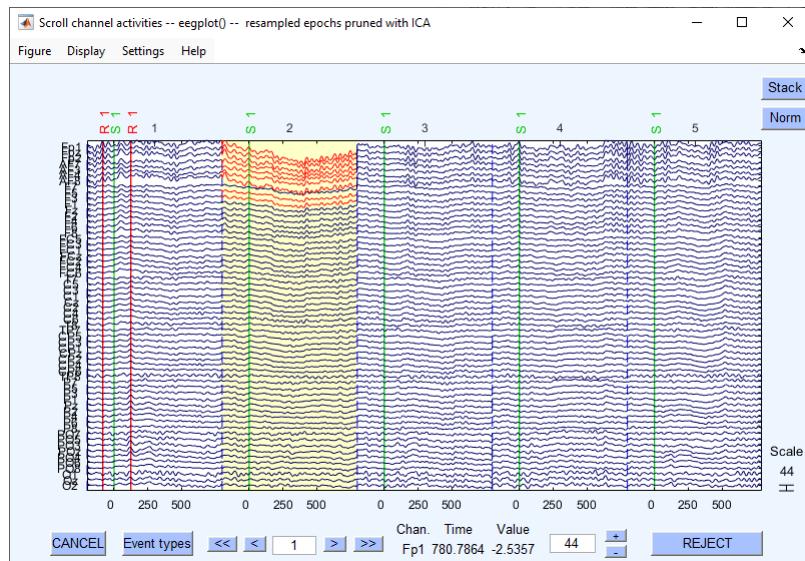
Como no se llevó a cabo la interpolación, la ventana siguiente será igual a la del paso anterior. En caso de haber interpolado, podrás observar los cambios realizados.



A continuación, se marcarán automáticamente, de acuerdo al voltaje introducido inicialmente, las épocas que superen el umbral.

Antes de ser eliminadas, podrás inspeccionar y marcar o desmarcar libremente.

Nota: Como norma general en este paso siempre haz click en “Reject”. En caso de no hacerlo las épocas marcadas para rechazar permanecerán en los datos.

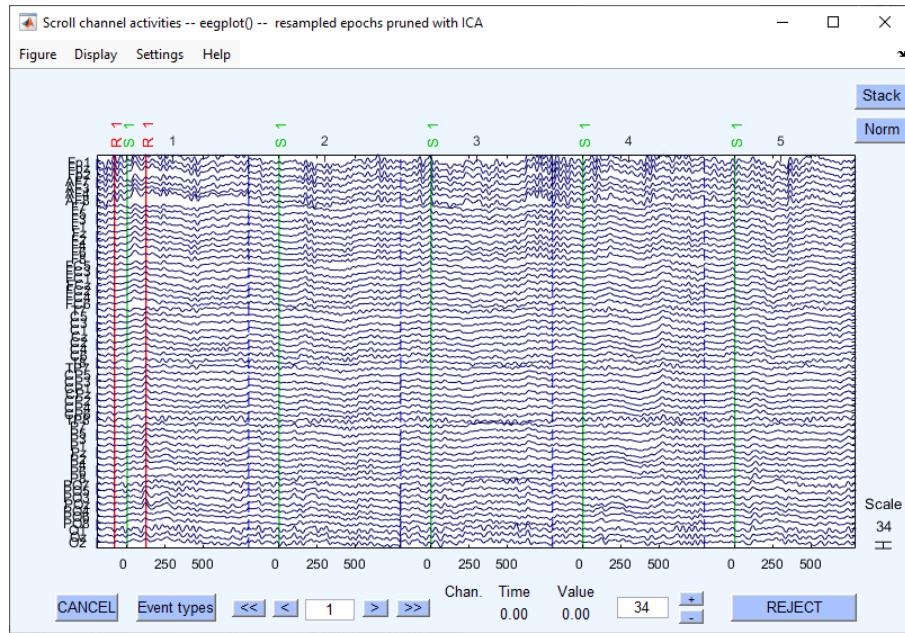


Al rechazar, aparecerá una ventana pidiendo nombrar el nuevo dataset. Nómbralo libremente.



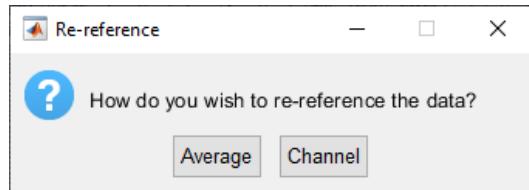
Seguidamente, se marcarán automáticamente, de acuerdo a la potencia y rango de frecuencias introducidas inicialmente, las épocas que superen el umbral.

Antes de ser eliminadas, podrás inspeccionar y marcar o desmarcar libremente.

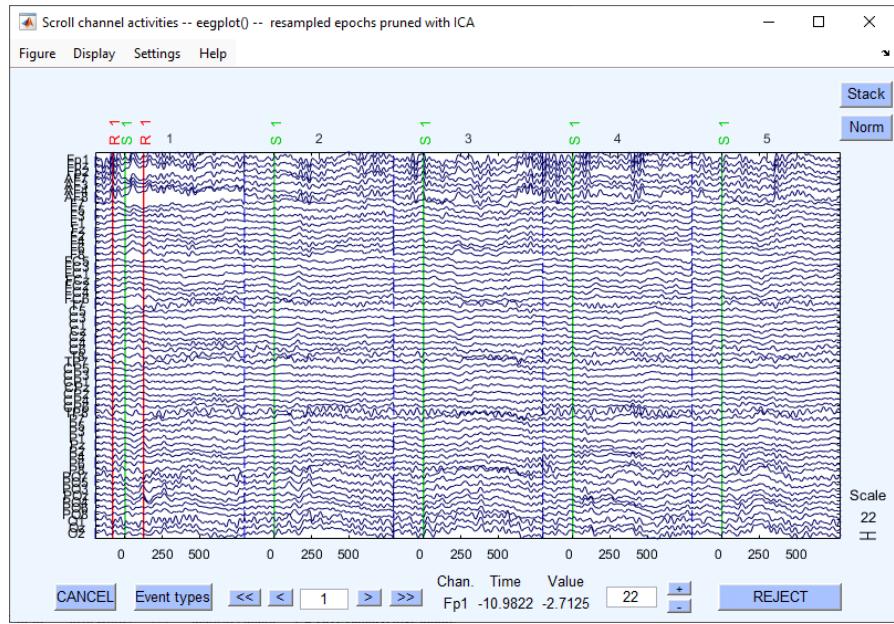


Tras haber rechazado los artefactos, aparecerá una ventana preguntando por el tipo de re-referencia.

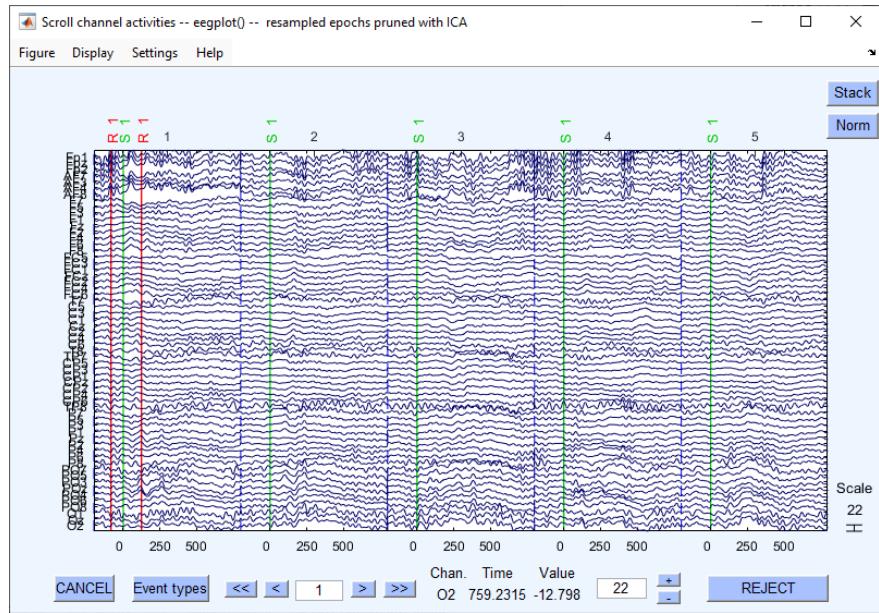
Nota: Esta ventana aparecerá solamente para el primer sujeto y se guardará la configuración y repetirá para todos los siguientes.



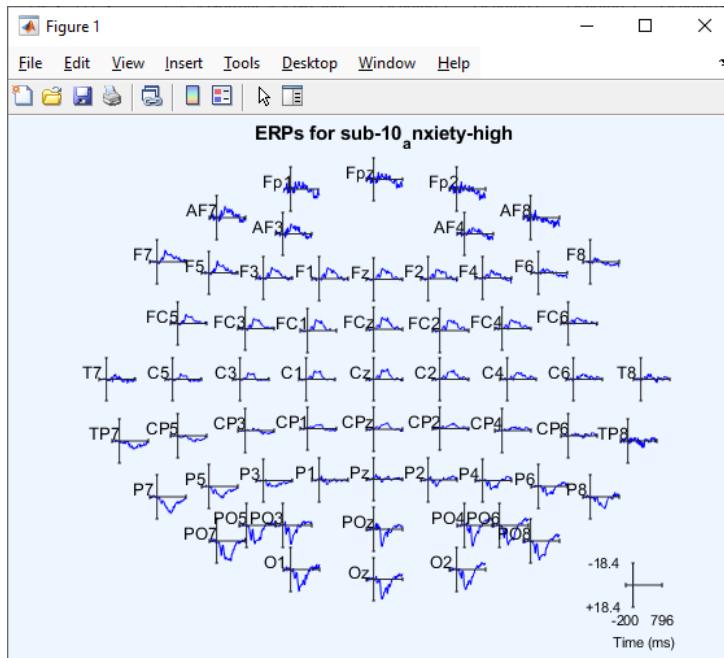
Tras haber re-referenciado, aparecerá una ventana representando la señal tras los cambios.



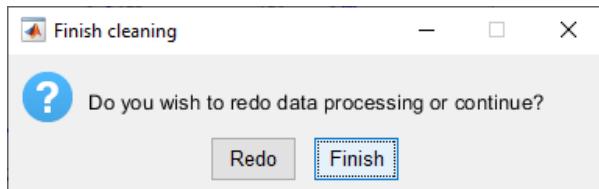
Como último paso de procesado, aparecerá una ventana en la que podrás visualizar los datos por última vez antes de guardarlos.



A continuación, podrás visualizar los potenciales evocados en cada canal para el sujeto.



Antes de proceder a guardar, podrás decidir en función de si el preprocesamiento se ha realizado correctamente volver a procesar ese mismo sujeto o finalizar y continuar con el siguiente.



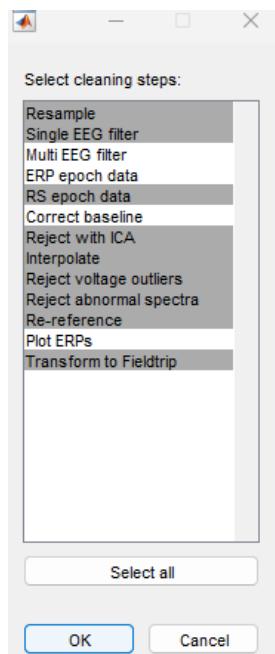
Si has elegido finalizar el sujeto se guardará en el directorio seleccionado al principio y el script continuará con el siguiente sujeto de la lista.

Finalmente, en caso de haber seleccionado **Transform to FieldTrip**, en el directorio seleccionado para guardar los datos habrá otra carpeta con los datos limpios en formato **data** de **FieldTrip**.

3.3. Procesar a través de script personalizado (Resting)

3.3.1. Preparar parámetros de limpieza de señal

En este caso puedes seleccionar prácticamente los mismos pasos que para task-related, con unas pocas excepciones.



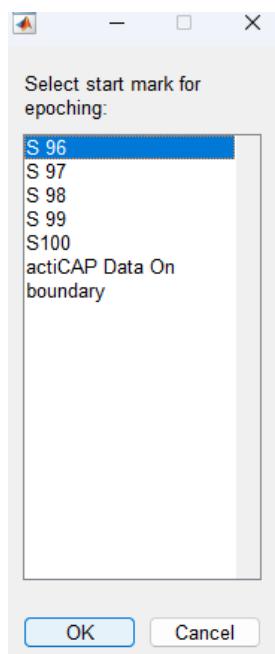
Concretamente, en vez de **ERP epoch data**, tienes que seleccionar **RS epoch data**, ya que esta es la opción que permitirá trocear las épocas para datos de EEG en reposo.

Además, las opciones de **Correct baseline** y **Plot ERPs** no tienen uso en este tipo de preprocesado.

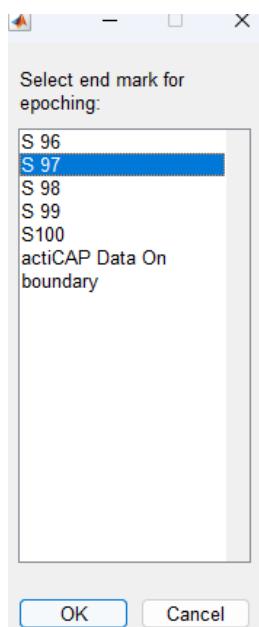
Por último, las opciones relacionadas con el **rechazo de artefactos** son opcionales y dependerán principalmente del tipo de estudio que se esté llevando a cabo. Por ejemplo, para extraer microestados es imprescindible que la señal sea un continuo limpio. Por lo que rechazar artefactos, efectivamente, limpiaría la señal, pero rompería el continuo necesario en la señal. En cambio, para estudios en los que se necesitan simplemente segmentos limpios, sin importar su continuidad, sería bastante útil (por ej.: tiempo-frecuencia).

En cuanto a los pasos, son idénticos al [task-related](#) excepto durante la segmentación.

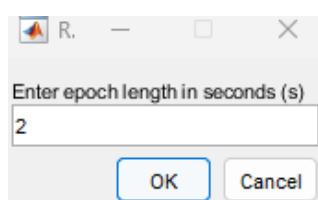
En este caso, al llegar a ese paso en el script se abrirá la siguiente ventana:



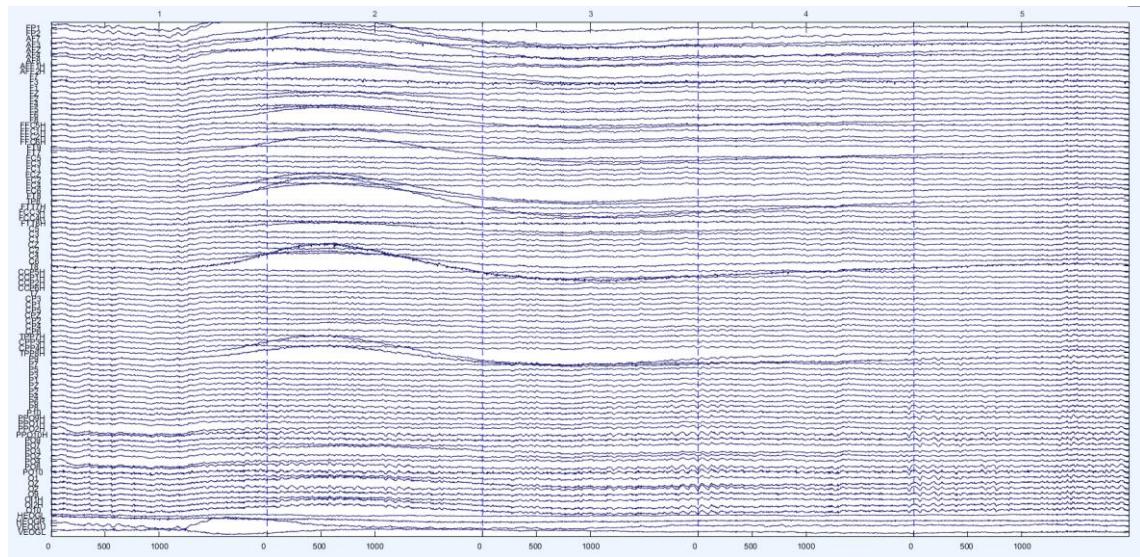
Aquí, necesitas seleccionar la marca en la que empieza el periodo de reposo que quieras analizar, y en la siguiente la marca en la que finaliza.



A continuación, la longitud en **segundos** de las épocas que deseas obtener.



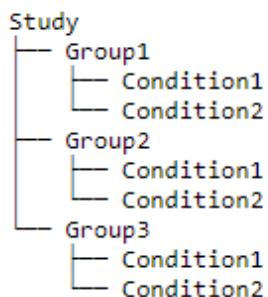
El resultado serían épocas continuas que se pueden procesar con mayor facilidad en los siguientes pasos.



4. REPRESENTAR RESULTADOS

4.1. Organización de resultados

Tras haber limpiado los datos y antes de representarlos, necesitan estar organizados de la siguiente manera:



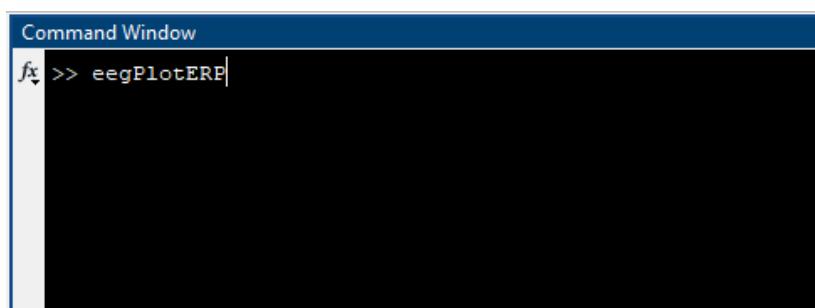
En una misma carpeta, solo pueden estar las carpetas de los grupos. Dentro de la carpeta de cada grupo, deben estar las carpetas de las condiciones, y dentro de cada carpeta de condición, los datos limpios de los sujetos.

Importante: El script usará los nombres de las carpetas para etiquetar los grupos y las condiciones en las gráficas, por lo que es fundamental que estén nombradas adecuadamente. Los nombres de las carpetas no pueden empezar por número ni contener espacios o caracteres especiales. En cambio, el nombre de los archivos de los sujetos es de libre elección.

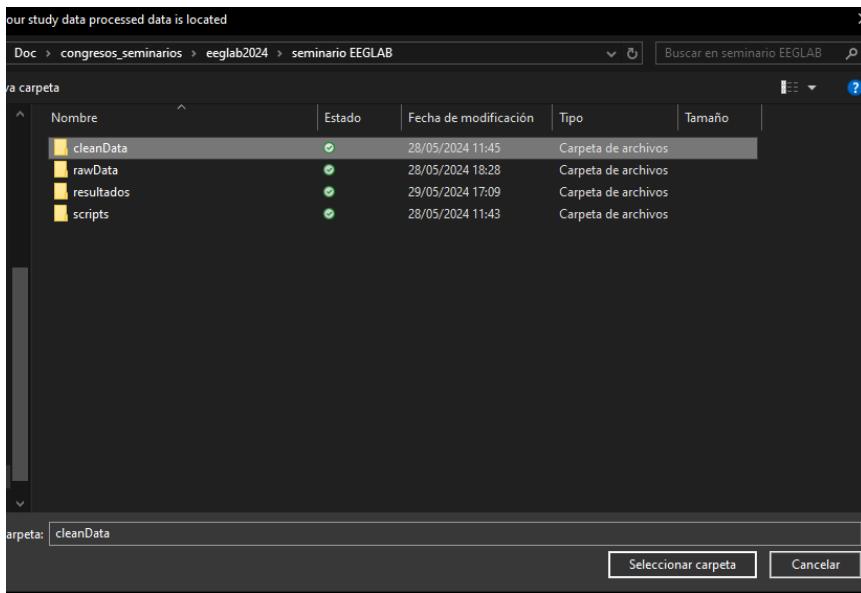
Nota: A pesar de que en la imagen aparezca un número específico de carpetas, puede haber tantos grupos y condiciones como haga falta.

4.2. Inicializar el script

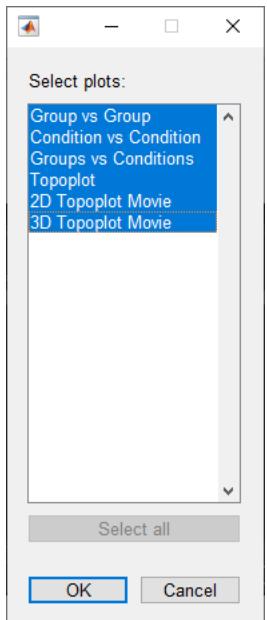
Para empezar a representar los datos, escribe en la ventana de comandos de MATLAB “`eegPlotERP`”.



Lo primero será seleccionar la carpeta del estudio con la estructura requerida. De lo contrario, saltará un error de cargado de archivos pidiendo que revises tus carpetas.



A continuación, vas a tener que elegir el tipo de gráfica.



Puedes elegir todas o solo una.

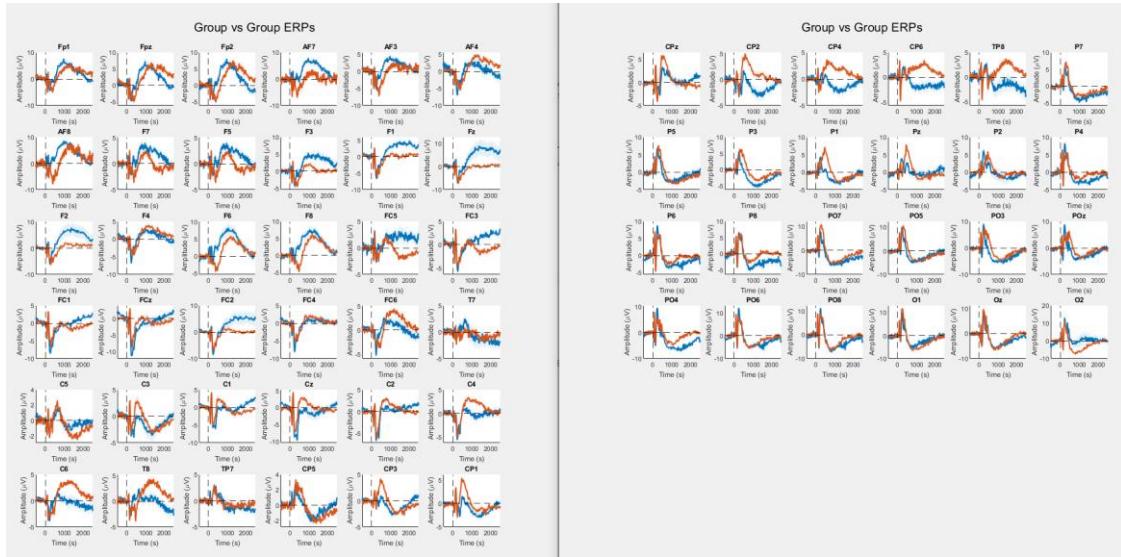
Nota: Cada vez que termines de inspeccionar la gráfica seleccionada, te preguntará si deseas terminar de representar gráficamente o hacerlo de nuevo.

Antes de plotear los gráficos, te preguntará si además deseas representar el error estándar de los datos (**SEM**). A menos que lo necesites para algún caso es concreto, es más cómodo seleccionar

que no para evitar ruido visual en las gráficas en visualizaciones iniciales. En estos ejemplos esta opción está seleccionada.

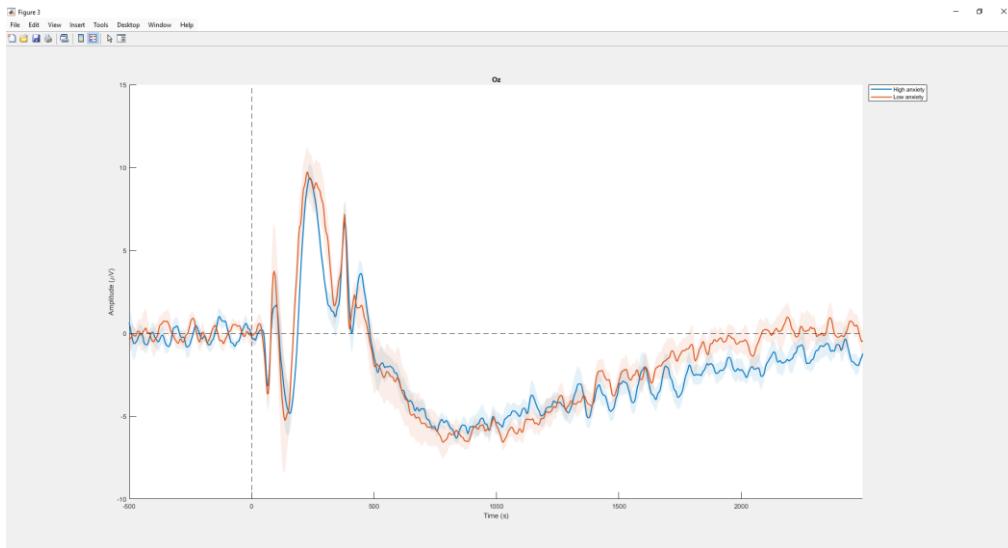
4.3. Gráfica de Grupo vs Grupo

Esta gráfica compara los grupos sin tener en cuenta la condición.



Si deseas ver un canal en concreto, haz clic en él. En este caso, el "Oz".

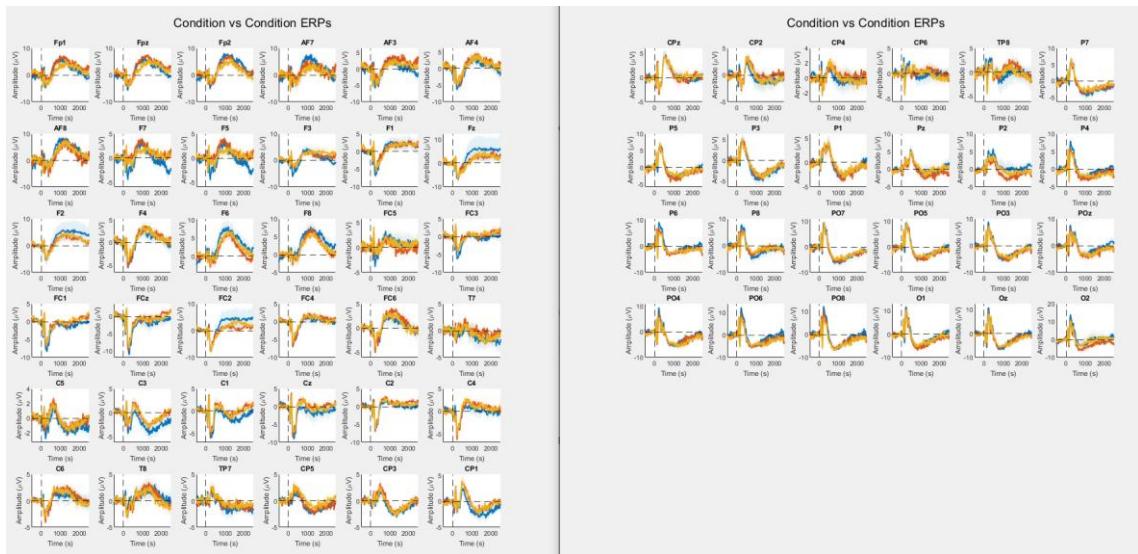
Nota: Para que el gráfico se abra en grande, tienes que hacer click en una de las zonas blancas.



Para más información sobre el uso de la gráfica expandida, visita [este apartado](#).

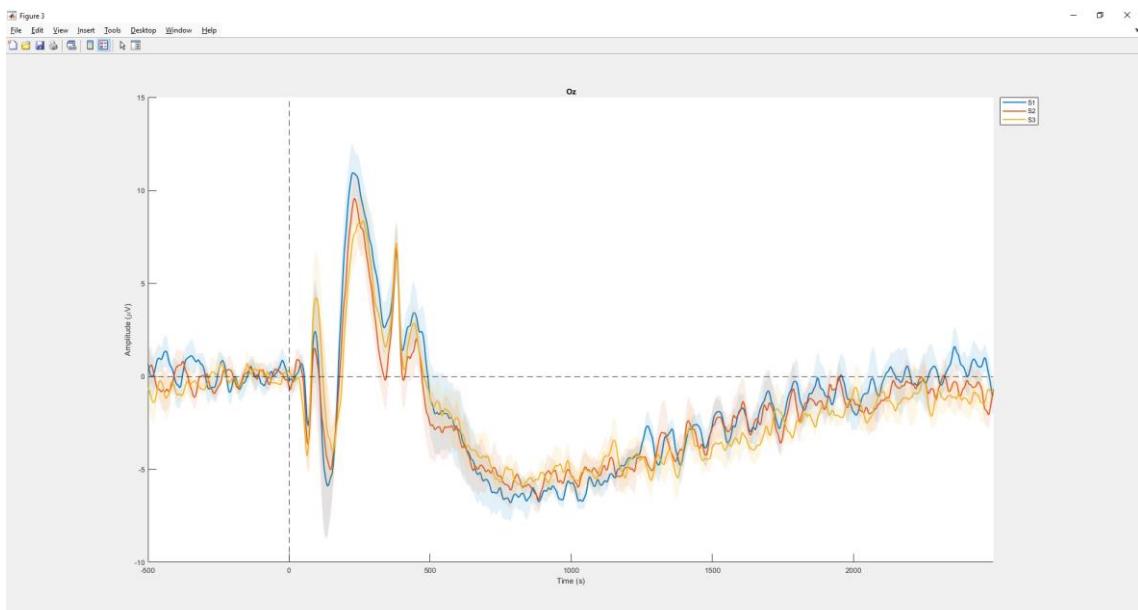
4.4. Gráfica de Condición vs Condición

Esta gráfica compara las condiciones sin tener en cuenta el grupo.



Si deseas ver un canal en concreto, haz clic en él. En este caso, el "Oz".

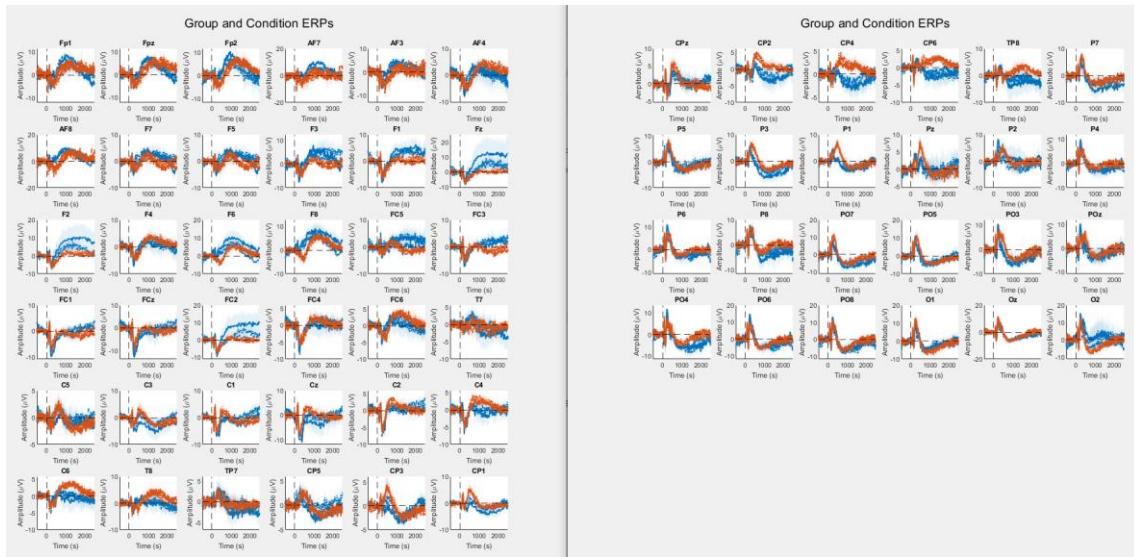
Nota: Para que el gráfico se abra en grande, tienes que hacer click en una de las zonas blancas.



Para más información sobre el uso de la gráfica expandida, visita [este apartado](#).

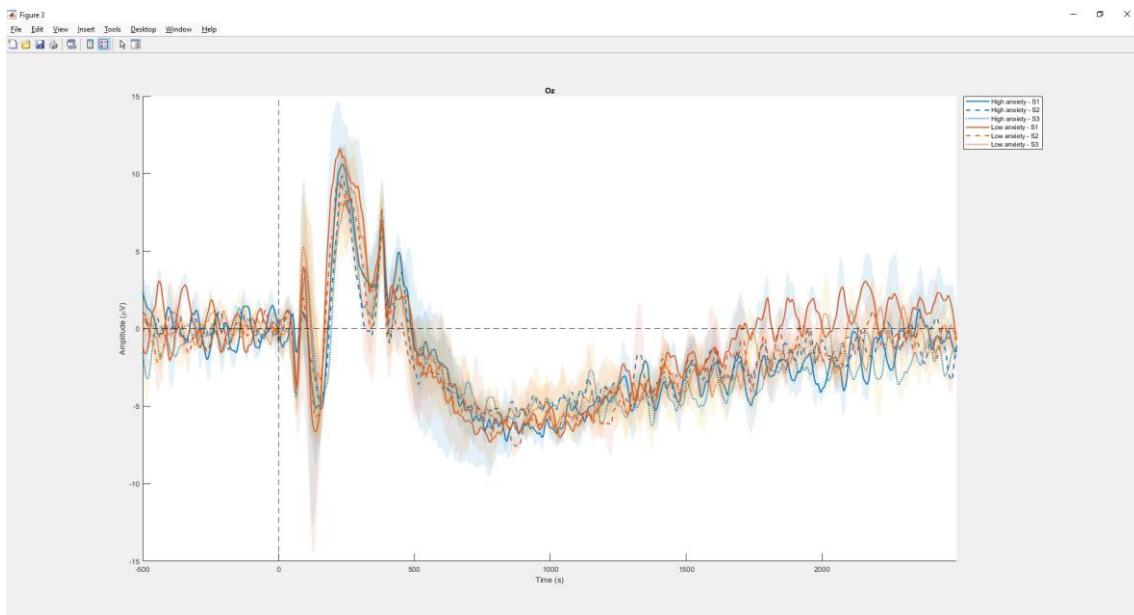
4.5. Gráfica de Grupos vs Condiciones

Esta gráfica compara todas las condiciones de cada grupo, teniendo en cuenta ambos.



Si deseas ver un canal en concreto, haz clic en él. En este caso, el “Oz”.

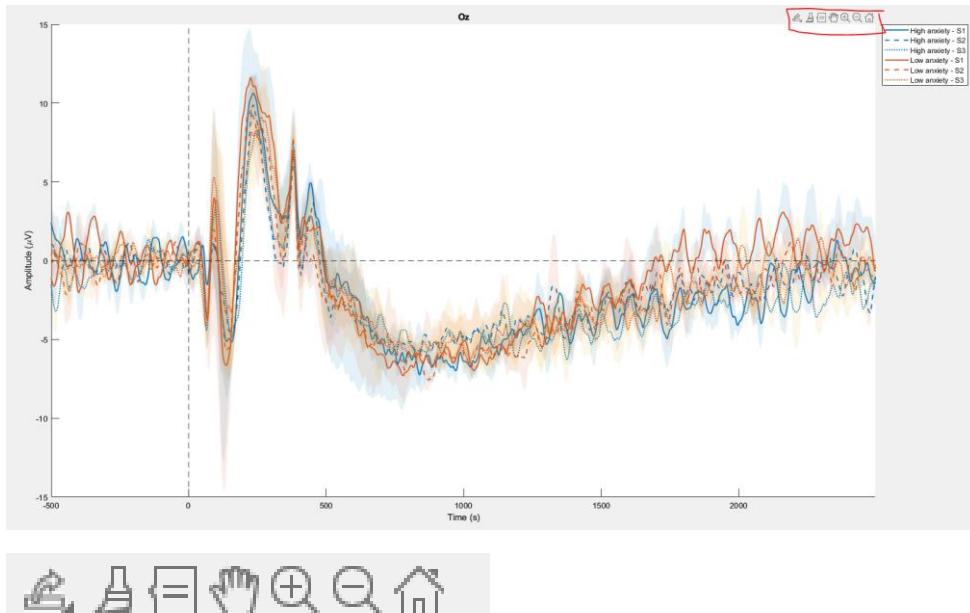
Nota: Para que el gráfico se abra en grande, tienes que hacer click en una de las zonas blancas.



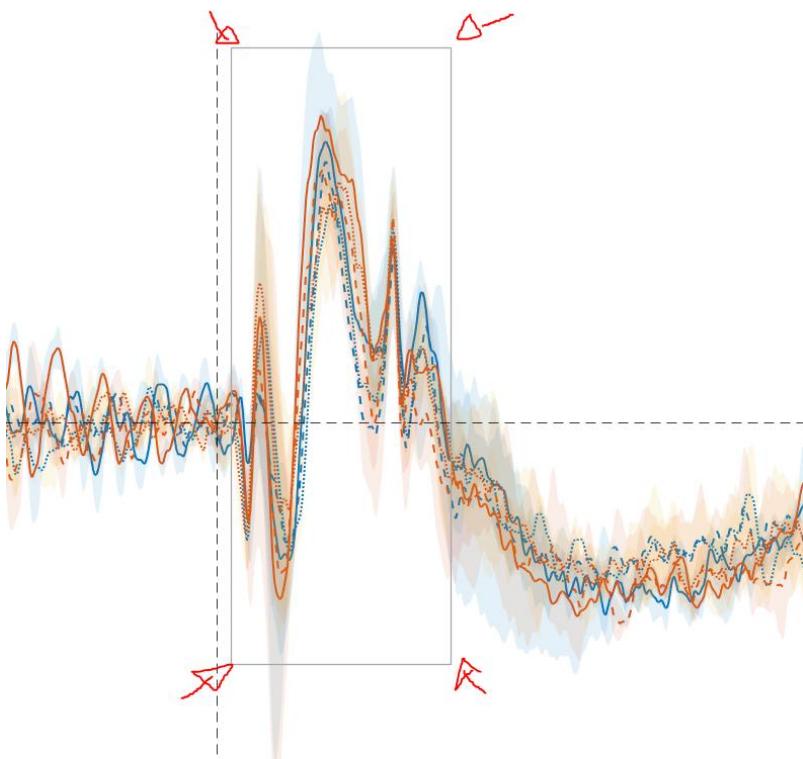
Para más información sobre el uso de la gráfica expandida, visita [este apartado](#).

4.6. Obtener datos a través de las gráficas

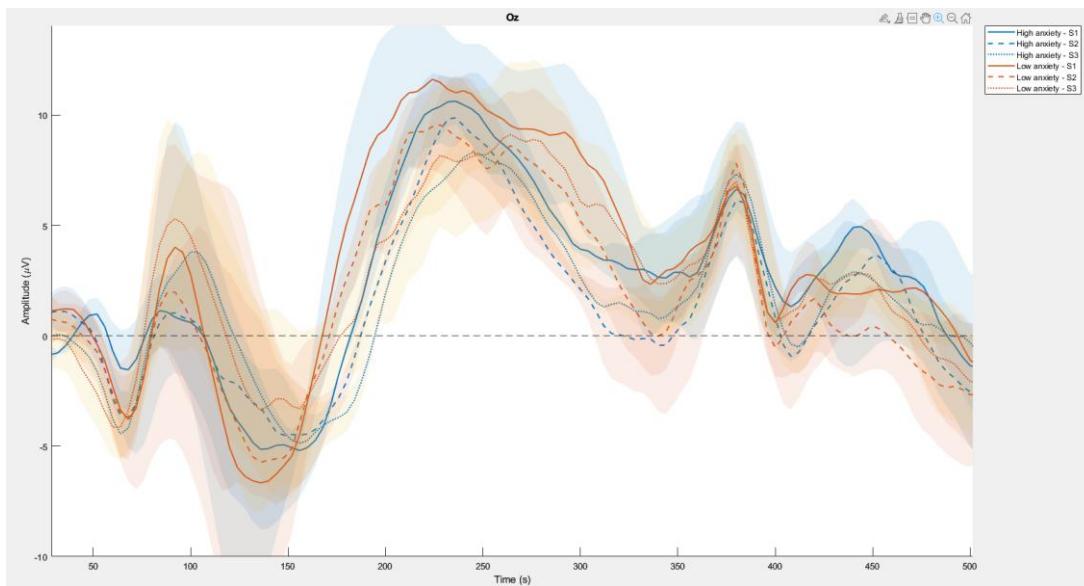
Si deseas explorar las gráficas con mayor detalle y no solo a simple vista, puedes usar las herramientas integradas en la barra correspondiente.



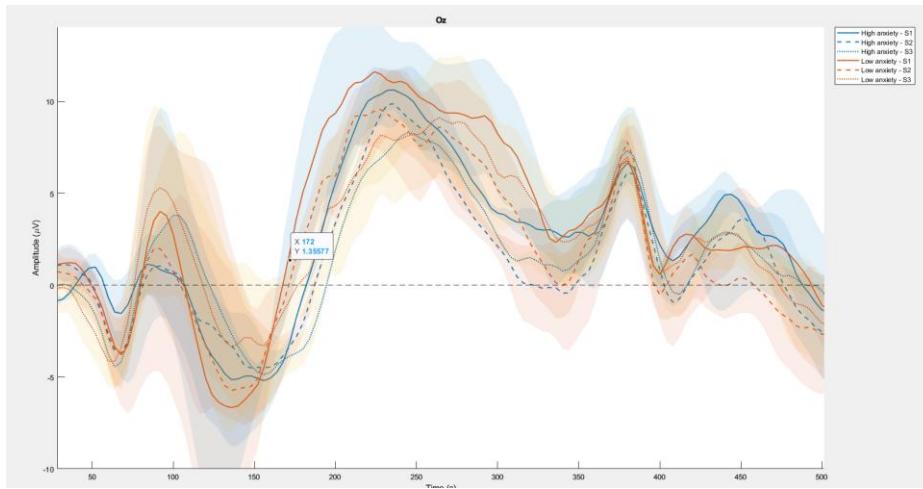
Para hacer zoom en una zona concreta de la gráfica, haz clic en el símbolo de la lupa con un +, luego haz clic y arrastra delimitando una región en la zona que quieras ver con más detalle.



A continuación, se hará más grande la zona seleccionada.



Para obtener valores exactos del eje temporal, selecciona el ícono de la **herramienta de inspección de datos** (tercer ícono desde la izquierda) en la barra de herramientas.



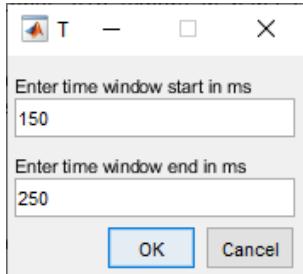
De esta forma, puedes elegir los intervalos de tiempo que quieras representar en las gráficas posteriores y/o exportar para su análisis.

Para volver al estado inicial de la gráfica, haz click en el icono de **restaurar vista** (primer ícono desde la derecha).

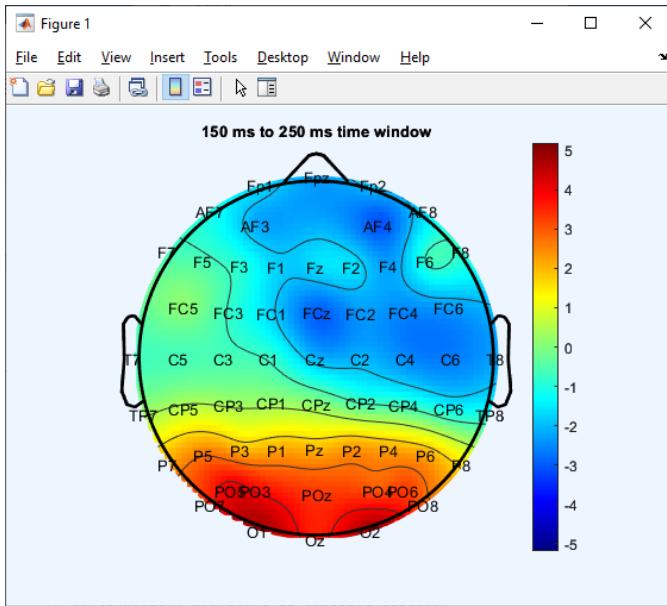
4.7. Topoplot

Al seleccionar el topoplot desde la lista de gráficas para ser representado, tendrás que introducir primero el intervalo de tiempo en **milisegundos (ms)** que deseas visualizar.

En este caso, guiado por el apartado anterior, he seleccionado el intervalo de tiempo de 150 ms a 250 ms.

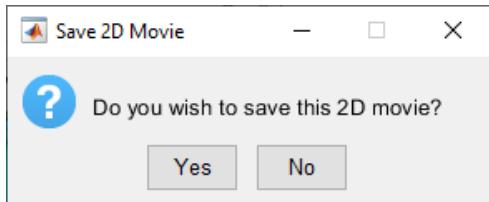


A continuación, aparecerá el topoplot deseado.



4.8. Gráfica animada en 2D

Al elegir esta gráfica, lo primero que necesitarás decidir es si deseas guardar y exportar la gráfica en formato “.mp4” para usar el video posteriormente.

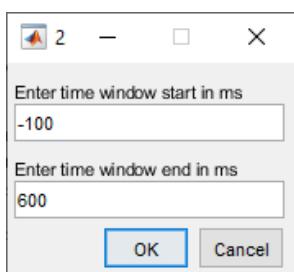


Selecciona la ventana temporal que deseas representar.

En este caso, elijo un intervalo entre -100 ms y 600 ms, pero puedes elegir el que mejor te convenga, ya sea según la inspección previa de las gráficas u otro motivo.

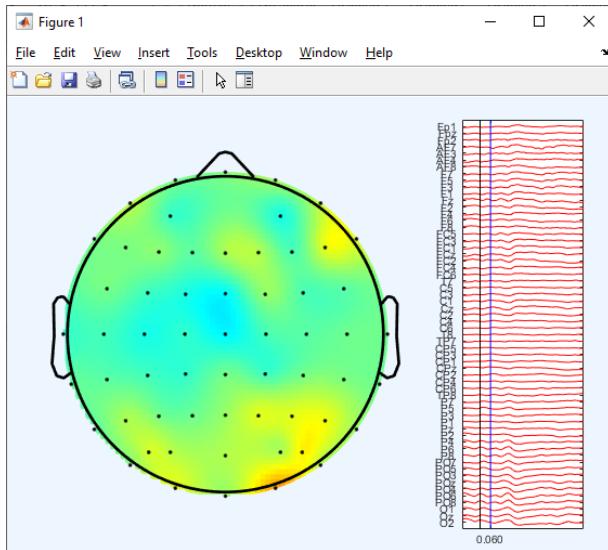
Importante: Mientras se esté computando la animación, no cambies el tamaño de la figura.

Nota: Cuanto más extenso sea el intervalo, más tardará en computarse la animación.



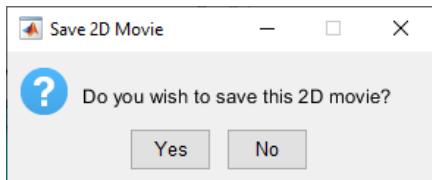
A continuación, se computará la animación.

Cuando la barra azul llegue al final estará completada.



4.9. Gráfica animada en 3D

Al elegir esta gráfica, lo primero que necesitarás decidir es si deseas guardar y exportar la gráfica en formato “.mp4” para usar el video posteriormente.

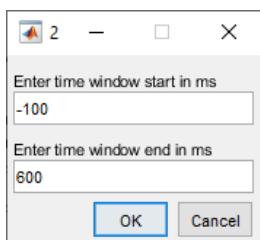


Selecciona la ventana temporal que deseas representar.

En este caso, elijo un intervalo entre -100 ms y 600 ms, pero puedes elegir el que mejor te convenga, ya sea según la inspección previa de las gráficas u otro motivo.

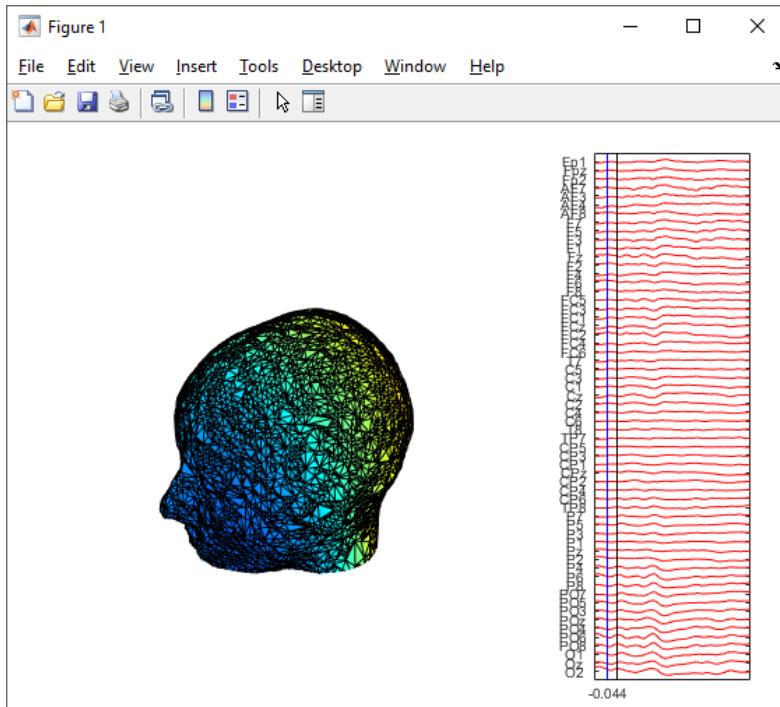
Importante: Mientras se esté computando la animación, no cambies el tamaño de la figura.

Nota: Cuanto más extenso sea el intervalo, más tardará en computarse la animación.



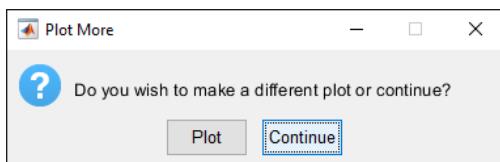
A continuación, se computará la animación.

Cuando la barra azul llegue al final estará completada.



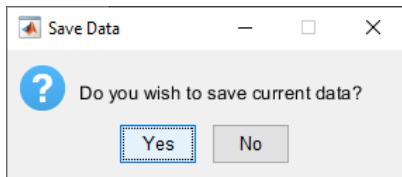
4.10. Guardar datos

Una vez termines de representar todas las gráficas que has elegido, haz click en “Continue”.



A continuación, decide si deseas guardar o no los datos. En caso afirmativo, se guardará el archivo “**ALLEEGDATA.mat**” en la carpeta que hayas elegido.

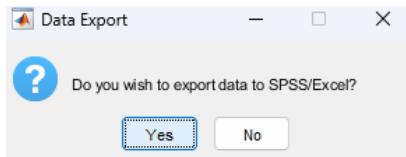
Nota: Por lo general, es recomendable guardar, especialmente si necesitas exportar datos rápidamente más de una vez.



4.11. Exportar resultados

Para más detalles sobre la función involucrada en este paso visita [este apartado](#).

Tras decidir si deseas guardar los resultados, podrás elegir exportar a “.csv”.



A continuación, puedes elegir una o varias de las siguientes opciones:



Nota: Todas estas opciones requieren elegir una ventana de tiempo para poder ser exportados. Esta será solicitada a continuación.

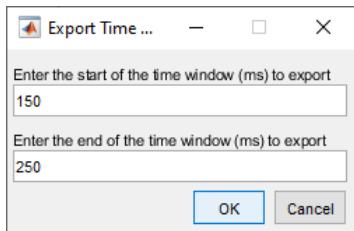
Average Amplitude: Exporta la **amplitud promedio** de la ventana de tiempo elegida.

Latency: Exporta el **ms** en el que se encuentra el **máximo pico de voltaje** en la ventana de tiempo elegida.

Peak Amplitude: Exporta el **valor del máximo pico de voltaje** en la ventana de tiempo elegida.

Timepoints: Exporta los datos en un formato similar al de entrada, pero con los sujetos ya promediados.

Elige la ventana temporal en milisegundos que elegiste tras inspeccionar las primeras gráficas.



Finalmente, selecciona la carpeta en la que guardar los resultados exportados.

Nota: Además de las exportaciones seleccionadas, en la carpeta de destino se incluye un .txt con información sobre los datos exportados, como códigos de grupo, condición, canales exportados, etc.

5. EXPORTAR RESULTADOS

Puedes exportar los datos de EEG procesados de dos maneras.

5.1. Exportar tras representar gráficamente

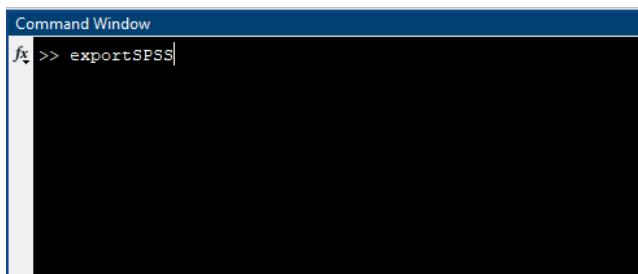
De las dos formas, esta es un poco más lenta ya que requiere llegar al paso final del [apartado anterior](#).

Para agilizar el proceso, al llegar al paso de [elegir las gráficas](#), puedes hacer clic en “Cancel” y pasarás directamente al guardado y, seguidamente, a la exportación.

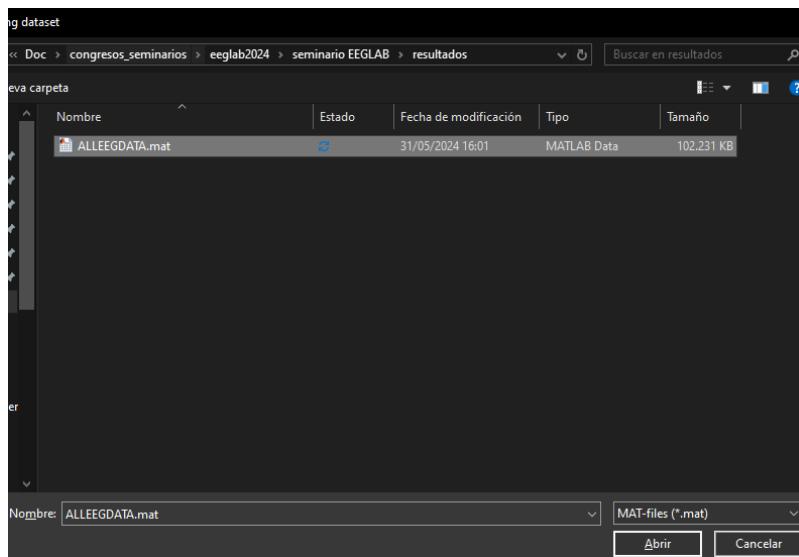
5.2. Exportar usando función exportSPSS sin inputs

Nota: Para ejecutar esta función necesitas tener guardado “**ALLEEGDATA.mat**” y “**EEG.mat**” (un sujeto cualquiera procedente del procesado).

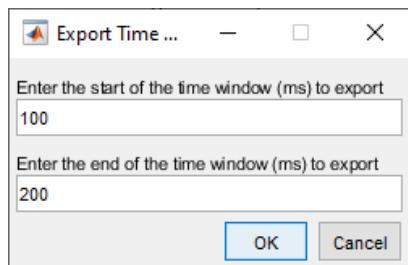
Para usar independientemente la función de exportación de datos incluida en el script de representación gráfica, escribe “**exportSPSS**” en la ventana de comandos.



Al iniciar la función, tendrás que seleccionar “**“ALLEGDATA.mat”** que has guardado previamente.

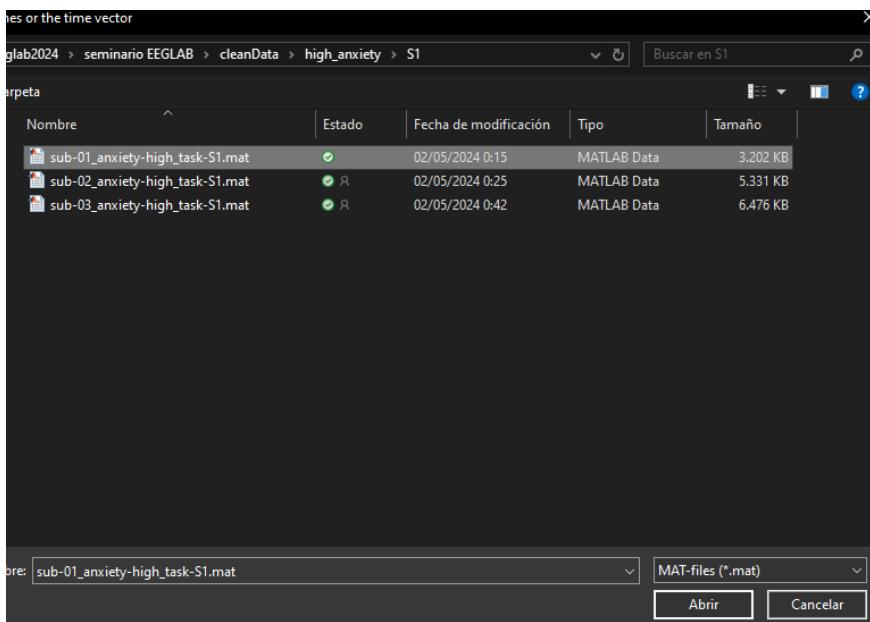


A continuación, introduce la ventana de interés en **milisegundos (ms)**.



Ahora, selecciona un archivo que contenga la variable “**EEG.times**”, es decir, todos los puntos temporales de los datos.

Nota: Como todos los sujetos guardados tras el procesamiento tienen esta variable en común, puedes seleccionar cualquiera de ellos.



A continuación, una o varias de las siguientes opciones:

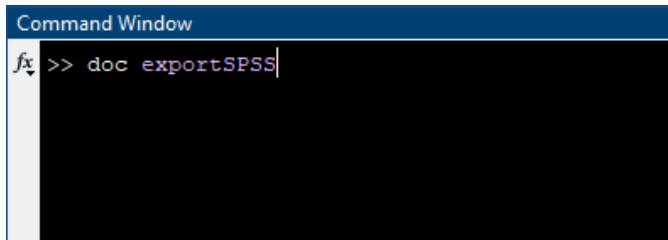


Por último, selecciona la carpeta en la que guardar los resultados exportados.

Importante: Si ya tienes datos exportados, cambia su nombre o elige una carpeta diferente. De lo contrario, esos datos serán sobreescritos.

5.3. Exportar usando función exportSPSS con inputs

Puedes explorar los inputs necesarios para esta función escribiendo en la ventana de comandos “**doc exportSPSS**”.



En la siguiente ventana puedes encontrar la descripción y ejemplos de uso de la función.

exportSPSS.m - MATLAB File Help

exportSPSS.m

```
exportSPSS Export EEG data summary to SPSS-compatible CSV and label files.

exportSPSS(ALLEEGDATA, exportTimeWin, timeVector, chanLabels, feature, saveTableSPSSPath)
exports selected EEG features from ALLEEGDATA into CSV files formatted
for use in SPSS, JASP, JAMOVI, or any other statistical analysis software,
along with a text file containing variable label information.

Supported feature types (passed in 'feature'):
- 'Average Amplitude' : mean voltage in the specified time window
- 'Latency' : latency of the maximum voltage in the time window
- 'Peak Amplitude' : absolute peak voltage (largest magnitude, positive or negative)
- 'Timepoints' : full timecourse data within the selected time window

Inputs:
ALLEEGDATA - Struct containing EEG data organized by groups and conditions.
exportTimeWin - 1x2 vector specifying the start and end (in milliseconds)
of the time window to average and export.
timeVector - Vector of time points corresponding to the EEG data samples.
chanLabels - Cell array of channel label strings.
feature - Cell array or string array of features to extract (see supported types above)
saveTableSPSSPath - Path to folder where CSV and label files will be saved.

Outputs:
- 'erpdata_set_avg_amplitude.csv' : CSV file with average amplitude data
- 'erpdata_set_latency.csv' : CSV file with latency data
- 'erpdata_set_peak_amplitude.csv': CSV file with peak amplitude data
- 'erpdata_set_timepoints.csv' : CSV file with timecourse data
- 'erpdata_labels.txt' : Text file containing group codes, time window, and channel names

If any input is omitted, the function will prompt the user to select or enter
the required data interactively.

Example usage:
exportSPSS(ALLEEGDATA);
exportSPSS(ALLEEGDATA, [100 200]);
exportSPSS(ALLEEGDATA, [100 200], EEG.times);
exportSPSS(ALLEEGDATA, [100 200], EEG.times, {EEG.chanlocs.labels});
exportSPSS(ALLEEGDATA, [100 200], EEG.times, {EEG.chanlocs.labels}, ["Latency", "Peak Amplitude"]);

Author: Dino Soldic
Email: dino.soldic@urjc.es
Date: 2025-10-06
```

See also

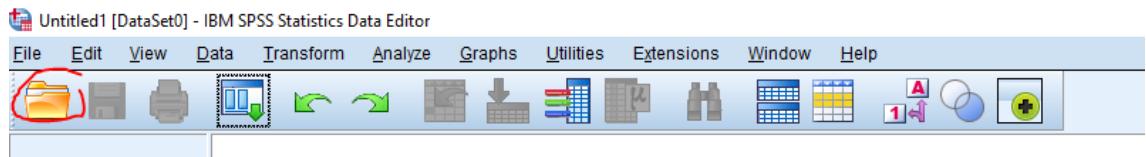
[eegPreproc](#), [eegPlotERP](#), [eeglab](#)

Nota: para ejecutar con todos los inputs necesitarás tener cargadas en el espacio de trabajo las variables “**ALLEEGDATA.mat**” y “**EEG.mat**”. En caso de faltar alguna variable, se abrirán interfaces pidiéndolas como en el [apartado anterior](#).

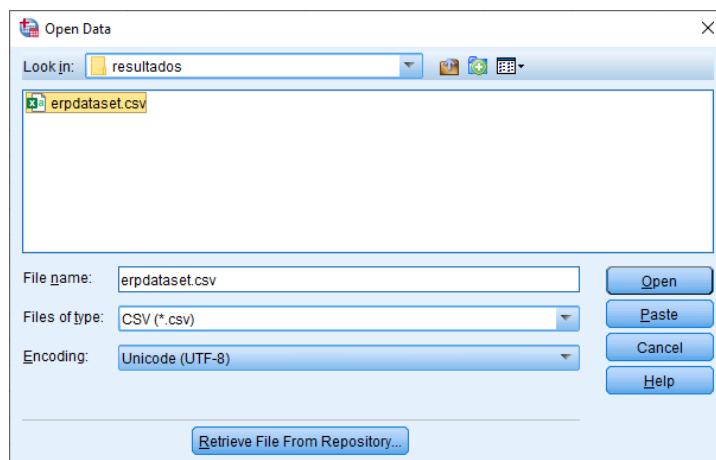
6. IMPORTAR RESULTADOS EN SPSS O EXCEL

6.1. Importar en SPSS

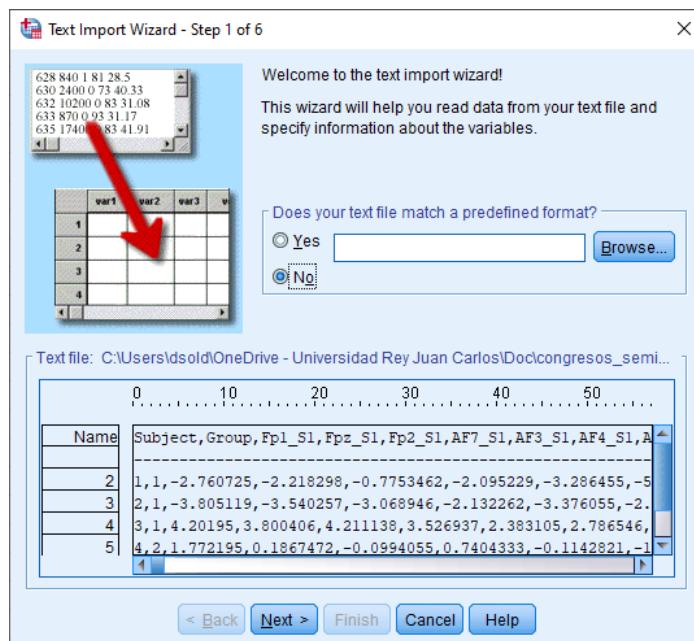
Una vez dentro de SPSS, selecciona la carpeta para abrir el archivo exportado.



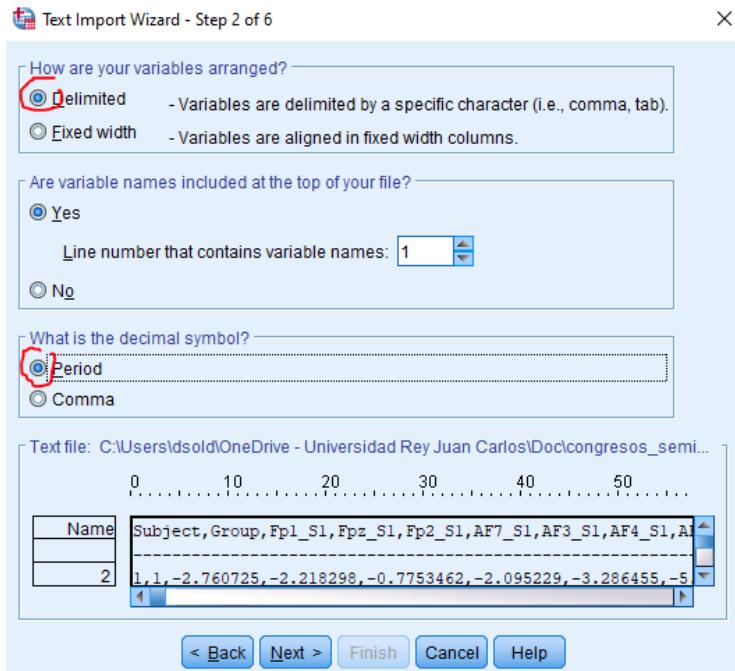
En este caso, está guardado en “resultados”.



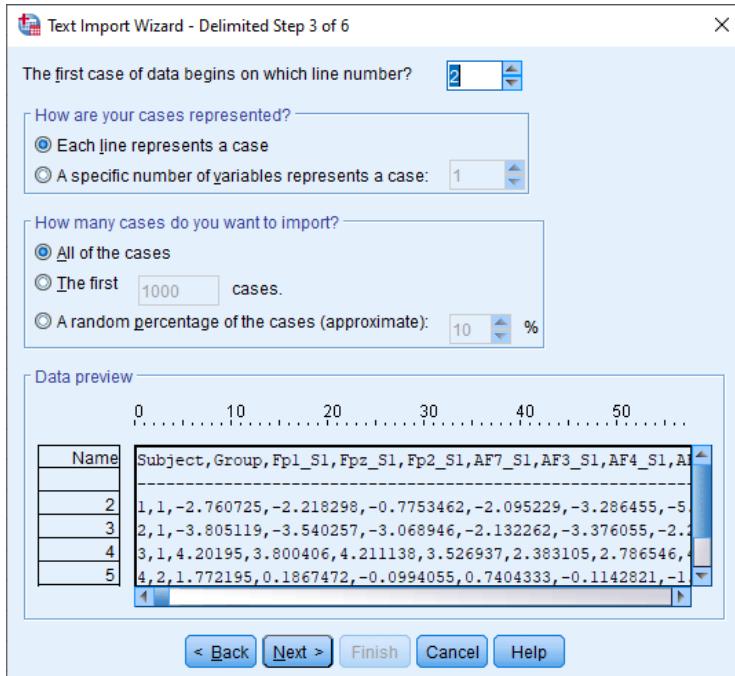
Haz click en “No” y continúa.



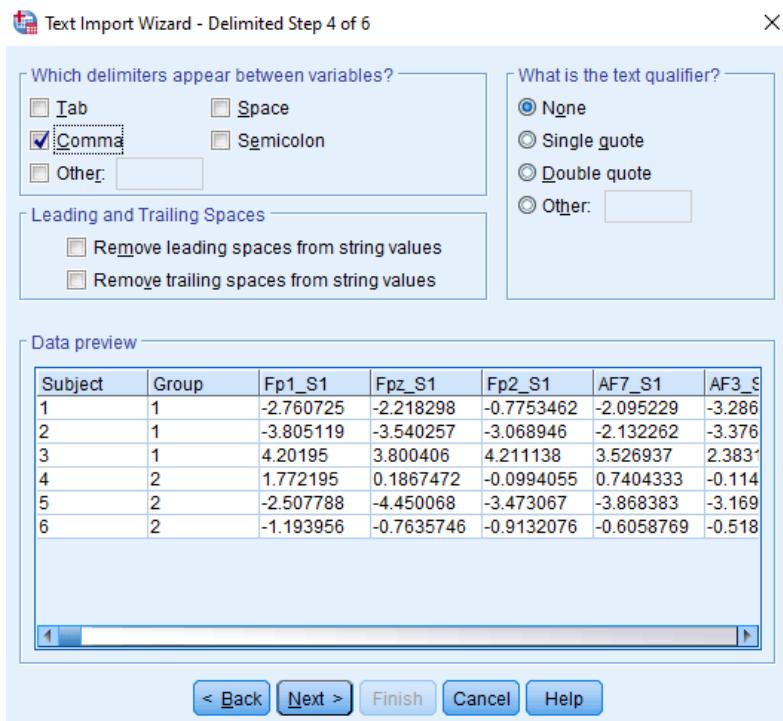
Selecciona “Delimited” para separación de variables, “Period” para separación de decimales, y continúa.



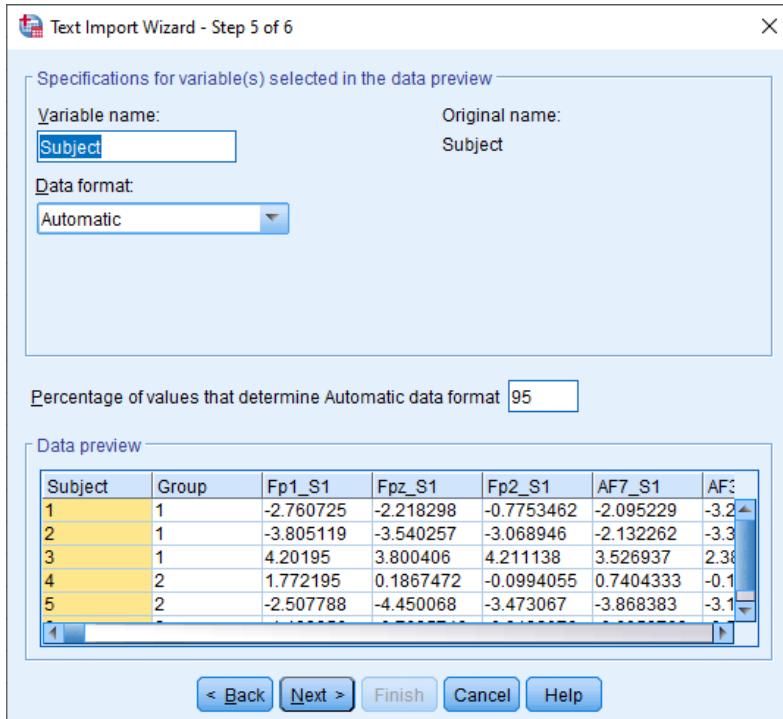
Mantén los valores predeterminados y continúa.



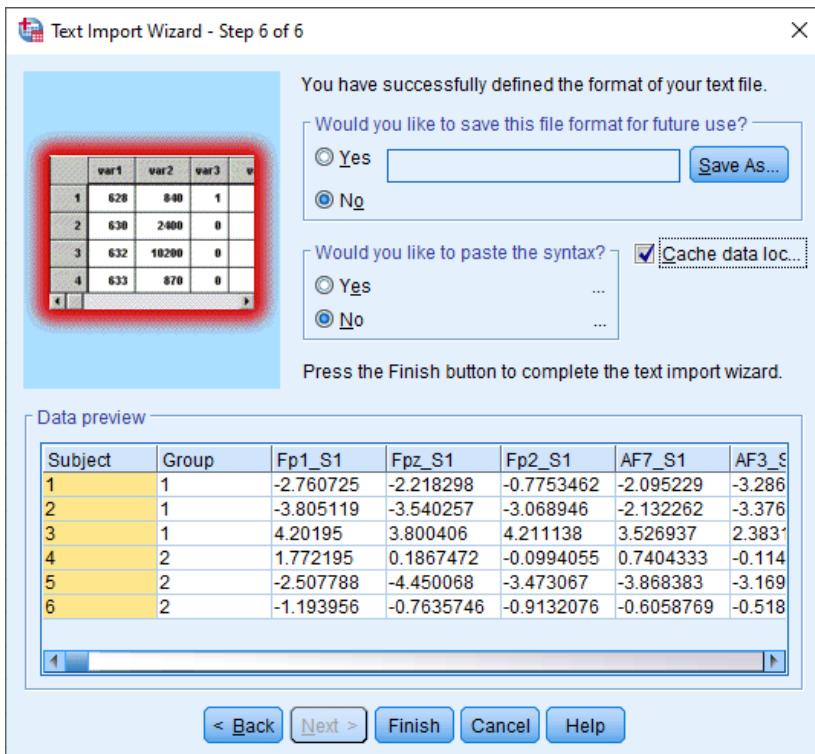
Selecciona “Comma” como separador de variables y continúa.



Mantén los valores predeterminados y continúa.



Mantén los valores predeterminados y finaliza.

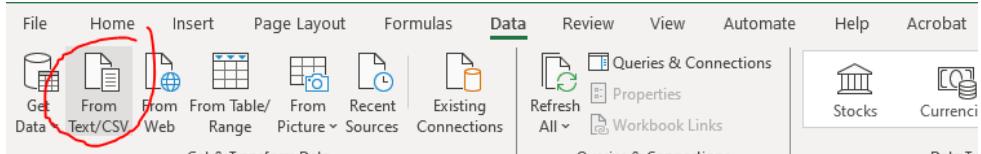


La tabla resultante debería tener esta forma.

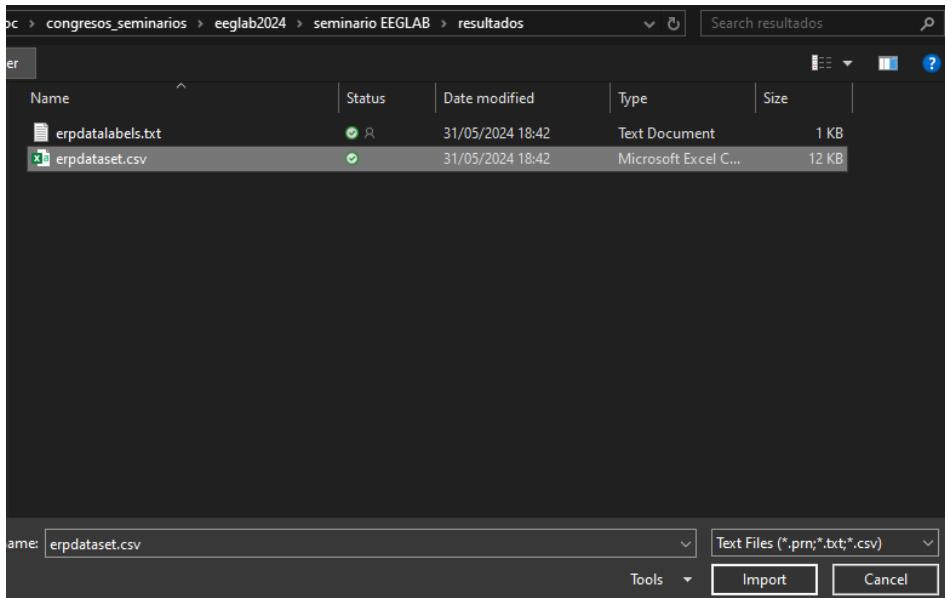
	Subject	Group	Fp1_S1	Fpz_S1	Fp2_S1	AF7_S1	AF3_S1	AF4_S1
1	1	1	-2.760725	-2.218298	-0.7753462	-2.095229	-3.286	-5,905072
2	2	1	-3.805119	-3.540257	-3.068946	-2.132262	-3.376	-2,263005
3	3	1	4.20195	3.800406	4.211138	3.526937	2.383	2,786546
4	4	2	1.772195	.1867472	-.0994055	.7404333	-.1142821	-1,123813
5	5	2	-2.507788	-4.450068	-3.473067	-3.868383	-3.1692090	-3,203918
6	6	2	-1.193956	-.7635746	-.9132076	-.6058769	-.5186873	-.786288

6.2. Importar en Excel

Una vez dentro de SPSS, dentro de la pestaña de datos selecciona importar desde archivo .csv para importar el archivo exportado.



Selecciona el archivo exportado y guardado en “resultados”.



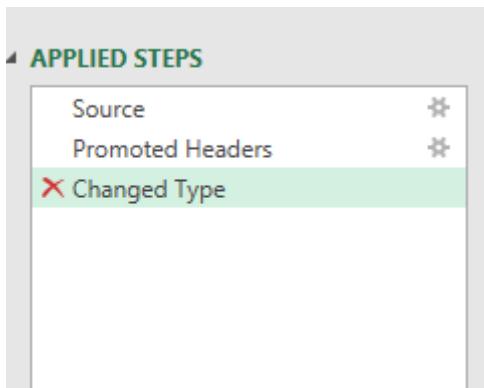
En la ventana de cargar datos, si ves que está leyendo correctamente la separación decimal y de variables, acepta esos ajustes y carga los datos.

En este caso, no está leyendo correctamente la separación decimal.

Para arreglarlo selecciona “transformar datos”.

Subject	Group	Fp1_S1	Fpz_S1	Fp2_S1	AF7_S1	AF3_S1	AF4_S1	AF8_S1	F7_S1	F5_S1	F3_S1	F1_S1	Fz_S1
1	1	-2760725	-2218298	-7753462	-2095229	-3286455	-5905072	2615482	-3906833	-3920649	-258272	-9849567	2333363
2	1	-3805119	-3540257	-3068946	-2132262	-3376055	-2263005	-1029415	-2209018	-229759	-2815381	-2592886	-2024417
3	1	420195	3800406	4211138	3526937	2383105	2786546	4802794	1741209	174932	1426968	7113571	4721176
4	2	1772195	1867472	-994055	7404333	-1142821	-1123813	1121726	1077402	1088214	2834184	-7790808	-1296871
5	2	-2507788	-4450068	-3473067	-3868383	-3169209	-3203918	-3651261	-3867379	-3757495	-2160025	-211717	-2420618
6	2	-1193956	-7635746	-9132076	-6058769	-5186873	-786288	-5386277	-1580414	-4700626	-5894448	-3391057	-2617177

En el panel de la derecha elimina el último.



Ahora haz click en “guardar y cargar”.

La tabla de datos importada debería verse de esta manera.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Subject	Group	Fp1_S1	Fpz_S1	Fp2_S1	AF7_S1	AF3_S1	AF4_S1	AF8_S1	F7_S1	F5_S1	F3_S1	F1_S1
2	1	-2.760725	-2.218298	-0.7753462	-2.095229	-3.286455	-5.905072	0.2615482	-3.906833	-3.920649	-2.58272	-0.9	
3	2	-3.805119	-3.540257	-3.068946	-2.132262	-3.376055	-2.263005	-1.029415	-2.209018	-2.29759	-2.815381	-2.5	
4	3	4.20195	3.800406	4.211138	3.526937	2.383105	2.786546	4.802794	1.741209	1.74932	1.426968	0.71	
5	4	1.772195	0.1867472	-0.0994055	0.7404333	-0.1142821	-1.123813	0.1121726	1.077402	1.088214	0.2834184	-0.7	
6	5	-2.507788	-4.450068	-3.473067	-3.868383	-3.169209	-3.203918	-3.651261	-3.867379	-3.757495	-2.160025	-2.1	
7	6	-1.193956	-0.7635746	-0.9132076	-0.6058769	-0.5186873	-0.786288	-0.5386277	-0.01580414	-0.04700626	-0.5894448	-0.3	

Ahora busca y reemplaza todos los “.” por “,”.

Subject	Group	Fp1_S1	Fpz_S1	Fp2_S1	AF7_S1	AF3_S1	AF4_S1	AF8_S1	F7_S1	F5_S1	F3_S1	F1_S1
1	1	-2,760725	-2,218298	-0,7753462	-2,095229	-3,286455	-5,905072	0,2615482	-3,906833	-3,920649	-2,58272	-0,9
2	1	-3,805119	-3,540257	-3,068946	-2,132262	-3,376055	-2,263005	-1,029415	-2,209018	-2,29759	-2,815381	-2,5
3	1	4,20195	3,800406	4,211138	3,526937	2,383105	2,786546	4,802794	1,741209	1,74932	1,426968	0,71
4	2	1,772195	0,1867472	-0,0994055	0,7404333	-0,1142821	-1,123813	0,1121726	1,077402	1,088214	0,2834184	-0,7
5	2	-2,507788	-4,450068	-3,473067	-3,868383	-3,169209	-3,203918	-3,651261	-3,867379	-3,757495	-2,160025	-2,1
6	2	-1,193956	-0,763575	-0,913208	-0,605877	-0,518687	-0,786288	-0,538627	-0,01580414	-0,04700626	-0,5894448	-0,3

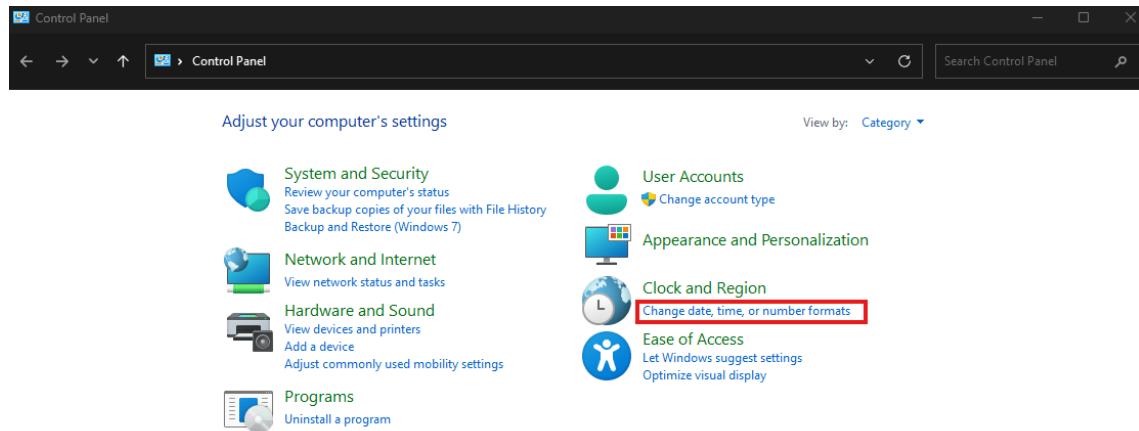
De esta forma, todas las variables y valores decimales deberían haberse importado correctamente.

7. BONUS: CAMBIAR EN WINDOWS FORMATO DE NÚMEROS

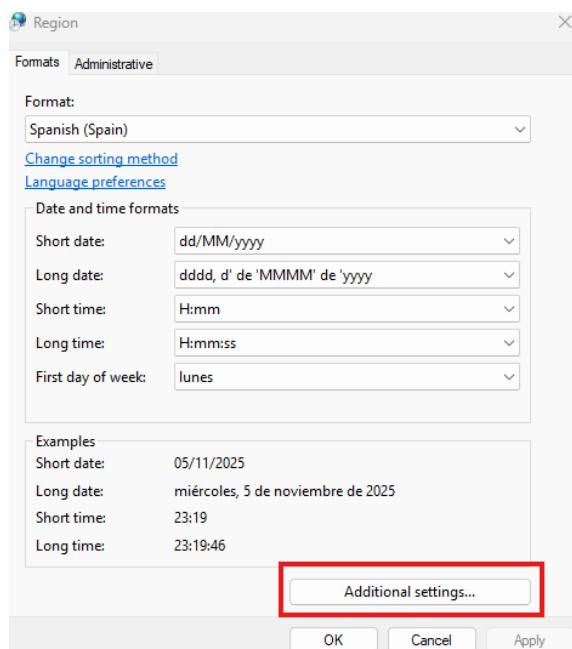
En caso de que te resulte tedioso tener que importar y cambiar el tipo de variables en Excel para poder importar los archivos .csv, puedes cambiar la configuración predeterminada del sistema operativo.

Para ello pulsa la tecla de Windows y escribe panel de control.

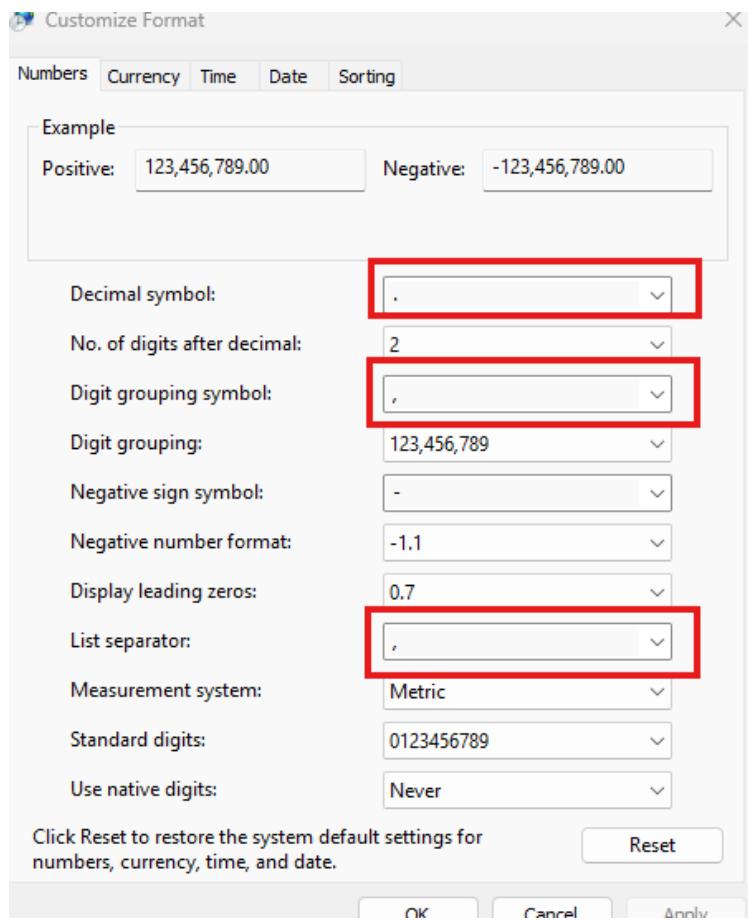
Una vez abierto, entra en **cambiar formato**



Ajustes adicionales



Cambia los siguientes apartados en orden por “.”, “,” y “,”.



Tras realizar estos cambios, guarda todas las ventanas abiertas y deberías poder abrir con un simple doble click cualquier .csv exportado en los pasos anteriores con mayor facilidad.