



Implementación De Secuencias De Resonancia Magnética Anatómicas Optimizadas Para El Procesamiento Y Cuantificación Mediante Freesurfer

Anahí Ricci & Fernando Ventrice



Introducción

El cerebro se desarrolla durante toda la vida implicando cambios en conectividad y estructura que pueden ser cuantificados por métodos no invasivos como la resonancia magnética (RM). La temprana detección de desviaciones de la normalidad permite una temprana detección de enfermedades neurodegenerativas. Por este motivo es importante tener datos comparables de cómo crece y se desarrolla el cerebro. Frente a la falta de referencias no patológicas, diferentes instituciones científicas del mundo están llevando a cabo proyectos multi-céntricos y han publicado las imágenes fomentando la ejecución de distintas líneas de investigación. Uno de los proyectos más ambiciosos es el Human Connectome Project (HCP), en el cual también se desarrollaron protocolos de secuencias y software para analizar y proporcionar datos que describan la evolución normal del cerebro. Uno de los softwares asociados a este proyecto es el Freesurfer. El desarrollo de secuencias anatómicas optimizadas para el flujo de trabajo del Freesurfer es también uno de los objetivos principales y una parte vital del HCP. La secuencia anatómica ponderada en T1 más comúnmente utilizada es la "magnetization-prepared rapid gradient echo" (MPRAGE). A pesar de ser la más utilizada, bajo campos magnéticos altos ($\geq 3T$), la inhomogeneidad incrementada de los campos de transmisión B^+ y recepción B^- crea variaciones de intensidad a lo largo de la imagen. Este "bias field" en el campo vuelve muy difícil la segmentación y el análisis cuantitativo de las imágenes y afecta severamente la calidad de las mismas. Para lograr imágenes óptimas se deben corregir las "field map distortions". Este tipo de correcciones han sido ampliamente aceptadas como beneficiosas, pero muchas veces no son utilizados en la práctica.

Objetivo

Se implementarán las secuencias anatómicas T1 y T2 (Tabla 1) en un equipo SIEMENS Skyra de 1.5 Teslas con una bobina de 32 canales de cerebro para validar los pre-procesos de corrección de distorsiones en los mapas de los campos de acuerdo a los protocolos establecidos por el HCP.

Type	Series Description	Description	TR (ms)	TE (ms)	TI (ms)	Flip Angle	FOV (mm)	Voxel Size	BW (Hz/Px)	iPAT	Acquisition Time (min:sec)
T1w	T1w_MPR1	3D MPRAGE	2400	2.14	1000	8 deg	224x224	0.7 mm isotropic	210	2	7:40
T2w	T2w_SPC1	3D T2-SPACE	3200	565		variable	224x224	0.7 mm isotropic	744	2	8:24

Tabla 1. Tabla describiendo la secuencias anatómicas T1w y T2w.

Materiales & Métodos

Se evaluarán 20 sujetos controles normales. Las imágenes de RM serán evaluadas por un médico radiólogo para estimar la normalidad de las estructuras a estudiar, principalmente el cerebro. Las secuencias anatómicas (T1w y T2w) seguirán un procedimiento de pre-proceso (corrección de distorsiones) y luego serán procesadas mediante la batería de análisis del Freesurfer, detallado a continuación. Al mismo tiempo se procesarán de igual modo las imágenes anatómicas sin realizar su debido pre-proceso. Finalmente se valorarán las diferencias entre ambos procedimientos con y sin correcciones de sesgo de campo.

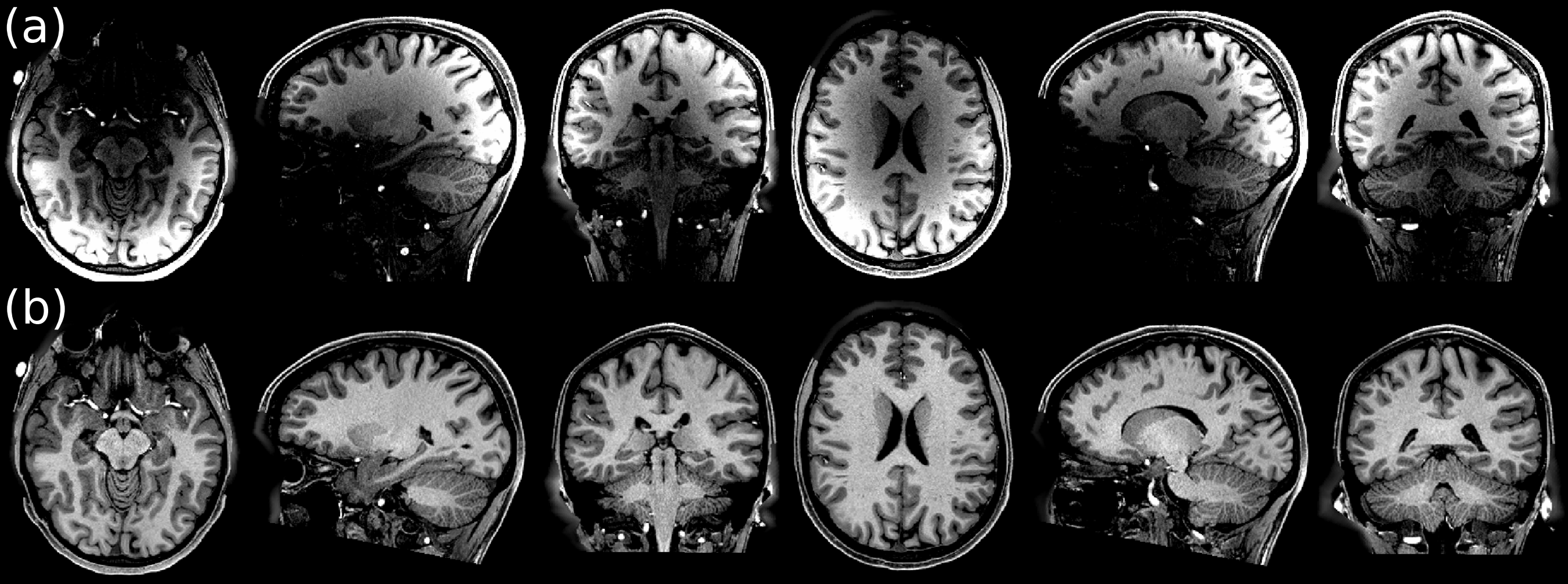


Figura 1. Diferencias en la homogeneidad de la señal en imágenes 3D T1w sin corrección (a) y luego de ser corregidas (b). Particularmente, es muy significativa la diferencia en los límites entre la sustancia blanca y la sustancia gris.

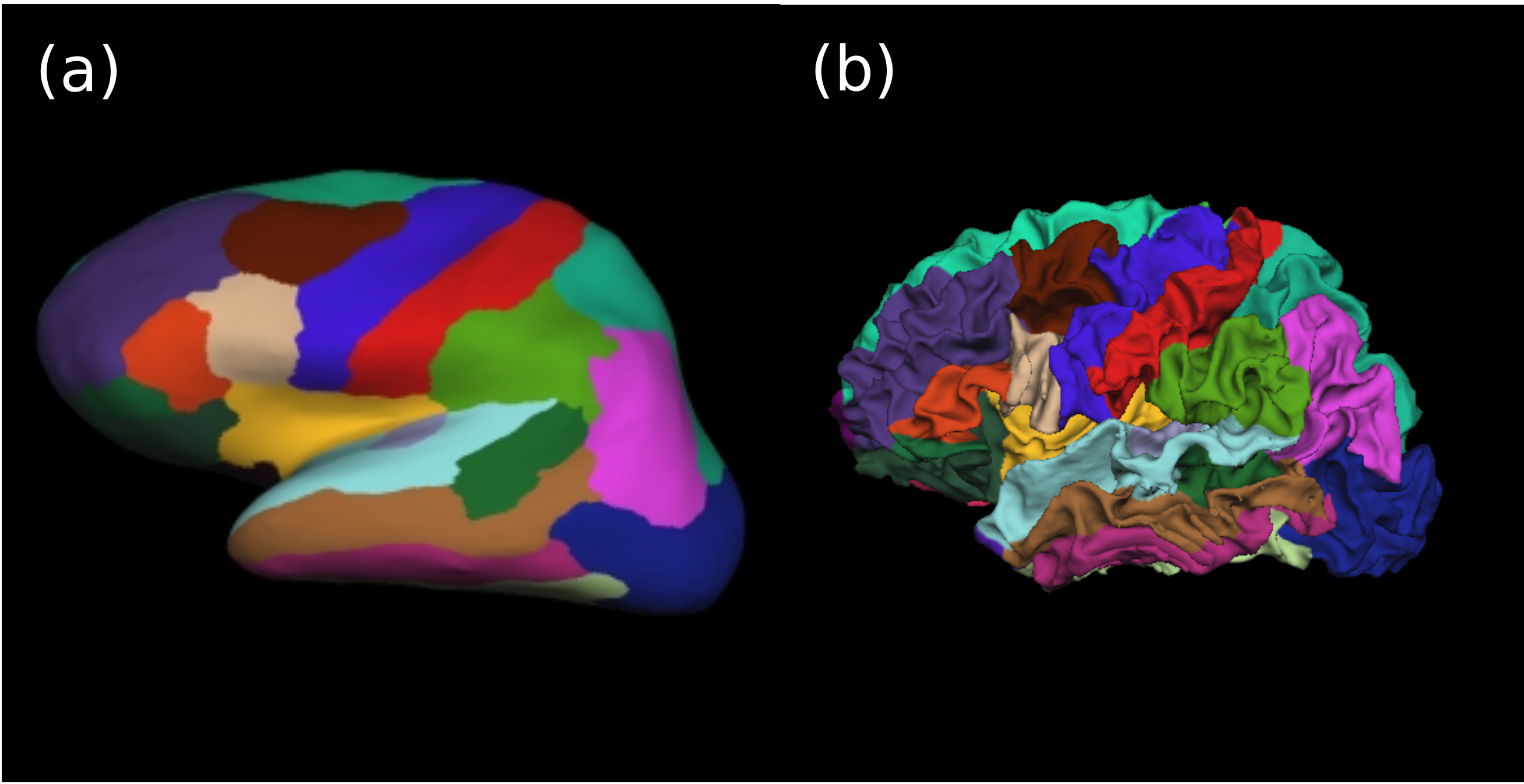


Figura 2. (a) Segmentación inflada al atlas cortical Desikan-Killiany. (b) Mismo atlas en el espacio real cortical del sujeto.

Resultados esperados

Mediante la implementación de estas secuencias anatómicas de alta definición y la corrección de los sesgos de campos se podrán realizar parcelaciones y segmentaciones cerebrales más precisas. Mejorar estos aspectos es vital para poder definir cómo crecen y se desarrollan nuestros cerebros y todos sus componentes. De esta forma se puede lograr identificar de manera más precisa cuando uno de estos componentes se desvía de su evolución normal a lo largo de la vida y se podrán detectar más eficientemente el inicio de diversas enfermedades neurodegenerativas y ralentizar así su desarrollo mediante tratamientos adecuados.

Procesamiento De Imágenes

La corrección de distorsiones en los mapas de los campos se realizará de acuerdo a los protocolos establecidos por el HCP mediante el software FSL a partir de imágenes de mapas de campos de fase y magnitud (Fig. 1). La reconstrucción cortical y la segmentación volumétrica de las imágenes anatómicas será realizada mediante la suite de análisis de imágenes Freesurfer. Este procedimiento incluye remoción de tejidos no pertenecientes al cerebro, transformación al espacio de Talairach, segmentación de la sustancia blanca subcortical y parcelación de los límites de sustancia blanca y gris, corrección automática topológica, y la deformación de la superficie siguiendo gradientes de intensidad para óptimamente reconocer la locación de los bordes de sustancia gris/blanca y sustancia gris/líquido cerebroespinal. Una vez que los modelos corticales están completos, un número de procedimientos de deformación se realizan incluyendo inflado de la superficie cortical cerebral (Fig. 2), corrección a un atlas esférico basado en patrones de plegado de surcos y giros corticales, parcelación de la corteza en unidades respecto a su estructura de plegamiento (Fig. 3), y la creación de una variedad de datos incluyendo mapas de curvatura y profundidad de los surcos. También el espesor de corteza será estimado como la distancia mínima entre el límites de sustancia gris/blanca hasta el límite de sustancia gris/líquido cerebroespinal en cada vértice de la superficie cortical reconstruida.

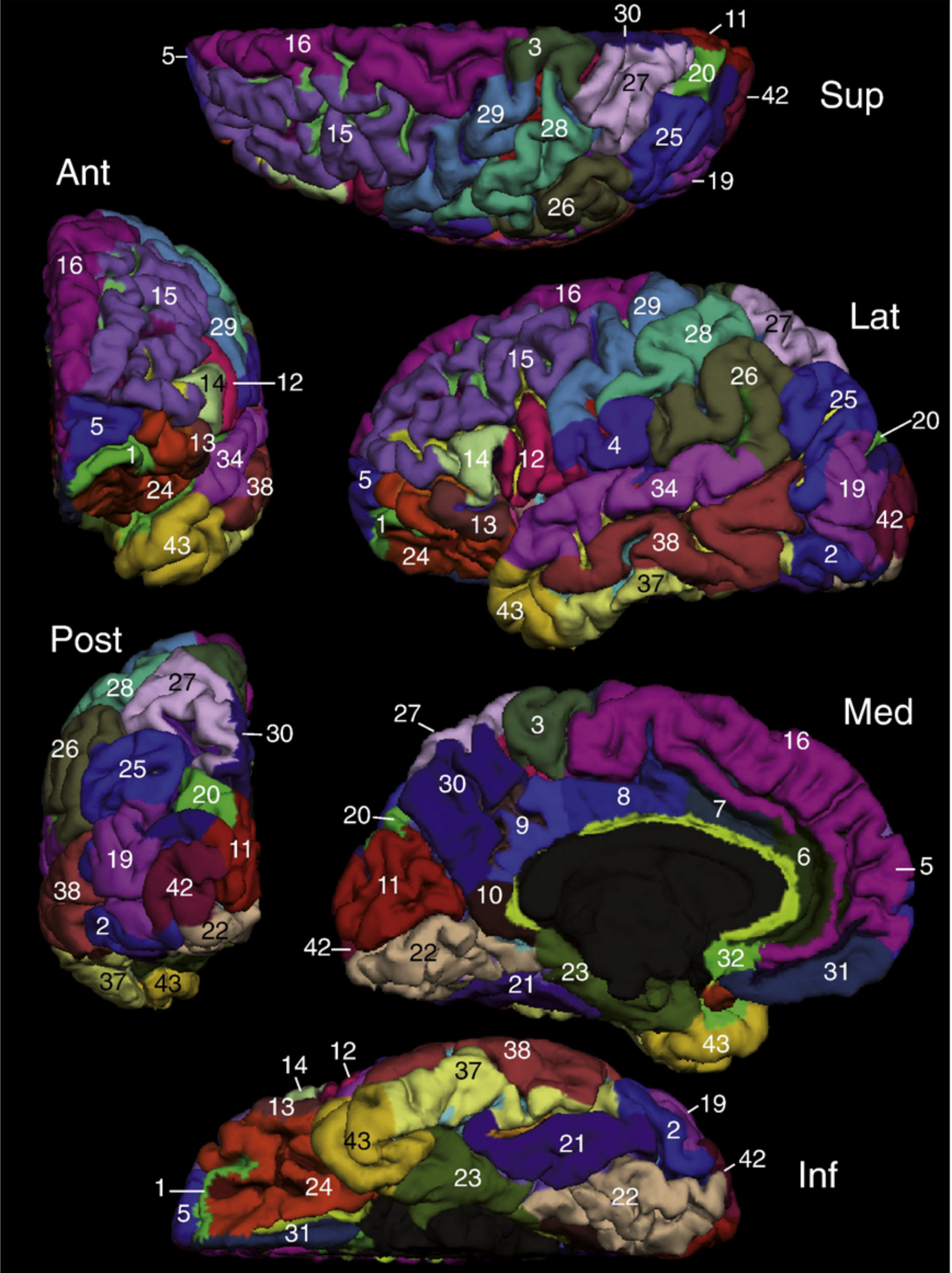


Figura 3. Mapa de parcelación basada en el atlas de Destrieux que contiene 74 regiones/ unidades corticales surco-giro.