



## UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

---

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA EFICACIA DE LOS DISPOSITIVOS PRANAN FRENTE A LA NEUTRALIZACIÓN DE LOS EFECTOS NOCIVOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LA ACTIVIDAD BIOELÉCTRICA CEREBRAL

Efecto de la inhibición externa (utilizando los dispositivos Phone y Phiwaves)  
a exposiciones electromagnéticas de radiofrecuencias emitidas mediante  
teléfonos móviles en la actividad eléctrica cerebral de EEG

---

**Investigador principal:** Tomás Ortiz Alonso.  
Catedrático del Departamento de Psiquiatría y Psicología Médica.  
Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid.  
*Telf. 91 3941497. Móvil: 607 154156. e-mail: tortiz@med.ucm.es*

Tecnología desarrollada  
y patentada por:



# **Efecto de la inhibición externa a exposiciones electromagnéticas de radiofrecuencias emitidas mediante teléfonos móviles en la actividad eléctrica cerebral de EEG**

TOMÁS ORTIZ ALONSO Y ANA MARÍA MARTÍNEZ ROBAYO

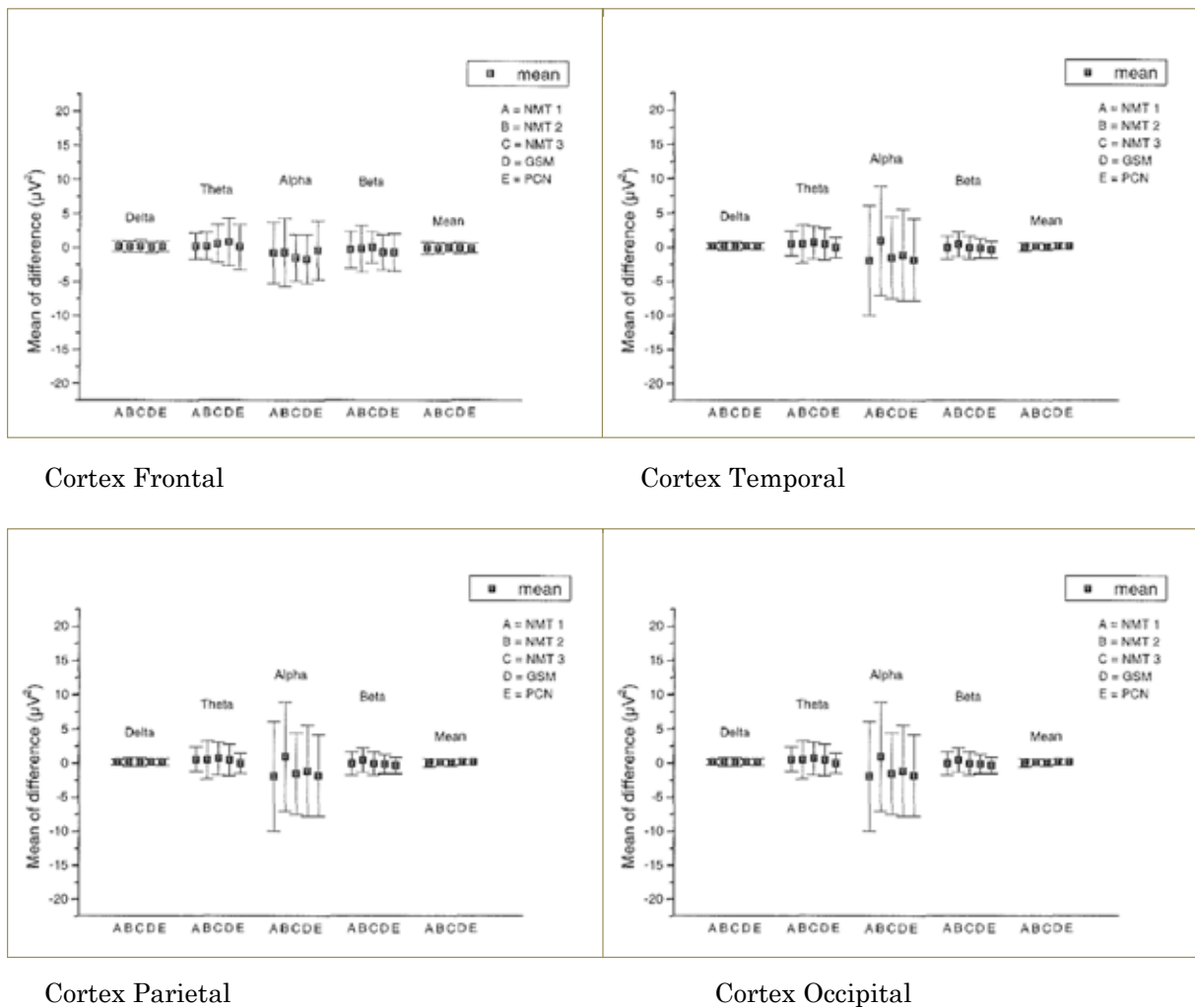
Departamento de Psiquiatría y Psicología Médica. Universidad Complutense de Madrid.

---

## **INTRODUCCIÓN**

El uso de los teléfonos móviles es una costumbre implantada en toda nuestra sociedad moderna que conlleva mucho tiempo diario de utilización de los mismos. Existe una gran inquietud en la población sobre la influencia que pueda tener la exposición diaria y continuada a este tipo de radiofrecuencias emitida por estos aparatos en el cerebro. Sin embargo diferentes trabajos han considerado que la potencia de emisión de radiofrecuencia de los teléfonos móviles es tan baja que no afecta a los sistemas biológicos (1-3) Anderson y col, 1995, Balzano y col, 1978, Spiegel 1982), otros en cambio, tanto en estudios con animales como con humanos, demuestran la importancia de exposiciones electromagnéticas de bajas frecuencias (50-60 Hz) en la actividad electroencefalográfica (4-6) Bell y col, 1992, Lyskov y col, 1993.

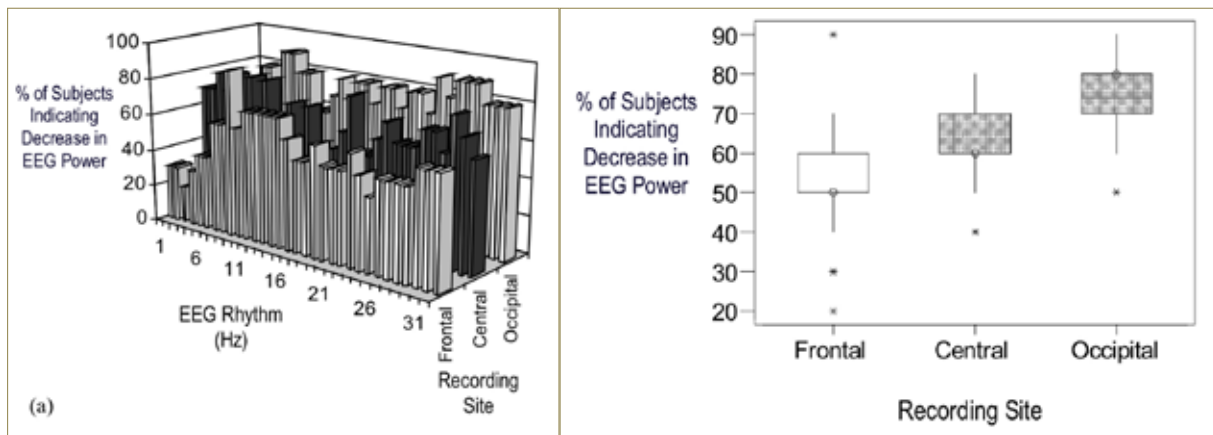
Existen numerosos trabajos de investigación llevados a cabo mediante el EEG en estado de vigilia que han encontrado determinadas modificaciones de oscilaciones cerebrales en función del uso de los mismos en las diferentes bandas de frecuencia. Diferentes autores llegan a la conclusión de que las exposiciones breves a radiofrecuencias electromagnéticas bajas no provocan cambios en las oscilaciones cerebrales (7-9) sin embargo otros consideran que pueden provocar cambios en la actividad eléctrica cerebral, principalmente en la frecuencia de la banda alfa (8-13 Hz) sobre las áreas posteriores del cerebro (10-11) Cook, Saucier, Thomas, Prato (2006) y Curcio y col (2003). Reiser (12)(1995) por otro lado comprobó cambios en las señales del EEG en exposiciones a la radiación de 900 MHz en cambio Roschke y Mann (13)(1996) no encontraron cambios a la misma frecuencia, pero Hietanen y colegas (14)(2000) que encuentran diferencias las diferentes frecuencias del EEG ante radiación electromagnética no encuentran dichas diferencias entre los distintos teléfonos celulares, que utilizaron (entre 900 y 1800 MHz). Otros consideran que aunque existen modificaciones en determinadas frecuencias, dichas modificaciones no pueden asociarse con patrones anormales electroencefalográficos (14) Hietanen y col, (2000). No obstante lo dicho, en este mismo estudio se comprobó un aumento de la banda delta de todos los teléfonos móviles durante la exposición a radiofrecuencia de 900 MHz (Figura, 1) (14) Hietanen y col, (2000).



**Figura 1.-** Diferencias medias en la energía absoluta de las diferentes bandas durante la exposición a diferentes tipos de teléfonos móviles (analógicos y digitales) a frecuencias de 900 MHz (A,B,C,D) y de 1800 MHz (E). Las diferencias significativas ocurrieron en la energía total de la banda delta en los teléfonos móviles NMT. (Hietanen y col, 2000)

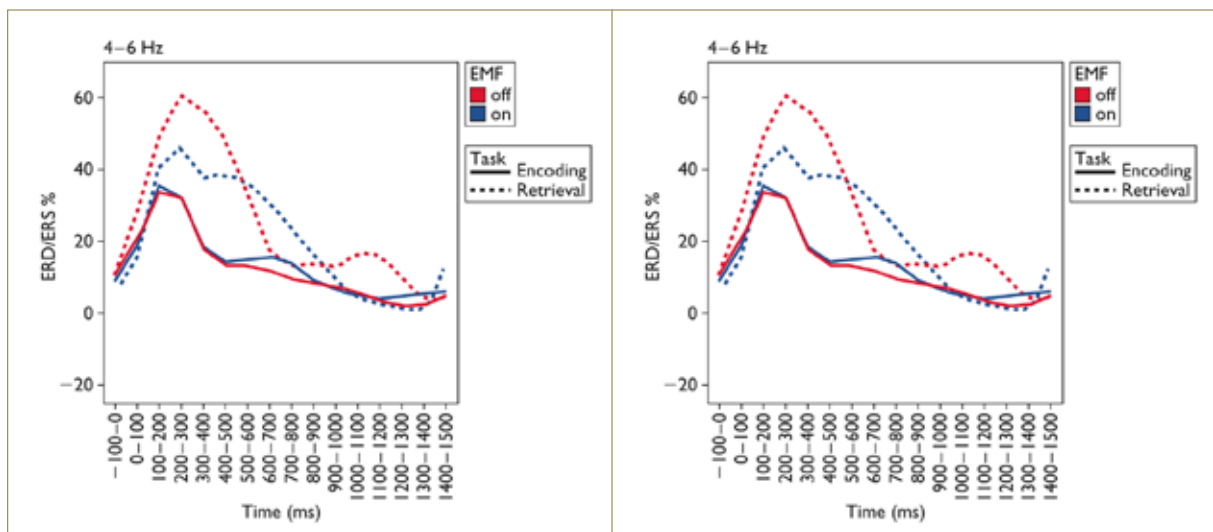
En cuanto a las diferentes formas de presentación de las ondas electromagnéticas Huber (15) (2002) encontró cambios en el rango de alpha durante la exposición a pulsos modulados pero no en la exposición a ondas continuas. Croft (16)(2002) encontró que la exposición a campos electromagnéticos disminuyó la actividad de la banda delta (1-4 Hz) en zonas del hemisferio derecho mientras se comprobó un aumento de la banda alfa (8-12 Hz) en zonas de la región central posterior. Kramarenko (17)(2003) utilizó un EEG telemétrico, y encontró que durante la exposición de 20-40 segundos a 900 MHz, los sujetos que recibieron las señales del teléfono mostraron un aumento de la actividad de onda delta en las áreas contralaterales fronto-temporales. Hinrikus (18)(2007) encontró un incremento en el ritmo de las bandas alfa y beta en sujetos expuestos a campos electromagnéticos de 450 MHz.

En un estudio llevado a cabo mediante la exposición a radiofrecuencia mediante teléfonos móviles se encontró, analizando toda la energía de las bandas (1-32 HZ), un aumento del número de sujetos que disminuían dicha energía tanto a nivel de áreas anteriores como posteriores, aunque con un mayor grado de decrecimiento en áreas posteriores (cortex occipital) y sobre todo en las bandas alfa y beta (Figura 2) (19) D'Costa y col, 2003.



**Figura 2.-** a)Media de la diferencia entre la exposición a radiofrecuencia y la no exposición de cada uno de los sujetos en cada una de las bandas (1-32 Hz) y b) Porcentaje de sujetos que manifiestan un decremento de los ritmos de EEG en las áreas frontales, centrales y occipitales.( D'Costa y col, 2003).

Un estudio llevado a cabo mediante sincronización/desincronización a nivel temporal demostró que entre los 200-400 milisegundos existía un aumento de la banda delta mientras que entre los 600-800 milisegundos se producía una disminución de las banda alfa (Figura 3)(20)Krause y col 2000).



**Figura.3** Media de los valores de ERD/ERS para bandas de frecuencia entre 4±6Hz, y 8±10Hz en función del tiempo y de la emisión electromagnética (on y off)(Kaurse y col, 2000)

Por otro lado en estudios llevados a cabo con diferentes tareas cognitivas, también se han encontrado diferencias significativas durante la exposición a campos electromagnéticos. Freude, Eulitz y colegas (21,22)(1998 a,b, 2000) reportaron alguna modulación del EEG durante la realización de algunas de las tareas, pero sus resultados no son consistentes. Krause (19) reportó cambios en el EEG en voluntarios sanos expuestos a un campo electromagnético de 902 MHz en la banda alfa y sobre todo durante una tarea de memoria, y, en un segundo trabajo, obtuvieron resultados similares en sujetos que realizaban una tarea de memoria visual. Sin embargo, no fueron capaces de reproducir los resultados en un estudio posterior (23 Krause, 2004). Jech (24)(2001) encontró cambios en la respuesta a tareas visuales. Papageorgiou (25)(2004) encontró que la energía en la

línea de fondo del EEG era mayor en los hombres, mientras que la exposición a determinadas frecuencias electromagnéticas disminuyó la energía del EEG en los hombres y aumentó en el de las mujeres. Además, en un pequeño estudio piloto, Krause (26)(2006) estudió el efecto de los campos electromagnéticos del teléfono móvil en las señales del EEG de 15 niños que realizaban una tarea de memoria auditiva. Los autores encontraron que la señal del teléfono móvil afectó las respuestas en las frecuencias de 4-8 Hz.

En relación con los potenciales evocados Hamblin y col (27)(2004) encontraron una disminución en la amplitud y la latencia de un componente sensorial (N100) y una disminución en la latencia de un componente cognitivo posterior (P300) durante la exposición electromagnética activa mientras realizaban una tarea auditiva. Sin embargo, los mismos autores, en un estudio posterior no encontraron evidencia de que la exposición aguda a un teléfono celular durante tareas auditivas y visuales afecte la actividad cerebral (Hamblin y col (28)(2006)). Papageorgiou y col (29)(2006) encontraron un aumento en la amplitud del componente P50 provocada por estímulos de baja frecuencia y una disminución provocada por estímulos de alta frecuencia.

Dentro de los estudios llevados a cabo durante actividades cognitivas, principalmente de memoria, Hinrichs y Heinze (30)(2004) encontraron que la exposición a un campo electromagnético de radiofrecuencia no afectaba las tareas de recuperación de memoria, aunque se afectaban los campos magnéticos relacionados con un evento. Maby y col (31)(2006) comprobaron, cuando los sujetos fueron expuestos a campos electromagnéticos generados por un teléfono móvil, mientras recibían un estímulo auditivo, un incremento en la amplitud de la onda P200 en el área frontal.

Varios estudios demuestran la incidencia de los teléfonos móviles en los diferentes ritmos cerebrales, en este sentido diferentes autores (32-34) Vecchio y col, 2007, 2010, 2012 han encontrado un menor decremento, ampliamente distribuido en el cerebro de la banda alfa, y una mayor rapidez en la reacción motora ante diferentes estímulos después de la exposición a teléfono móvil durante a un período de 45 minutos, lo que, según estos autores, puede contribuir a una mejora importante de la eficiencia neuronal cerebral. Es más, han encontrado diferencias importantes en función de la edad, de hecho comprobaron que las personas mayores incrementaban la coherencia interhemisférica a nivel fronto-temporal de la banda alfa mucho más que los jóvenes después de la exposición a la radiofrecuencia de un teléfono móvil.

Los resultados son muy variados y no existe un acuerdo unánime en la valoración de la incidencia de la exposición a un campo electromagnético de radiofrecuencia mediante teléfonos móviles en la modificación de las oscilaciones cerebrales, aunque si se comprueba la existencia de dicha modificación en las diferentes bandas analizadas. Recientemente Marino y Carrubba (35), en un estudio mediante metanálisis llevado a cabo sobre 55 artículos relacionados con la incidencia de los campos electromagnéticos mediante radiofrecuencia generada por los teléfonos móviles en los diferentes ritmos cerebrales o en el efecto del procesamiento cognitivo de estímulos visuales y auditivos en los potenciales evocados cerebrales, de los cuales 37 a favor y 18 en contra de los efectos inducidos por las emisiones de radiofrecuencia de los teléfonos móviles, llegan a la conclusión de que los artículos que plantean efectos positivos no han tenido en cuenta “family-wise error rate”, la presencia de “spike artifacts” en el EEG, o han confundido el rol de diferentes campos electromagnéticos emitidos por los teléfonos móviles, entre los artículos en contra se encuentran datos metodológicos que no han sido tenidos en cuenta como controles o capacidad de los análisis llevados a cabo. Todos los artículos, erróneamente, dan por hecho de que el cerebro mantiene un equilibrio inter e intra áreas cerebrales, también parece poco probable la reproducción de las emisiones electromagnéticas de los teléfonos móviles en la actividad cerebral entre otras cuestiones, lleva a estos autores a concluir que la cuestión científica acerca de la patofisiología de la incidencia de los campos electromagnéticos emitida por los teléfonos móviles, en relación con las medidas de la actividad eléctrica cerebral permanece todavía en entredicho.

## **OBJETIVO**

El objetivo del presente documento tiene como finalidad valorar la eficacia de la tecnología patentada por Pranan Technologies en aislamiento de campos electromagnéticos externos sobre los ritmos cerebrales de EEG durante estado de reposo y durante una actividad cognitiva llevada a cabo a través de teléfono móvil.

## **MATERIAL Y PROCEDIMIENTO**

### **Sujetos**

---

Se llevó a cabo un estudio piloto con veinte sujetos jóvenes de edades comprendidas entre 25-45 años, con estudios universitarios y sin ningún tipo de patología que afecte al sistema nervioso central. En el estudio participaron 20 sujetos entre 20 y 38 años con una media de 32.8 años, de los cuales 6 eran hombres y 14 mujeres.

### **Diseño experimental**

---

Se realizaron registros de electroencefalografía (EEG) de 3 minutos de duración en condición de ojos abiertos, en estado basal y con una tarea cognitiva de memorización de palabras en las dos condiciones experimentales (con y sin equipo de aislamiento de campos electromagnéticos) con el dispositivo Phione adherido en la parte posterior del teléfono móvil y portando el Phiwaves en el bolsillo de la camisa o chaqueta y sin dispositivos.

### **Procedimiento**

---

En primer lugar se llevó a cabo el registro de EEG sin equipo de aislamiento de campos electromagnéticos patentados por Pranan Technologies (Phione y Phiwaves) y con teléfono móvil activo en la condición de ojos abiertos en estado basal, posteriormente se hizo el registro con el equipo de aislamiento de campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves), en tercer lugar se llevó a cabo el tercer registro sin el equipo de aislamiento de campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves) más tarea cognitiva de memorización de palabras y por último se hizo el registro con una tarea similar de memorización de otras palabras más el equipo de aislamiento de campos electromagnéticos. Cada uno de los registros tuvo una duración máxima de tres minutos. Los registros se llevaron a cabo en una habitación insonorizada y a oscuras. Durante los registros de EEG el sujeto estaba cómodamente sentado en un sillón con ojos cerrados para la condición de ojos abiertos en estado basal y en la condición de con ojos abiertos más audición de palabras tanto sin como con el equipo de aislamiento de campos electromagnéticos.

Durante el registro de EEG el sujeto se mantenía con el teléfono móvil abierto en el primer estudio y en el segundo con el teléfono móvil abierto y el Equipo de aislamiento de campos electromagnéticos patentado por la empresa Pranan Technologies.

### **Técnica EEG**

---

El EEG fue registrado con 32 canales Neuronic equipo Medicid utilizando un electrocap estándar de 10/20. Se utilizaron 32 canales (Fz, pFz, Cz, pCZ, Pz, Oz, Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, PF3, PF4, pC3, C4, PC4, T1, T2, T3, T4, T3A, T4A, T5, T6, P3, P4, O1 y O2). La impedancia de los electrodos

se mantuvo por debajo de  $5k\Omega$ . El electrooculograma (EOG) fue grabado con dos pares de electrodos localizados en dirección horizontal (derecho) y vertical (izquierdo) para registrar el movimiento ocular. Se registraron los datos utilizando un electrodo de referencia localizado en el mastoide (derecho). La velocidad de muestreo fue de 1000 Hz. Las bandas de frecuencia de amplificador se establecieron entre 0.05–100 Hz.

## **Análisis del EEG**

---

Con los registros del EEG se realizó limpieza de artefactos de manera visual y por umbral, se realizó corrección de movimientos oculares, rechazo de canales por no suavidad y por amplitud e interpolación de los canales rechazados.

Los valores delta se calcularon entre 1 y 4 Hz, theta entre 4 y 8 Hz, alpha entre 4 y 13 Hz y beta entre 13 y 20 Hz. Los valores de las amplitudes EEG para cada banda se calcularon en banda ancha. Con los valores individuales de las amplitudes se realizaron los análisis de fuentes con el método LORETA.

Uno de los métodos para resolver el problema inverso (PI) es la tomografía eléctrica de baja resolución del inglés Low Resolution Electromagnetic Tomography (LORETA) Pascual Marqui y col. (33)(1994), situando restricciones anatómicas a las soluciones permitidas. Las fuentes de corriente se restringen a las zonas donde existe sustancia gris en la RM del individuo o a los estimados de probabilidad de existencia de sustancia gris derivados del Atlas RM Probabilístico del Instituto Neurológico de Montreal (PMA, Evans et. A., (34) 1993; Collins et al., (35) 1994; Mazziotta et al., (36) 1995. La LORETA elige la matriz H como el operador laplaciano, lo cual hace que se seleccione como mejor solución la más suave en el sentido de la derivada de segundo orden. En este caso, es común introducir restricciones anatómicas a partir del resolver PI restringido a aquellos puntos del enrejillado que pertenecen a la sustancia gris.

## **Estadística**

---

Con los valores de los LORETA individual, se calculó la media para las bandas EEG en Estado Basal (EB) y en la tarea de memoria en las condiciones de solo teléfono activo (ST) y teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (T+ICEM), es decir, teléfono más los dispositivos Phone y Phiwaves. Para hallar las diferencias significativas entre las 2 condiciones experimentales en las bandas EEG se utilizó la T2 de Hotelling dependiente, con Grados de libertad 3-19, y con un  $\alpha$  0.5 (10.71860),  $\alpha$  0,01 (17.38501) y  $\alpha$  0.001) y alpha 0.001 (29.26070 para las bandas delta, theta, alpha y beta. Estos análisis se realizaron con el software Neuronica Estadística.

## **RESULTADOS**

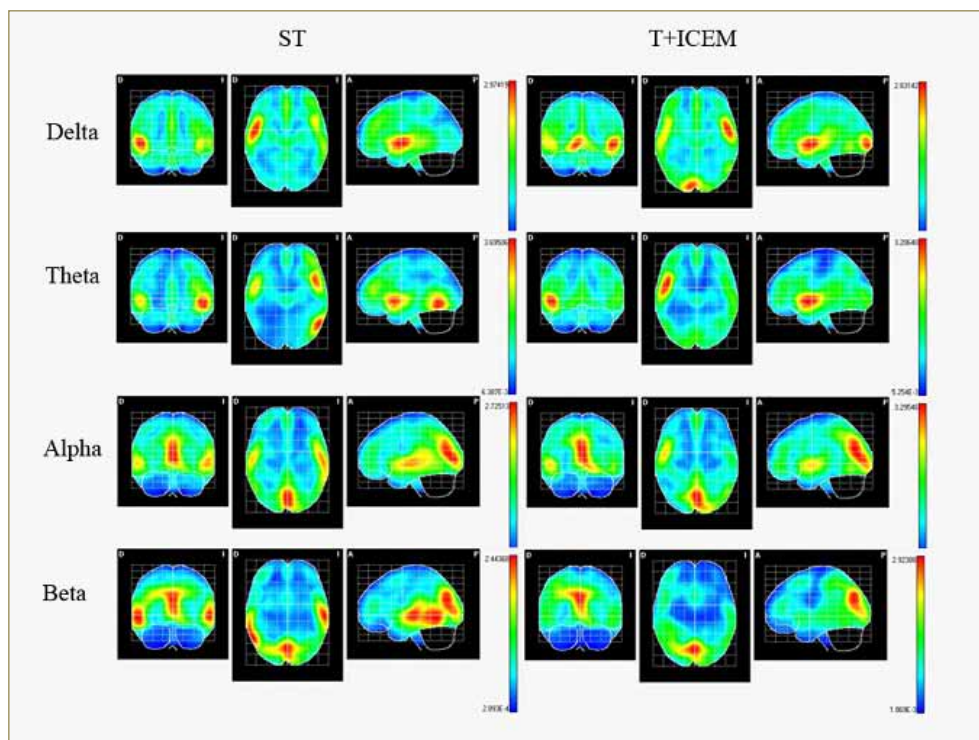
### **Estado Basal**

---

La actividad en voxels que se describe en las medias son las correspondientes a la máxima actividad (color rojo) y la energía más baja en los colores amarillo, verde y azul cian. La actividad más discreta no se describe y corresponde al resto de la corteza cerebral (color azul cobalto). En la figura 4 se presentan los mapas de las medias de los generadores de la actividad neuronal en las bandas EEG delta, theta, alpha y beta cuando se registra con solo teléfono (ST) y cuando se está con teléfono e inhibidor de campos electromagnéticos (T+ICEM) en estado basal (EB).



En la banda delta (0.5Hz- 4.0Hz) la máxima energía se proyecta en el giro temporal superior derecho (AB: 48, coordenadas X=40, Y=68, Z=88; voxels=2.9742); otras áreas de gran actividad neuronal son la ínsula derecha (color rojo), ínsula izquierda, giro temporal izquierdo (color amarillo); tallo cerebral, formación del hipocampo, uncus, región cingulada, lóbulo parietal superior, giros parahipocampal, occipitotemporal lateral y medial, temporal inferior y medio, frontal medio, supramarginal, pre central bilateral, tallo cerebral (color verde), tálamo, precuneus y giro post central bilateral (color azul cian) en la condición ST; y en la condición T+ICEM (teléfono más Phione y Phiwaves), la máxima actividad neuronal se proyecta en el giro temporal superior izquierdo, AB: 38; X=140, Y=68 y Z=88; voxels = 2.83142); otras áreas de gran actividad neuronal son el giro temporal superior derecho, frontal inferior izquierdo y precentral bilateral, giro lingual y cuneus bilateral (color amarillo), formación del hipocampo, región cingulada, giro parahipocampal bilateral, cortex orbitofrontal lateral y medial, cortex occipitotemporal lateral y lingual bilateral y tallo cerebral (color verde) (ver figura 4).



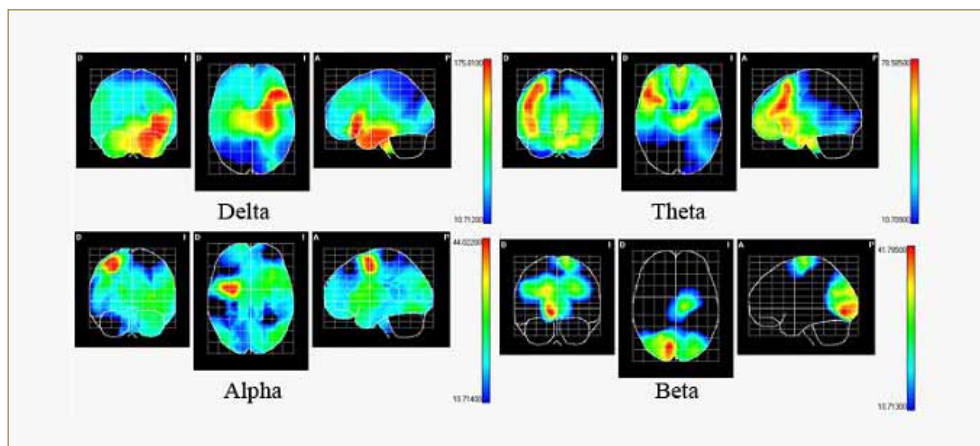
**Figura 4.** Vista horizontal coronal y medio sagital de la media de las soluciones LORETA de la proyección de los generadores de la energía neuronal en condición de solo teléfono y teléfono con inhibidor de campos magnético en estado basal. ST: Sólo teléfono. T+ICEM: teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves).

En la banda theta (4Hz-8Hz) la máxima energía neuronal se proyecta en el giro occipitotemporal lateral izquierdo (AB: 37, X=140, Y=64 y Z=152, voxels= 3.6951); la proyección de gran energía neuronal también se proyecta en giro frontal inferior, temporal medio, superior derecho (color rojo), lóbulo parietal superior, giro angular izquierdo, giro frontal superior, medio y precentral derecho, y giro post central, frontal medio y región cingulada bilateral (color verde) en condición ST y en la condición T+ICM, la máxima energía neuronal se proyecta en el giro temporal superior derecho (AB:48, X=40, Y=68, Z=88; voxel=3.2064); la proyección de la mayor energía cerebral también se proyecta en giro precentral e ínsula derecha (color rojo), giros precentral, temporal superior, ínsula, lóbulo parietal superior izquierdo, giros temporal medio, e inferior, frontal inferior, lingual, occipitotemporal lateral y medial, región cingulada, polo occipital bilateral y tallo cerebral (color verde) y post central y formación del hipocampo bilateral (azul cian, ver figura 4).



En banda alpha (8-13Hz) la proyección de la máxima energía cerebral se proyecta en cuneus izquierdo (AB:17, X=92, Y=80,Z=172; voxels=0.2829); además la energía neuronal se proyecta sobre el cuneus izquierdo, precuneus y temporal bilateral (color rojo), supramarginal y temporal medio izquierdo (color amarillo), lóbulo parietal superior, giros frontal inferior, temporal inferior, occipitotemporal inferior, parahipocámpal, polo occipital, lóbulo parietal superior, ínsula y región cingulada bilateral, giro supramarginal, temporal medio derecho (color verde) y en giros frontal medio y precentral bilateral (azul cian, ver figura 4) en condición ST; en condición T+ICM, la máxima energía neuronal se proyecta en cuneus derecho (AB:18, X=88, Y=96,Z=160 y voxels=3.2955); también la energía se proyecta en cuneus izquierdo, giro lingual, pre central y temporal superior derecho, y precuneus bilateral (color rojo), giros post central y temporal medio, lóbulo parietal superior, región cingulada bilateral, giros occipital medio, angular derecho y giro temporal inferior izquierdo (color verde) y giro orbito frontal medio, frontal medio y tálamo bilateral, giros angular y precentral izquierdo, y tallo cerebral (color azul cian, ver figura 4).

En la banda beta (13-20 Hz) la proyección de la máxima energía neuronal se proyecta en el giro temporal medio derecho (AB 37, X=32, Y=68, Z=144; voxels=2.4437); también la energía cerebral se proyecta en el giro temporal superior, cuneus y precuneus bilateral, giros lingual y supramarginal izquierdo (color rojo), lóbulo parietal superior y giro occipital superior derecho (color amarillo), lóbulo parietal superior, giro occipital superior izquierdo, giro supramarginal derecho, giros occipital medio, angular y post central bilateral (color verde), giros frontal medio e inferior y región cingulada bilateral (color azul cian, ver figura 4) en condición ST; en condición T+ICM la máxima energía se proyecta en cuneus bilateral con mayor energía en izquierdo (AB17, X=88, Y=100, Z=164, voxels=2.92388), precuneus derecho, lingual bilateral (color rojo), precuneus, giro occipital superior derecho (color amarillo), giros temporal superior, inferior, occipital, ínsula izquierda, giro temporal derecho, giros temporal medio, angular, occipitotemporal medial, polo occipital, lóbulo parietal superior bilateral (color verde), giro temporal inferior, ínsula izquierda, giro temporal superior, precentral, giro frontal medio y superior derecho, giro supramarginal, post central, región cingulada bilateral (color azul cian, ver figura 4).

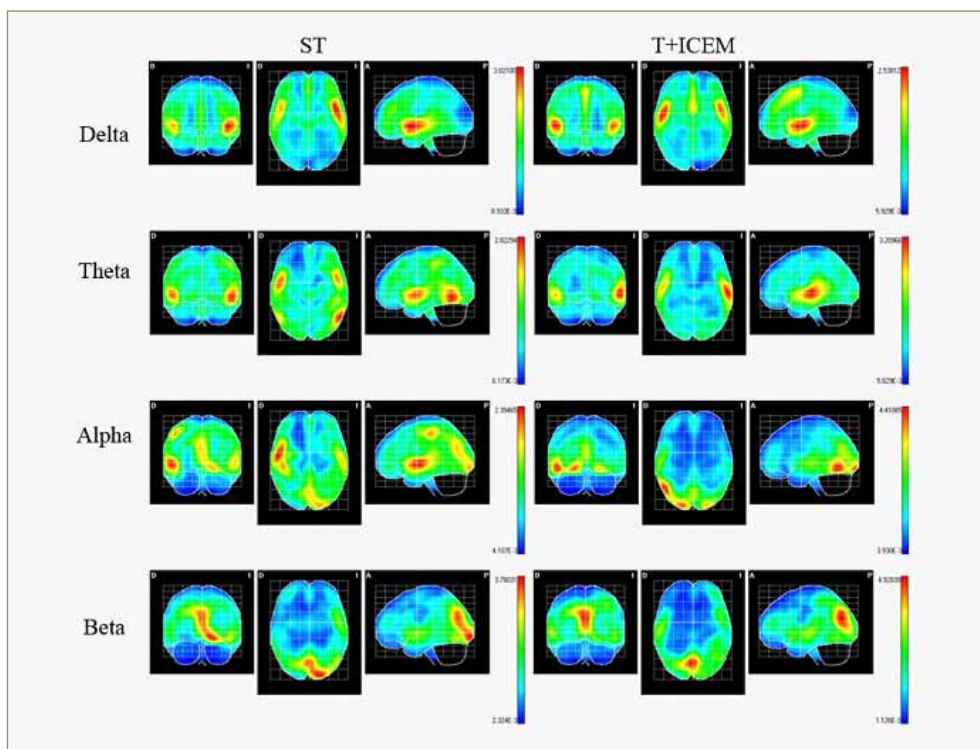


**Figura 5.** Vista horizontal coronal y medio sagital de las diferencias significativas de las soluciones LO-RETA de la proyección de los generadores de la actividad neuronal en condición de solo teléfono y teléfono con inhibidores (Phione y Phiwaves) de los campos electromagnéticos en estado basal.

En la figura 5 se muestran los mapas de las diferencias significativas de las bandas EEG en las dos condiciones experimentales en EB. Cuando se registra la actividad EEG exhibe en la banda delta una reducción de la energía en EB con el ICEM (Phione y Phiwaves) en la región límbica (formación del hipocampo, giro del hipocampo, uncus, región cingulada bilateral), Ínsula, áreas subcorticales (tálamo, núcleo caudado, putamen bilateral), tallo cerebral. En el resto de la corteza

la reducción de la energía es alternante (ver figura 5, tabla 1). En la banda theta, se observa una reducción de la energía en EB con el ICEM en áreas límbicas (giro del hipocampo, formación del hipocampo, uncus bilateral), áreas subcorticales (putamen izquierdo), en áreas temporales y occipitales la reducción se observa en izquierdo. En el resto de la corteza la reducción de la energía es alternante (ver figura 5 y tabla 2). En la banda alpha la reducción de la energía con el ICEM en EB es alternante con tendencia al aumento de la energía en áreas tanto corticales como subcorticales (ver figura 5 y tabla 3). En la banda beta, la reducción de la energía con el ICEM en EB se proyecta en áreas frontales (giro frontal superior y media, precentral bilateral) y en áreas occipitales y parietales es alternante (ver figura 5, tabla 4).

## Tarea de memoria de palabras



**Figura 6.** Vista horizontal coronal y medio sagital de la media de las soluciones LORETA de la proyección de los generadores de la actividad neuronal en condición de solo teléfono y teléfono con inhibidor de campos magnético en tarea de memoria. ST: Sólo teléfono. T+ICEM: teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves).

En la figura 6 se presentan los mapas de las medias de los generadores de la actividad neuronal en las bandas EEG delta, theta, alpha y beta cuando se registra con solo teléfono (ST) y cuando se está con teléfono e inhibidor de campos electromagnéticos (T+ICEM) en memoria de palabras. En la banda delta (1 Hz-4 Hz) en condición ST en la tarea de memoria de palabras la máxima energía se proyecta en el giro temporal superior izquierdo (AB:48, coordenadas X=140, Y=66, Z=86; voxels=3.02100), giro precentral bilateral (color rojo), post central izquierdo (color amarillo), estructuras temporales superiores, medias e inferiores, frontales medio, inferior y orbito frontal, lóbulo límbico (giro del hipocampo y formación del hipocampo, uncus, región cingulada), lóbulo parietal superior bilateral, tallo cerebral (color verde), estructuras occipitales (giro superior y polo occipital) y el tálamo bilateral (color verde, ver figura 6); y en la condición T+ICEM en tarea de memoria de palabras, la energía se proyecta en el giro temporal medio derecho (AB:38, X=140, Y=68 y Z=88, voxels=2.53812), giros temporal medio izquierdo, precentral, frontal inferior, e ínsula bilateral

(color rojo), giro frontal medio bilateral (color amarillo), giros temporal medio e inferior, post central, occipitotemporal lateral y medio, formación del hipocampo, región cingulada, lóbulo parietal superior bilateral, tallo cerebral (color verde), uncus, formación del hipocampo, cuneus y el giro parahipocampal bilateral (color verde) (ver figura 6).

En la banda theta (4Hz-8Hz) en condición ST en la tarea de memoria de palabras la máxima energía neuronal se proyecta en el giro occipitotemporal lateral izquierdo (AB:37, X=140, Y=64 y Z=152, voxels=2.82294), giros temporal superior, precentral bilateral, giro temporal medio y frontal inferior izquierdo (color rojo), giro temporal medio derecho (color amarillo), giro frontal medio, occipitotemporal medio y superior, angular, supramarginal, parahipocámpico, lóbulo parietal superior, formación del hipocampo, región del cíngulo, precuneus bilateral, giro frontal inferior derecho, tallo cerebral (color verde), giro rontal superior, tálamo bilateral (color azul cian); y en la condición T+ICM en tarea de memoria de palabras la energía se proyecta en el giro temporal superior bilateral (AB:48, X=40, Y=68, Z=88; voxel=3.2064) con mayor energía en el izquierdo (color rojo), giros temporal medio, inferior, medial, supramarginal, angular, precentral, post central, frontal medio, lóbulo parietal superior, región cingulada, precuneus bilateral (color verde), cuneus, tálamo, giros orbitofrontal, occipital medio, parahipocampal, frontal inferior bilateral, giro occipital superior izquierdo y tallo cerebral (color verde) (ver figura 6).

En banda alpha (8Hz-13Hz) en condición ST en la tarea de memoria de palabras, la proyección de la máxima energía cerebral se proyecta en temporal superior bilateral con máxima proyección en derecho (AB:48, X=36, Y=72, Z=92; voxels=2.39465), ínsula, cuneus, giro lingual bilateral, precuneus izquierdo, post central derecho (color rojo), giros temporal superior, medio e inferior, frontal superior, medio e inferior, orbito frontal, precentral, occipitotemporal lateral y medial, angular, supramarginal, pre central, lóbulo parietal superior, polo occipital bilateral (color verde), giro occipital, polo occipital derecho, formación del hipocampo izquierdo, tálamo, uncus región cingulada bilateral (color azul cian, ver figura 6); y en la condición T+ICEM en tarea de memoria de palabras la máxima energía neuronal se proyecta en el giro temporal medio derecho (AB:37, X=40, Y=64, Z=152 y voxels=3.2955), giro occipitotemporal lateral derecho (color rojo), cuneus derecho (color amarillo), giros temporal superior y lingual, región cingulada, polo occipital precuneus bilateral, giros precentral, occipital medio y superior, lóbulo parietal superior derecho, cuneus izquierdo (color verde), giros orbito frontal medial y frontal medio, post central, angular, supramarginal bilateral, giros frontal inferior, occipital medio y superior derecho, giro precentral, temporal medio, lóbulo parietal superior izquierdo (color azul cian, ver figura 6).

En la banda beta (13Hz-20Hz) en condición ST en la tarea de memoria de palabras, la energía se proyecta en giro lingual bilateral con mayor energía en el izquierdo (AB:18, X=108, Y=64, Z=184 y voxels=3.78031), precuneus bilateral (color rojo), giro occipitotemporal lateral izquierdo (color amarillo), giros temporal medio y superior, occipital medio y superior, occipitotemporal medial, precuneus, región cingulada, lóbulo parietal superior bilateral, giros frontal inferior, orbitofrontal, occipital inferior izquierdo (color verde) y giros temporal superior e inferior, post central, frontal medio bilateral, polo occipital medio, ínsula y giro frontal inferior derecho (color azul cian), y en la condición T+ICM en tarea de memoria de palabras la máxima energía neuronal se proyecta en el precuneus bilateral con mayor proyección en el derecho (AB:7, X=88, Y=100, Z=160 y voxels=4.92839), cuneus bilateral y lóbulo parietal superior derecho (color rojo), lóbulo parietal superior, polo occipital, giros frontal inferior, occipitotemporal lateral y medial, temporal medio, precentral bilateral, post central, angular, frontal medio izquierdo, giros supramarginal y temporal superior derecho (color verde), giros frontal medio, supramarginal, temporal superior izquierdo, giros post central, angular, frontal medio, temporal inferior derecho y tallo cerebral (color azul cian, ver figura 6).

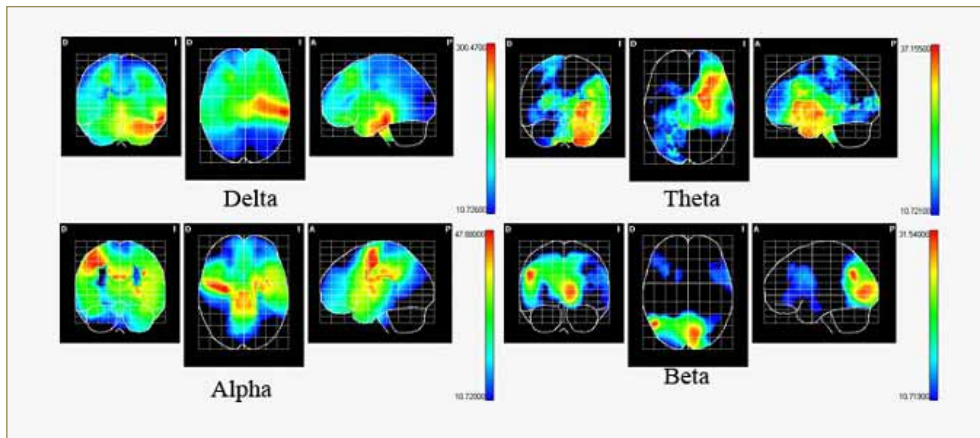


Figura 7. Vista horizontal coronal y medio sagital de las diferencias significativas de las soluciones LORETA de la proyección de los generadores de la actividad neuronal en condición de solo teléfono y teléfono con inhibidores de los campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves) en tarea de memoria.

En la figura 7 se muestran los mapas de las diferencias significativas de las bandas EEG en las dos condiciones experimentales en la tarea de memorización de palabras donde la reducción de la energía es mayor que en la condición de EB cuando se utiliza el ICEM (Phione y Phiwaves). En la banda delta se observa una reducción de la energía cuando con el ICEM (Phione y Phiwaves) en casi toda la corteza cerebral (ver figura 7, tabla 5). En la banda theta la reducción de la energía en la tarea de memoria y con el ICEM (Phione y Phiwaves) se reduce la energía en áreas subcorticales (tálamo, núcleo caudado y acumbens y globo pálido). En el resto de la corteza la reducción es alterna- nante con tendencia a la reducción de la energía cuando se utiliza el ICEM (Phione y Phiwaves) (ver figura 7, tabla 6). En la banda alpha la reducción de la energía con el ICEM (Phione y Phiwaves) se proyecta en el lóbulo temporal (giros temporal medio y superior bilateral y giro inferior izquierdo, parietal (giro post central, angular bilateral, supramarginal izquierdo y lóbulo parietal superior bilateral), ínsula izquierda. En el resto de la corteza la reducción de la energía es alternante con tendencia a la reducción (ver figura 7, tabla 7). En la banda beta por el contrario de las demás bandas en tarea de memoria de palabras, la energía aumenta cuando se utiliza el ICEM (Phione y Phiwaves) (Ver figura 7, tabla 8).

## ANÁLISIS GLOBAL

1.- En relación con las bandas comprobamos que el ICEM (Phione y Phiwaves) inhibe principal- mente las bandas lentas, con mayor incidencia en la banda delta y no tiene mayor incidencia en las bandas rápidas, principalmente en la banda beta, en la que el efecto es al contrario puesto que la aumenta. Estos resultados estarían asociados con una mejora de la función neuronal al entender que las ondas lentas generalizadas están asociadas con procesos hipofuncionantes mientras que las bandas rápidas tendrían una función asociada con una mayor actividad cerebral.

2.- Desde la perspectiva de asimetría cerebral el ICEM (Phione y Phiwaves) inhibe principal- mente el HI en la tarea de palabras, propia de este hemisferio, en las bandas lentas. Este resultado indica una mejora neurofuncional del HI que podría redundar en mejora en las funciones cognitivas verbales asociadas con dicho hemisferio.

3.- Desde la perspectiva topográfica vemos que el ICEM (Phione y Phiwaves) inhibe estructuras cerebrales anteriores y mediales en las bandas lentas, estructuras cerebrales centrales en la banda

alfa y estructuras cerebrales posteriores en la banda beta. Esto podría tener una enorme incidencia en los procesos cognitivos mas complejos asociados con las áreas anteriores cerebrales. Por otro lado establece un patrón antero posterior en la organización de la dinámica funcional de las oscilaciones cerebrales que podría demostrar nuevos procesos de funcionamiento cerebral tanto en estado basal como durante la realización de pruebas cognitivas.

4.- Desde el punto de vista de inhibición global comprobamos que el ICEM (Phione y Phiwaves) inhibe alrededor de un 80% de áreas cerebrales en las bandas lentas, lo que permite una mejora neurofuncional global capaz de mantener el cerebro en mejores condiciones frente a diferentes actividades cerebrales o conductuales. Estos datos son clave para demostrar una mejora importante a nivel neurofuncional que determina una mejor eficiencia neuronal ante cualquier situación en la que el cerebro tenga que dar una respuesta cognitiva.

5.- Se comprueban diferencias importantes en la inhibición de diferentes oscilaciones de EEG en diferentes estructuras cerebrales entre el estado basal y la memorización de palabras, hay mayor inhibición durante la tarea de memorización de palabras a nivel global, siendo más específica e intensa la inhibición con el ICEM (Phione y Phiwaves). Esto tiene una relevancia importante puesto que el uso del teléfono se lleva a cabo siempre utilizando el lenguaje verbal, si el ICEM (Phione y Phiwaves) es capaz de inhibir más y mejor durante la escucha de palabras, la posibilidad de mejora neurofuncional durante funciones cognitivas verbales llevadas a cabo mediante teléfonos móviles será mucho mas eficiente mientras se esté con el ICEM (Phione y Phiwaves).

6.- Diferencias significativas en Estado basal: diferencias significativas, con reducción global de la banda delta y theta en áreas límbicas, subcorticales y talámicas, responsables de los procesos emocionales y memorísticos mientras que las bandas alfa y beta se observan aumentos que se llevan a cabo de forma alternante en áreas corticales con el ICEM (Phione y Phiwaves). Este resultado en estado basal permite entender el efecto del ICEM en términos de mejora de la dinámica funcional global de cerebro en el estado de reposo (Phione y Phiwaves).

7.- Diferencias significativas en Memoria de palabras: las diferencias significativas de las bandas EEG en las dos condiciones experimentales en la tarea de memorización de palabras la reducción de la energía es mayor que en la condición de estado basal cuando se utiliza el ICEM (Phione y Phiwaves). En tarea de memorización de palabras se observa una reducción de la energía cuando con el ICEM en casi toda la corteza cerebral en la banda delta, en cambio en la banda theta la reducción de la energía se localiza principalmente en áreas subcorticales; en la banda alpha la reducción de la energía con el ICEM (Phione y Phiwaves) se proyecta en el lóbulo temporal, parietal principalmente. Por último en la banda beta la energía aumenta cuando se utiliza el ICEM (Phione y Phiwaves). Estos resultados permiten entender una mejora importante en la eficiencia neuronal durante tareas cognitivas verbales llevadas a cabo a través del teléfono móvil.



## CONCLUSIONES

El ICEM (Phione y Phiwaves) tiene un efecto significativo en todas las bandas cerebrales, siendo su mayor incidencia en las bandas lentas, tanto en la banda delta como en la banda theta. Las bandas rápidas manifiestan comportamientos diferentes en los que se alterna reducciones significativas en determinadas estructuras cerebrales combinadas con activaciones significativas en otras áreas cerebrales. Por otro lado la incidencia del ICEM (Phione y Phiwaves) afecta a la mayoría de áreas cerebrales con una gran incidencia en el hemisferio izquierdo, sobre todo durante la tarea de memoria de palabras. Mejora la capacidad funcional durante tareas cognitivas y mejora el estado general funcional cerebral en estados basales. El efecto del ICEM (Phione y Phiwaves) es de tal magnitud, coherencia neurofuncional y diferencias significativas de una gran mayoría de áreas cerebrales que podemos justificar su eficacia en la modificación de determinadas oscilaciones cerebrales y su eficacia como inhibidor de los campos electromagnéticos.

*Madrid, 24 de julio de 2012*

**D. Tomás Ortiz Alonso**

*Catedrático del Departamento de Psiquiatría y Psicología Médica  
Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid.*



AAL	AB	T <sup>2</sup> Hotelling		Co-ordenadas			Voxels MI	
		Voxels MI		X	Y	Z	X ST	X T+ICEM
Giro orbito frontal lateral izquierdo	47	175.8100	*	132	48	60	<b>0.2144</b>	0.1971
Giro orbito frontal lateral derecho	11	88.1525	*	72	50	75	<b>0.2998</b>	0.2616
Giro frontal medio izquierdo	10	78.4506	*	118	11	47	<b>0.7701</b>	0.6955
Giro frontal medio izquierdo	9	54.1824	*	61	112	54	0.7091	<b>0.7907</b>
Giro frontal superior derecho	9	57.8071	*	76	111	40	<b>0.5504</b>	0.3759
Giro frontal medio izquierdo	9	41.5305	*	95	53	37	<b>0.9309</b>	0.8110
Giro frontal medio derecho	11	46.0245	*	87	59	37	<b>1.2469</b>	1.1208
Giro frontal inferior izquierdo	47	168.7566	*	129	71	68	1.5479	<b>1.7765</b>
Giro frontal inferior derecho	47	64.2233	*	45	67	68	<b>1.9101</b>	1.7938
Giro pre central derecho	4	69.6996	*	37	102	100	<b>0.6247</b>	0.5954
Giro pre central izquierda	3	19.8718	***	112	149	129	<b>0.3139</b>	0.2202
Giro temporal medio izquierdo	20	125.5968	*	127	33	71	0.2480	<b>0.2542</b>
Giro temporal medio derecho	21	67.64566	*	38	72	120	1.0253	<b>1.1519</b>
Giro temporal superior izquierdo	38	135.3494	*	127	38	70	0.3629	<b>0.3737</b>
Giro temporal superior derecho	48	75.0223	*	48	87	117	0.4699	<b>0.5151</b>
Giro temporal inferior izquierdo	20	116.5758	*	49	46	108	<b>0.6601</b>	0.5494
Giro angular derecho	39	23.7066	*	43	96	142	0.3196	<b>0.5906</b>
Giro parietal superior derecho	7	10.9194	***	62	124	162	0.2875	<b>0.5624</b>
Giro post central derecho	6	77.7968	*	42	116	89	1.0372	1.0120
Giro post central izquierdo	6	17.7565	***	112	113	121	0.0915	<b>0.1391</b>
Polo occipital izquierdo	18	67.1676	*	126	88	184	0.0883	<b>0.1103</b>
Giro occipital superior izquierdo	19	74.0265	*	123	96	180	0.2312	<b>0.3652</b>
Giro occipital inferior izquierdo	18	55.6119	*	125	76	175	0.3987	<b>0.6186</b>
Giro occipital inferior izquierdo	19	55.6406	*	126	79	172	0.3929	<b>0.6776</b>
Giro occipital medio izquierdo	18	66.3751	*	122	84	176	0.3829	<b>0.6776</b>
Cuneus izquierdo	17	23.1756	**	99	80	156	<b>0.8286</b>	0.5660
Cuneus derecho	17	13.3266	***	83	83	156	<b>0.8533</b>	0.8249
Giro temporooccipital medial derecho	30	67.9237	*	72	59	129	<b>0.2895</b>	0.2736
Giro temporooccipital medial izquierdo	19	63.9166	*	123	85	172	0.3363	<b>0.5381</b>
Giro temporooccipital lateral derecho	20	107.0667	*	59	44	116	<b>0.6020</b>	0.5096
Giro temporooccipital lateral izquierdo	30	158.9847	*	118	47	116	<b>0.6788</b>	0.5708
Giro para hipocámpico izquierdo	36	163.9821	*	114	41	104	<b>1.0538</b>	0.9306
Giro para hipocámpico derecho	36	128.9790	*	70	36	104	<b>0.8314</b>	0.7046
Formación del hipocampo izquierdo	36	167.6633	*	114	50	104	<b>0.9708</b>	0.8596
Formación del hipocampo derecho	36	124.8787	*	68	56	104	<b>0.6092</b>	0.5226
Uncus derecho	28	118.7807	*	71	41	88	<b>0.6096</b>	0.5076
Uncus izquierdo	28	165.1794	*	116	45	88	<b>0.7871</b>	0.7318
Región cingulada izquierdo	24	53.2444	*	95	103	64	<b>1.2930</b>	1.1564
Región cingulada derecho	24	54.3773	*	84	102	64	<b>1.1699</b>	1.0432
Ínsula izquierda	47	169.7718	*	125	71	68	<b>1.0639</b>	0.9491
Ínsula derecha	47	65.8044	*	51	60	68	<b>1.6162</b>	1.4532
Tálamo izquierdo	NA	106.1918	*	97	73	108	<b>0.4708</b>	0.4474
Tálamo derecho	NA	11.3866	*	86	70	108	<b>0.5431</b>	0.5113
Núcleo caudado izquierdo	NA	63.3937	*	108	69	71	<b>0.1088</b>	0.0982
Núcleo caudado derecho	NA	34.5297	*	74	64	68	<b>0.0930</b>	0.0865
Putamen izquierdo	NA	78.8673	*	119	68	104	<b>0.0118</b>	0.0111
Putamen derecho	NA	34.1000	*	61	69	104	<b>0.0123</b>	0.0119
Cerebelo izquierdo	NA	153.4959	*	108	34	107	<b>0.5347</b>	0.4751
Cerebelo derecho	NA	93.2919	*	72	49	184	0.552	<b>0.6528</b>
Tallo cerebral	NA	159.2816	*	104	43	104	<b>1.0192</b>	0.9094

**Tabla 1.** Media y diferencias significativas (T<sup>2</sup> de Hotelling) de las soluciones LORETA en banda delta en estado basal con solo teléfono y con el inhibidor de campos electromagnéticos. AAL: Anatomical label corresponding to probabilistic MRI atlas of Montreal (PMA). AB: áreas de Brodmann. NA: No aplica “para áreas de

Brodmann”. MI: Máxima Intensidad. X ST: media sólo teléfono. X T+ICEM: media de teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). T2 de Hotelling: Valor del pico de actividad significativa en voxels. < 0.001: \*, <0.01: \*\*. <0.05: \*\*\*.

AAL	AB	T <sup>2</sup> Hotelling		Co-ordenadas			Voxels MI	
		Voxels MI		X	Y	Z	X ST	X T+ICEM
Giro frontal medio derecho	11	78.5850	*	40	96	64	0.9910	<b>1.4230</b>
Giro frontal medio izquierdo	11	34.1647	*	115	68	28	<b>1.0187</b>	0.6129
Giro frontal superior derecho	8	69.1370	*	63	127	76	<b>0.9508</b>	0.8345
Giro frontal superior izquierdo	9	47.1442	*	104	68	25	<b>0.5881</b>	0.5364
Giro frontal medial izquierdo	10	46.6050	*	84	85	29	0.6665	<b>0.8042</b>
Giro frontal medial derecho	10	49.4515	*	96	88	28	0.6511	<b>0.6954</b>
Giro frontal inferior derecho	45	70.6003	*	43	89	56	0.6505	<b>1.2182</b>
Giro frontal inferior izquierdo	11	53.8518	*	96	63	49	<b>1.0514</b>	0.7978
Giro pre central derecho	6	59.1974	*	46	99	77	1.7607	<b>2.0866</b>
Giro pre central izquierdo	6	41.8293	*	145	83	84	<b>1.9817</b>	0.8940
Giro orbito frontal lateral derecho	47	63.8885	*	49	64	65	1.2909	<b>1.7261</b>
Giro orbito frontal lateral izquierdo	47	50.2793	*	129	56	23	<b>2.4541</b>	1.1374
Giro temporal superior izquierdo	21	54.6956	*	139	56	84	<b>2.6497</b>	1.3213
Giro temporal superior derecho	38	66.3884	*	46	57	72	1.8768	<b>2.2858</b>
Giro temporal medio derecho	22	40.1039	*	32	64	102	2.2304	<b>2.3539</b>
Giro temporal medio izquierdo	21	39.8577	*	136	38	80	<b>0.8036</b>	0.4223
Giro temporal inferior izquierdo	20	45.3479	*	118	31	95	<b>0.7489</b>	0.5448
Giro temporal inferior derecho	20	30.3492	*	64	31	97	<b>0.6929</b>	0.58904
Giro temporooccipital lateral izquierdo	37	33.8518	*	128	36	97	<b>0.6844</b>	0.5916
Giro temporooccipital lateral derecho	37	31.4157	**	60	43	107	<b>0.8371</b>	0.6718
Giro temporooccipital medio izquierdo	18	13.1588	***	105	69	151	0.5948	<b>0.6352</b>
Giro lingual izquierdo	18	10.7125	***	67	76	171	0.0600	<b>0.1471</b>
Cuneus izquierdo	17	11.0547	***	96	84	188	0.4117	<b>0.7538</b>
Polo occipital izquierdo	18	12.0767	***	124	88	185	<b>0.2700</b>	0.2092
Región cingulada derecha	33	54.5384	*	87	63	51	<b>1.0599</b>	0.8354
Región cingulada izquierda	33	56.5301	*	99	74	34	0.8833	<b>0.9305</b>
Formación del hipocampo izquierdo	36	63.8149	*	112	43	99	<b>1.1200</b>	0.8308
Formación del hipocampo derecho	28	65.0335	*	112	45	96	<b>1.0650</b>	0.7673
Giro para hipocámpico izquierdo	36	63.1207	*	109	43	99	<b>1.0678</b>	0.7909
Giro para hipocámpico derecho	36	52.8644	*	114	35	92	<b>0.8134</b>	0.5744
Uncus izquierdo	28	63.1238	*	112	42	93	<b>0.9763</b>	0.6857
Uncus derecho	28	44.1452	*	72	47	96	<b>0.8529</b>	0.7190
Ínsula derecha	47	69.4126	*	47	66	72	2.0837	<b>2.6097</b>
Ínsula izquierda	47	53.3240	*	132	63	84	<b>2.6190</b>	1.3101
Tallo cerebral	NA	56.3175	*	12	46	113	<b>1.2441</b>	1.0152
Tálamo izquierdo	NA	35.4116	**	94	70	104	0.0506	<b>0.4012</b>
Tálamo derecho	NA	35.5421	**	88	73	104	<b>0.4972</b>	0.4013
Putamen izquierdo	NA	21.6232	**	120	66	84	<b>0.2616</b>	0.1358

**Tabla 2.** Media y diferencias significativas (T2 de Hotelling) de las soluciones LORETA en banda theta en estado basal con solo teléfono y con el inhibidor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). AAL: Anatomical label corresponding to probabilistic MRI atlas of Montreal (PMA). AB: áreas de Brodmann. NA: No aplica “para áreas de Brodmann. X ST: media sólo teléfono. X T+ICEM: media de teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). T2 de Hotelling: Valor del pico de la actividad significativa en voxels. < 0.001: \*, <0.01: \*\*. <0.05: \*\*\*.

AAL	AB	T <sup>2</sup> Hotelling		Co-ordenadas			Voxels MI	
		Voxels MI		X	Y	Z	X ST	X T+ICEM
Giro frontal medio derecho	6	44.0220	*	56	136	88	0.5427	<b>0.6590</b>
Giro frontal medio izquierdo	6	12.1486	**	107	102	28	0.2121	<b>0.2530</b>
Giro frontal superior derecho	6	39.4492	*	66	134	86	0.5727	<b>0.6700</b>
Giro frontal superior izquierdo	6	18.9636	**	98	92	21	0.1253	<b>0.1486</b>
Giro frontal inferior derecho	11	17.4389	**	61	67	29	<b>0.6753</b>	0.5536
Giro frontal inferior izquierdo	11	26.7050	**	127	81	70	<b>0.4499</b>	0.2378
Giro orbito frontal lateral izquierdo	47	25.3728	**	132	58	72	<b>1.3851</b>	0.7080
Giro orbito frontal lateral derecho	11	19.1039	**	77	48	28	0.1501	<b>0.1867</b>
Giro orbito frontal derecho	11	18.8151	**	88	51	58	0.5772	<b>0.7415</b>
Giro orbito-frontal medial izquierdo	11	15.5185	**	97	50	37	0.4836	<b>0.7179</b>
Giro pre-central derecho	6	32.9817	*	60	132	100	0.5426	<b>0.7582</b>
Giro pre-central izquierdo	6	29.9811	*	141	92	88	<b>0.0687</b>	0.0481
Giro temporal medio izquierdo	37	24.2206	**	145	62	150	1.5365	<b>1.7959</b>
Giro temporal medio derecho	37	23.0721	**	37	92	165	<b>0.4922</b>	0.3125
Giro temporal inferior izquierdo	20	18.4705	**	124	25	85	<b>0.1863</b>	0.1115
Giro temporal superior izquierdo	22	24.9160	**	137	58	72	<b>1.3442</b>	0.6739
Giro parahipocampal derecho	29	19.0163	**	84	80	136	0.1577	<b>0.1866</b>
Formación del hipocampo izquierdo	36	17.4626	**	119	49	96	<b>0.3753</b>	0.2838
Formación del hipocampo derecha	37	16.2674	***	64	74	128	<b>0.0365</b>	0.0335
Giro para- hipocampo izquierdo	36	17.3767	*	108	45	98	<b>0.5360</b>	0.4554
Uncus izquierdo	34	22.2310	*	120	56	87	<b>0.1567</b>	0.1085
Uncus derecho	34	11.1654	*	75	43	101	<b>0.4721</b>	0.4652
Región cingulada derecha	24	22.2515	**	84	104	92	0.1822	<b>0.2062</b>
Región cingulada izquierda	24	21.4830	**	92	101	91	0.1410	<b>0.1611</b>
Cuneus derecho	18	14.7675	**	81	93	158	2.0801	<b>2.6346</b>
Cuneus izquierdo	18	19.2530	**	101	93	163	1.7171	<b>2.0338</b>
Giro occipital superior izquierdo	18	24.3036	**	116	88	180	0.8111	<b>1.0076</b>
Giro occipital superior derecho	19	18.3474	**	61	92	174	0.645	<b>0.6870</b>
Giro occipital medio derecho	19	26.2637	**	44	97	173	<b>0.4277</b>	0.3920
Giro occipital inferior izquierdo	19	22.0008	**	123	60	180	1.1439	<b>1.7835</b>
Giro temporooccipital lateral izquierdo	19	27.6266	**	131	60	166	1.1523	<b>1.8243</b>
Giro temporooccipital medial izquierdo	19	26.0185		120	60	164	0.0177	<b>1.4295</b>
Giro temporooccipital medial derecho	19	12.8121	***	81	82	169	2.1402	<b>2.4537</b>
Polo occipital izquierdo	18	23.1244	**	115	88	183	0.7962	<b>1.0048</b>
Giro lingual izquierdo	18	18.0914	**	115	59	173	1.2385	<b>1.9166</b>
Lóbulo parietal superior derecho	7	20.2243	**	101	110	162	1.7768	<b>2.0349</b>
Precuneus derecho	7	18.0717	**	87	101	147	1.7576	<b>2.2833</b>
Precuneus izquierdo	7	20.2431	**	99	111	158	1.8280	<b>2.1941</b>
Ínsula izquierda	45	29.5161	*	120	83	69	<b>0.1360</b>	0.0812
Ínsula derecha	45	14.6128	***	48	64	83	1.2372	<b>1.9787</b>
Núcleo caudado derecho	NA	30.3688*		73	96	93	0.0060	<b>0.0079</b>
Núcleo caudado izquierdo	NA	24.9371	**	100	85	88	0.0267	<b>0.0300</b>
Globo pálido	NA	18.0841	***	75	68	69	0.0329	<b>0.0455</b>
Putamen izquierdo	NA	29.4678	*	116	76	76	<b>0.0725</b>	0.0516
Putamen derecho	NA	22.0007	**	64	84	93	0.0189	<b>0.0272</b>
Núcleo acumbens izquierdo	NA	24.2573	**	103	62	84	<b>0.0692</b>	0.0662
Tálamo izquierdo	NA	24.6348	**	100	84	92	0.0465	<b>0.0521</b>
Tálamo derecho	NA	25.3015	**	73	90	101	0.0427	<b>0.0535</b>
Globo pálido izquierdo	NA	26.7628	**	106	72	88	<b>0.0401</b>	0.0352
Cerebelo derecho	NA	12.7465	***	64	51	136	<b>0.0883</b>	0.0509
Tallo cerebral	NA	2.8054	***	78	37	116	0.3384	<b>0.3712</b>

**Tabla 3.** Media y diferencias significativas (T2 de Hotelling) de las soluciones LORETA en banda alpha en estado basal con solo teléfono y con el inhibidor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). AAL:

Anatomical label corresponding to probabilistic MRI atlas of Montreal (PMA). AB: áreas de Brodmann. NA: No aplica “para áreas de Brodmann. MI: Máxima Intensidad. X ST: media sólo teléfono. X T+ICEM: media de teléfono más inhibitor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). T2 de Hotelling: Valor del pico de la actividad significativa en voxels. < 0.001: \*, <0.01: \*\*, <0.05: \*\*\*.

AAL	AB	T <sup>2</sup> Hotellig		Co-ordenadas			Voxels MI	
		Voxels MI		X	Y	Z	X ST	X T+ICEM
Giro frontal superior izquierdo	6	31.3758	*	104	147	104	<b>0.2504</b>	0.1470
Giro frontal medio izquierdo	6	29.1909	**	100	148	101	<b>0.2152</b>	0.1580
Giro frontal medio derecho	6	17.4773	**	89	144	1064	<b>0.2778</b>	0.1140
Giro pre central izquierdo	6	29.3188	**	108	143	108	<b>0.3154</b>	0.1292
Giro pre central derecho	4	16.0563	***	84	148	112	<b>0.1335</b>	0.0710
Giro temporal medio derecho	37	16.7967	***	47	92	155	<b>0.9838</b>	0.8895
Lóbulo parietal superior derecho	7	31.3408	*	67	97	153	0.7580	<b>0.9112</b>
Giro parietal superior izquierdo	7	23.6219	**	118	116	170	0.7219	<b>0.7391</b>
Giro angular derecho	39	22.1447	**	42	108	158	1.0550	<b>1.300</b>
Giro angular izquierdo	39	27.1283	**	121	107	169	1.1842	<b>1.2047</b>
Precuneus derecho	7	26.8773	**	75	96	158	1.3689	<b>1.5904</b>
Precuneus izquierdo	7	16.8754	***	98	87	156	1.7665	<b>2.0256</b>
Giro supra marginal derecho	40	11.6370	***	52	95	117	0.3506	<b>0.3610</b>
Giro lingual derecho	18	41.7850	*	80	66	168	<b>0.5733</b>	0.5102
Giro lingual izquierdo	18	27.2495	**	92	74	174	2.0658	<b>2.2186</b>
Giro occipital superior derecho	18	34.9310	*	76	100	181	<b>0.9314</b>	1.0312
Giro occipital superior izquierdo	19	30.0304	*	119	105	176	0.8258	<b>0.9185</b>
Giro occipital medio derecho	18	36.0928	**	75	76	165	<b>1.1314</b>	1.0160
Giro occipital medio izquierdo	19	27.6447	**	123	108	174	0.7743	<b>0.8096</b>
Cuneus derecho	18	36.2287	**	75	74	183	0.8995	<b>0.9487</b>
Cuneus izquierdo	17	26.3815	**	92	77	178	2.0583	<b>2.2430</b>
Polo occipital derecho	17	33.0150	**	75	73	190	0.6405	<b>0.7636</b>
Polo occipital izquierdo	17	15.4503	***	105	92	190	0.4378	<b>0.5298</b>
Giro occipital inferior izquierdo	37	16.6574	***	134	92	166	0.6299	<b>0.9153</b>

**Tabla 4.** Media y diferencias significativas (T2 de Hotelling) de las soluciones LORETA en la banda beta en estado basal con solo teléfono y con el inhibitor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). AAL: Anatomical label corresponding to probabilistic MRI atlas of Montreal (PMA). AB: áreas de Brodmann. NA: No aplica “para áreas de Brodmann. MI: Máxima Intensidad. X ST: media sólo teléfono. X T+ICEM: media de teléfono más inhibitor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). T2 de Hotelling: Valor del pico de la actividad significativa en voxels. < 0.001: \*, <0.01: \*\*, <0.05: \*\*\*.

AAL	AB	T <sup>2</sup> Hotellig		Co-ordenadas			Voxels MI	
		Voxels MI		X	Y	Z	X ST	X T+ICEM
Giro orbital frontal medial izquierdo	11	154.4326	*	97	55	79	<b>0.2411</b>	0.1895
Giro orbital frontal medial derecho	11	144.6867	*	89	56	68	<b>0.6963</b>	0.4876
Giro orbital frontal lateral derecho	47	163.8232	*	80	52	84	<b>0.0621</b>	0.0505
Giro orbital frontal lateral izquierdo	47	169.9168	*	114	47	78	<b>0.5939</b>	0.4485
Giro frontal inferior izquierdo	47	81.8278	*	133	56	53	<b>0.6394</b>	0.4466
Giro frontal inferior derecho	47	97.8246	*	42	72	78	<b>2.3919</b>	2.0684
Giro frontal medio derecho	8	174.3843	*	64	121	61	<b>0.9507</b>	0.8995
Giro frontal medio izquierdo	46	150.8128	*	129	114	69	<b>0.9539</b>	0.6817
Giro pre central derecho	6	102.3423	*	42	71	85	<b>2.4488</b>	2.3672
Giro pre central izquierda	6	140.3675	*	140	77	94	<b>2.4000</b>	1.8985
Giro temporal medio izquierdo	21	300.4700	*	148	52	116	<b>1.2686</b>	0.7951
Giro temporal medio derecho	21	134.7858	*	30	54	123	<b>0.9838</b>	0.6637
Giro temporal inferior izquierdo	20	296.9939	*	149	48	116	<b>1.0679</b>	0.6659
Giro temporal inferior derecho	20	135.4613	*	28	63	130	<b>1.2934</b>	0.8003
Giro temporal superior izquierdo	22	148.7979	*	129	52	74	1.3955	<b>1.8652</b>
Giro temporal superior derecho	22	105.6242	*	51	51	81	<b>13360</b>	1.1913
Giro angular derecho	39	47.4570	*	32	104	12.	<b>1.0049</b>	0.7430
Giro parietal superior izquierdo	7	31.0488	*	124	128	139	<b>0.6171</b>	0.5042
Giro parietal superior derecho	7	45.3010	*	66	127	163	<b>0.3952</b>	0.2828
Giro supra marginal derecho	40	79.7287	*	21	89	122	<b>0.8715</b>	0.6714
Giro supra marginal izquierdo	40	115.6559	*	152	88	120	<b>1.6607</b>	1.2774
Giro post central derecho	3	96.7545	*	46	84	100	1.0655	<b>1.0943</b>
Giro post central izquierdo	3	157.5428	*	129	92	105	<b>0.2592</b>	0.2154
Giro temporooccipital lateral izquierdo	37	139.7782	*	55	44	107	<b>0.853</b>	0.7366
Giro temporooccipital lateral derecho	37	270.1758	*	124	44	108	<b>0.9711</b>	0.7269
Giro temporooccipital medial derecho	19	146.2973	*	60	60	126	<b>0.4720</b>	0.3913
Giro temporooccipital medial izquierdo	19	109.5050	*	111	60	124	<b>0.4322</b>	0.3591
Giro occipital superior derecho	19	29.8715	**	77	124	165	<b>0.4501</b>	0.3738
Giro occipital superior izquierdo	19	12.8406	***	111	123	165	0.3400	<b>0.3484</b>
Giro occipital medio derecho	19	20.3643	**	107	119	170	<b>0.405</b>	0.3169
Polo occipital izquierdo	18	10.8465	**	129	80	184	<b>0.0910</b>	0.0724
Giro occipital inferior izquierdo	19	12.2854	***	129	62	176	<b>0.4100</b>	0.2900
Giro occipital inferior derecho	19	13.3306	***	49	60	176	<b>0.5661</b>	0.4793
Giro parahipocampal izquierdo	36	268.7651	*	118	44	105	<b>1.1315</b>	0.8634
Giro parahipocampal derecho	35	180.0552	*	71	47	108	<b>1.0316</b>	0.8642
Formación del hipocampo izquierdo	36	265.9258	*	117	43	102	<b>1.1602</b>	0.8856
Formación del hipocampo derecho	36	170.3820	*	66	47	105	<b>1.0997</b>	0.9284
Uncus derecho	28	181.6162	*	73	42	105	<b>1.0878</b>	0.9075
Uncus izquierdo	28	249.2402	*	112	43	93	<b>1.0617</b>	0.8143
Región del cíngulo izquierdo	28	142.8557	*	94	60	71	<b>0.4845</b>	0.3828
Región del cíngulo derecho	33	112.3027	*	84	60	61	<b>0.6277</b>	0.5028
Ínsula izquierda	47	156.5597	*	132	74	99	<b>1.5819</b>	1.2380
Ínsula derecha	47	104.1597	*	51	68	87	<b>1.3508</b>	1.2820
Tálamo derecho	NA	188.1956	*	84	80	104	<b>0.4845</b>	0.4136
Tálamo izquierdo	NA	182.5255	*	96	80	101	<b>0.4556</b>	0.3870
Globo pálido derecho	NA	124.8201	*	72	69	88	<b>0.1151</b>	0.0960
Globo pálido izquierdo	NA	149.8222	*	108	64	94	<b>0.1041</b>	0.0819
Núcleo caudado derecho	NA	148.3870	*	82	80	81	<b>0.0351</b>	0.0286
Núcleo caudado izquierdo	NA	142.2962	*	99	80	75	<b>0.0449</b>	0.0353
Núcleo acumbens derecho	NA	154.9400	*	105	60	85	<b>0.1466</b>	0.1254
Núcleo acumbens izquierdo	NA	154.9400	*	105	60	85	<b>0.1466</b>	0.1254
Putamen derecho	NA	100.1871	*	66	71	81	<b>0.0376</b>	0.0299
Putamen Izquierdo	NA	118.7338	*	114	76	82	<b>0.1688</b>	0.1440

Cerebelo izquierdo	NA	46.4500	*	63	56	145	<b>0.2713</b>	0.2230
Cerebelo derecho	NA	37.8948	*	116	55	143	<b>0.1937</b>	0.1671
Tallo cerebral	NA	245.3900	*	105	43	107	<b>1.1112</b>	0.87748

**Tabla 5.** Media y diferencias significativas (T2 de Hotelling) de las soluciones LORETA en banda delta con solo teléfono y con inhibidor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves) en la tarea de memoria de palabra. AAL: Anatomical label corresponding to probabilistic MRI atlas of Montreal (PMA). AB: áreas de Brodmann. NA: No aplica “para áreas de Brodmann. MI: Máxima Intensidad. X ST: media sólo teléfono. X T+ICEM: media de teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). T2 de Hotelling: Valor del pico de la actividad significativa en voxels. < 0.001: \*, <0.01: \*\*, <0.05: \*\*\*.

AAL	AB	T <sup>2</sup> Hotellig		Co-ordenadas			Voxels MI	
		Voxels MI		X	Y	Z	X ST	X T+ICEM
Giro frontal medio izquierdo	46	29.8092	*	127	96	74	<b>0.1933</b>	0.1330
Giro frontal superior derecho	8	14.5227	***	68	140	74	0.2310	<b>0.2562</b>
Giro frontal inferior izquierdo	47	31.6075	*	136	51	57	<b>0.2105</b>	0.1196
Giro pre central derecho	4	19.1067	**	62	148	116	<b>0.2573</b>	0.2172
Giro pre central izquierdo	6	18.6241	**	143	89	82	<b>0.8688</b>	0.3140
Giro orbital frontal lateral derecho	47	31.6075	*	136	51	51	<b>0.2105</b>	0.1196
Giro temporal medio izquierdo	21	36.0793	*	1004	25	89	<b>0.0305</b>	0.0235
Giro temporal medio derecho	37	13.7006	***	43	68	160	<b>1.7281</b>	1.0336
Giro temporal inferior izquierdo	20	32.0309	*	120	24	105	<b>0.1847</b>	0.1570
Giro temporal inferior derecho	37	147037	***	46	61	160	<b>1.7106</b>	1.1243
Giro post central derecho	3	17.8001	**	56	145	116	<b>0.2448</b>	0.2142
Lóbulo parietal superior	7	13.8179	***	68	1455	150	0.0853	<b>0.2347</b>
Giro angular derecho	39	12.0161	***	36	130	120	0.4436	<b>0.1282</b>
Giro supramarginal izquierdo	40	14.2237	***	152	94	133	1.4310	<b>1.5986</b>
Precuneus	17	11.5159	***	68	92	146	<b>0.2066</b>	0.1360
Giro temporooccipital lateral izquierdo	37	31.1516	*	116	31	108	<b>0.0226</b>	0.0192
Giro temporooccipital lateral derecho	19	14.7735	***	45	61	160	1.1243	<b>1.7672</b>
Giro temporooccipital medio derecho	19	28.5462	**	60	76	156	<b>0.0694</b>	0.0455
Polo occipital derecho	18	30.8841	*	60	87	191	<b>0.0747</b>	0.0329
Giro occipital superior derecho	19	21.0232	**	56	90	186	<b>0.1757</b>	0.0694
Cuña	18	12.5800	***	67	88	156	<b>0.0132</b>	0.0074
Giro temporal inferior izquierdo	37	14.7037	***	46	61	160	<b>1.7106</b>	1.1570
Giro temporal superior izquierdo	20	31.8730	*	127	33	71	<b>0.2434</b>	0.1670
Formación del hipocampo derecho	36	30.5701	*	116	58	99	0.2800	<b>0.3464</b>
Giro parahipocampal izquierdo	36	30.9513	*	112	28	93	<b>0.4106</b>	0.3277
Giro parahipocampal derecho	29	28.3790	**	88	76	133	<b>0.0327</b>	0.0253
Formación del hipocampo izquierdo	34	30.5701	*	116	58	99	0.2800	<b>0.3464</b>
Formación del hipocampo derecho	35	16.6760	**	64	74	129	<b>0.0507</b>	0.0416
Uncus izquierdo	28	31.4291	*	110	44	85	<b>0.4470</b>	0.3369
Uncus derecho	28	11.1588	***	76	40	84	<b>0.0855</b>	0.0761
Ínsula izquierda	47	34.9951	*	120	83	67	<b>0.6601</b>	0.4401
Núcleo acumbns izquierdo	NA	27.1565	**	102	60	86	<b>0.1059</b>	0.0815
Núcleo caudado izquierdo	NA	26.9943	***	108	75	74	<b>0.0388</b>	0.0301
Núcleo caudado derecho	NA	14.3884	***	76	91	97	<b>0.0437</b>	0.0353
Tálamo izquierdo	NA	26.2191	**	108	84	120	<b>0.0554</b>	0.0390
Tálamo derecho	NA	16.2041	***	84	72	88	<b>0.0689</b>	0.0564
Putamen izquierdo	NA	34.9874	*	120	63	95	0.0094	<b>0.0298</b>
Globo pálido	NA	34.2947	*	112	65	93	<b>0.0330</b>	0.0261
Cerebelo izquierdo	NA	19.4687	**	96	58	129	<b>0.1571</b>	0.0929
Cerebelo derecho	NA	11.7813	***	45	48	170	0.0590	<b>0.1063</b>
Tallo cerebral	NA	30.3198	*	104	24	97	<b>0.0646</b>	0.0501



**Tabla 6.** Media y diferencias significativas (T2 de Hotelling) de las soluciones LORETA en banda theta en memorización de palabras con solo teléfono y con inhibidor de campos magnético (Phone y Phiwaves). AAL: Anatomical label corresponding to probabilistic MRI atlas of Montreal (PMA). AB: áreas de Brodmann. NA: No aplica “para áreas de Brodmann. MI: Máxima Intensidad. X ST: media sólo teléfono. X T+ICEM: media de teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (Phone y Phiwaves). T2 de Hotelling: Valor del pico de la actividad significativa en voxels. < 0.001: \*, <0.01: \*\*, <0.05: \*\*\*.

AAL	AB	T <sup>2</sup> Hotellig		Co-ordenadas			Voxels MI	
		Voxels MI		X	Y	Z	X ST	X T+ICEM
Giro frontal medio derecho	6	47.8800	*	60	116	100	<b>0.2145</b>	0.1193
Giro frontal medio izquierdo	44	32.8175	*	142	103	74	<b>0.8057</b>	0.6810
Giro frontal inferior derecho	47	30.7541	*	43	76	80	<b>1.7010</b>	1.3832
Giro frontal inferior izquierdo	47	36.1521	*	131	77	75	<b>0.8183</b>	0.5759
Giro frontal medial izquierdo	31	29.3535	**	101	116	104	0.1354	<b>0.1527</b>
Giro frontal medial derecho	31	26.7010	**	88	116	103	0.5175	<b>0.5860</b>
Giro frontal superior izquierdo	6	26.4751	**	117	132	90	<b>0.8201</b>	0.6713
Giro frontal superior derecha	6	37.5079	*	68	123	95	<b>0.2396</b>	0.1429
Giro orbitofrontal lateral izquierdo	47	34.8229	*	133	56	72	<b>0.9680</b>	0.7163
Giro orbitofrontal lateral derecho	47	30.5812	*	47	57	71	<b>1.4038</b>	0.9097
Giro orbitofrontal medial izquierdo	11	25.9293	*	95	53	68	<b>0.3212</b>	0.2618
Giro orbito-frontal medial derecho	11	26.2367	*	87	54	66	<b>0.3848</b>	0.3111
Giro pre-central derecho	6	45.9144	*	44	131	95	<b>0.7814</b>	0.3801
Giro pre-central izquierdo	6	34.1656	*	145	104	88	<b>0.6367</b>	0.4830
Giro temporal medio derecho	20	26.7980	*	143	57	101	<b>1.1166</b>	0.7568
Giro temporal medio izquierdo	21	30.1062	*	143	46	86	<b>0.6567</b>	0.3593
Giro temporal superior izquierdo	38	34.9416	*	133	56	75	<b>1.0540</b>	0.7427
Giro temporal superior derecho	38	30.7608	*	45	59	75	<b>1.6880</b>	1.1798
Giro temporal inferior izquierdo	20	24.9047	*	144	40	95	0.5132	0.3540
Giro post-central derecho	43	24.2451	**	33	108	100	<b>1.1762</b>	0.9193
Giro post-central izquierdo	43	33.9436	*	153	98	102	<b>0.8310</b>	0.5127
Giro supra-marginal izquierdo	40	29.8160	*	130	90	113	<b>0.3142</b>	0.2548
Giro angular izquierdo	39	19.4898	**	135	114	126	<b>0.8309</b>	0.7290
Giro angular derecho	39	11.0137	***	45	114	125	<b>1.1032</b>	0.7063
Precuneus derecha	7	33.6979	*	68	107	140	<b>1.2525</b>	1.4717
Precuneus izquierda	7	27.1675	*	96	105	145	<b>1.0903</b>	1.3334
Lóbulo parietal superior derecho	7	36.6603	*	83	109	134	<b>1.1686</b>	1.3053
Lóbulo parietal superior izquierdo	7	36.7296	*	95	109	132	<b>1.0040</b>	1.1033
Cuña derecha	18	30.7287	*	44	64	77	<b>1.9733</b>	1.4043
Giro del para-hipocampo izquierdo	29	19.0289	**	96	83	137	0.2148	0.3180
Giro para-hipocampo derecha	29	12.6815	***	85	76	139	0.1069	0.1969
Formación del hipocampo izquierdo	28	20.8407	**	112	52	97	0.3752	0.3936
Región cingulada izquierda	23	41.4694	*	96	97	125	<b>0.1394</b>	0.1597
Región cíngulo derecho	23	42.8689	*	84	100	107	0.0547	<b>0.0596</b>
Uncus derecho	28	28.6435	**	56	52	81	<b>0.6639</b>	0.4877
Uncus izquierdo	28	29.2886	**	120	52	86	<b>0.2955</b>	9.2397
Ínsula izquierda	47	36.0813	*	131	70	72	<b>1.0330</b>	0.8140
Núcleo caudado izquierdo	NA	34.7966	*	102	84	90	0.0217	<b>0.0267</b>
Núcleo caudado derecho	NA	31.0894	*	82	88	90	<b>0.0115</b>	0.0107
Globo pálido izquierdo	NA	30.8064	***	106	69	87	<b>0.0459</b>	0.0426
Globo pálido derecho	NA	19.1520	***	68	69	86	<b>0.1087</b>	0.0838
Putamen izquierdo	NA	41.2339	*	119	76	99	<b>0.0365</b>	0.0285
Putamen derecho	NA	20.7433	*	65	70	84	<b>0.1324</b>	0.0983

Tálamo izquierdo	NA	33.5393	*	100	80	100	0.1977	<b>0.2063</b>
Tálamo derecho	NA	33.7454	*	86	80	101	0.2425	<b>0.2588</b>
Tallo cerebral	NA	26.5512	*	93	67	103	0.2892	0.3399

**Tabla 7.** Media y diferencias significativas (T2 de Hotelling) de las soluciones LORETA en banda alpha con solo teléfono y con inhibidor de campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves) en la tarea de memoria de palabra. AAL: Anatomical label corresponding to probabilistic MRI atlas of Montreal (PMA). AB: áreas de Brodmann. NA: No aplica “para áreas de Brodmann”. MI: Máxima Intensidad. X ST: media sólo teléfono. X T+ICEM: media de teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves). T2 de Hotelling: Valor del pico de actividad significativa en voxels. < 0.001: \*, <0.01: \*\*, <0.05: \*\*\*.

AAL	AB	T <sup>2</sup> Hotellig		Co-ordenadas			Voxels MI	
		Voxels MI		X	Y	Z	X ST	X T+ICEM
Giro frontal medio derecho	46	12.4471	***	52	97	71	<b>0.1317</b>	0.1214
Giro frontal medio izquierdo	10	12.0808	***	132	100	80	<b>0.5508</b>	0.5061
Giro frontal inferior derecho	47	11.5631	***	39	62	58	0.3163	<b>0.4175</b>
Giro frontal inferior izquierdo	44	13.5457	***	152	93	75	0.6058	<b>0.8011</b>
Giro precentral izquierdo	6	14.4365	***	154	100	8	0.2191	<b>0.2892</b>
Giro temporal medio derecho	37	30.1415	*	41	101	151	1.1685	<b>1.3386</b>
Giro temporal inferior izquierdo	21	10.9504	***	152	48	97	<b>0.7785</b>	0.5934
Giro temporal inferior derecho	37	17.7490	**	40	66	160	1.4138	<b>2.2663</b>
Giro angular derecho	39	31.5400	*	40	104	152	1.2277	<b>1.4023</b>
Lóbulo parietal superior derecho	7	21.7667	**	75	101	155	2.0175	<b>2.8405</b>
Lóbulo parietal superior izquierdo	7	19.3536	**	96	120	166	1.3642	<b>1.8532</b>
Precuneus derecho	7	22.3650	**	76	94	155	2.0145	<b>2.9036</b>
Precuneus izquierdo	7	24.7995	**	100	86	157	2.5784	<b>3.3975</b>
Giro occipital medio derecho	18	30.9294	*	39	102	154	1.2369	<b>1.4103</b>
Giro occipital superior izquierdo	18	22.0616	**	100	97	165	2.3557	<b>3.1810</b>
Giro occipital superior derecho	19	11.9301	***	2	88	174	1.1695	<b>1.6906</b>
Giro lingual derecho	17	25.6678	**	88	82	171	3.0913	<b>4.1878</b>
Giro lingual izquierdo	17	29.8586	*	100	75	169	3.0074	<b>3.2498</b>
Giro occipitotemporal medial izquierdo	18	29.9391	*	100	76	165	2.8482	<b>3.2762</b>
Giro occipitotemporal medial derecho	18	25.9578	**	88	82	116	3.1257	<b>4.2936</b>
Giro occipitotemporal lateral derecho	19	15.3407	***	47	60	160	1.1209	<b>2.1961</b>
Giro occipitotemporal lateral izquierdo	18	10.9447	***	115	58	180	<b>3.2786</b>	2.5561
Cuneus derecho	18	25.7196	**	88	85	170	2.4415	<b>3.3354</b>
Cuneus izquierdo	17	29.3847	*	97	78	166	3.0532	<b>3.6597</b>
Polo occipital izquierdo	18	20.6180	**	107	73	189	<b>2.5095</b>	1.7711
Giro parahipocampal derecho	26	20.8696	**	77	83	150	1.4502	<b>2.1701</b>
Giro parahipocampal izquierdo	29	23.1891	**	104	81	150	1.5553	<b>2.0312</b>
Región cíngulada izquierda	23	13.7348	***	91	100	139	1.3238	<b>1.8274</b>
Región cíngulada derecha	23	13.6967	***	94	100	139	1.1890	<b>1.6416</b>
Núcleo caudado derecho	NA	11.7193	***	76	85	76	<b>0.0167</b>	0.0048

**Tabla 8.** Media y diferencias significativas (T2 de Hotelling) de las soluciones LORETA en la banda beta en solo teléfono y con inhibidor de campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves) en la tarea de memoria de palabras. AAL: Anatomical label corresponding to probabilistic MRI atlas of Montreal (PMA). AB: áreas de Brodmann. NA: No aplica “para áreas de Brodmann”. MI: Máxima Intensidad. X ST: media sólo teléfono. X T+ICEM: media de teléfono más inhibidor de campos electromagnéticos (Phione y Phiwaves). T2 de Hotelling: Valor del pico de actividad significativa en voxels. < 0.001: \*, <0.01: \*\*, <0.05: \*\*\*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson, V. y Joyner KH. Specific absorption rate levels measured in a phantom head exposed to radio frequency transmissions from analog hand-held mobile phones. *Bioelectromagnetics* 1995;16:60-9.
2. Balzano Q, Garay O, Steel FR. Energy deposition in simulated human operators of 800-MHz portable transmitters. *IEEE Trans Vehicular Techn* 1978;VT-27:174-181.
3. Spiegel J. The thermal response of a human in the near-zone of a resonant thin-wire antenna. *IEEE Trans Microwave Theory Techn* 1982; MTT-30:177-185.
4. Bell G, Marino A, Chesson A, Struve F. Electrical states in the rabbit brain can be altered by light and electromagnetic fields. *Brain Res* 1992;570:307-15.
5. Lyskov EB, Juutilainen J, Jousmaki V, Pastanen J, Medvedev S, Hanninen O. Effects of 45-Hz magnetic fields on the functional state of the human brain. *Bioelectromagnetics* 1993;14:87-95.
6. Lyskov E, Juutilainen J, Jousmaki V, Hanninen O, Medvedev S, Partanen J. Influence of short-term exposure of magnetic field on the bioelectrical processes of the brain and performance. *Int J Psychophysiol* 1993;14:227-31.
7. Cook et al., 2005; Kleinlogel H, Dierks T, Koenig T, Lehmann H, Minder A, Berz R. Effects of weak mobile phone-electromagnetic fields (GSM, UMTS) on event related potentials and cognitive functions. *Bioelectromagnetics*. 2008 Sep;29(6):488-97.
8. Unterlechner M, Sauter C, Schmid G, Zeitlhofer J. No effect of an UMTS mobile phone-like electromagnetic field of 1.97 GHz on human attention and reaction time. *Bioelectromagnetics*. 2008 Feb;29(2):145-53.
9. Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cvetkovic D, Cosic I. Comparison of the effects of continuous and pulsed mobile phone like RF exposure on the human EEG. *Australas Phys Eng Sci Med*. 2007 Dec;30(4):274-80.
10. Cook CM, Saucier DM, Thomas AW, Prato FS. Exposure to ELF magnetic and ELF-modulated radiofrequency fields: the time course of physiological and cognitive effects observed in recent studies (2001-2005). *Bioelectromagnetics*. 2006 Dec;27(8):613-27.
11. Croft RJ, Leung S, McKenzie RJ, Loughran SP, Iskra S, Hamblin DL, Cooper NR. Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults, and the elderly. *Bioelectromagnetics* April 28, 2010 Ahead of print.
12. Reiser H, Dimpfel W, Schober F. The influence of electromagnetic fields on human brain activity. *European Journal of Medical Research* 1995;16:27-32.
13. Röschke J, Mann K. No short-term effects of digital mobile radiotelephone on the awake human electroencephalogram. *Bioelectromagnetics*, 1997;18:172 -176.
14. Hietanen M, Kovalainen T, Hamalainen A-M. Human brain activity during exposure to radio-frequency fields emitted by cellular phones. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health* 2000;26:87-92.

15. Huber R, Treyer V, Borbely AA, Schuderer J. Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. *J Sleep Res* 2002;11:289-235.
16. Croft (15)(2002) Croft R, Chandler JS, Burgess AP, Barry RJ, et al. Acute mobile phone operation affects neural function in humans. *Revista Clinical Neurophysiology* 2002;113:1623.
17. Kramarenko AV, Tan U: Effects of high-frequency electromagnetic fields on human EEG: a brain-mapping study. *Int J Neurosci* 2003;113:1007-1019.
18. Hinrikus H, Bachmann M, Lass J, Tomson R. Effect of 7, 14, and 21 Hz modulated 450 MHz microwave radiation on human electroencephalographic rhythms. *Int J Radiat Biol* 2007;84:69-79.
19. D'Costa, H., Trueman, G., Tang, L., Abdel-rahman, U., Abdel-rahman, W. Ong, K. and Cosic, I. Human brain wave activity during exposure to radiofrequency field emissions from mobile phones. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine*, 2003, 26, 4, 162-167.
20. Krause CM, Sillanmäki L, Koivisto M, Häggqvist A. Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during a memory task. *NeuroReport* 2000;11:761-764.
21. Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. Effects of microwaves emitted by cellular phones on human slow brain potentials. *Bioelectromagnetics* 1998;19:384 - 7.
22. Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. Microwaves emitted by cellular telephones affect human slow brain potentials. *European Journal of Applied Physiology* 2000; 81:18 – 27.
23. Krause CM, Haarala C, Sillanmaki L, Koivisto M. Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during an auditory memory task: A double blind replication study. *Bioelectromagnetics* 2004;25:33-40.
24. Jech R, Sonka K, Ruzicka E, Nebuzelsky, J. Electromagnetic field of mobile phone affects visual event related potential in patients with narcolepsy. *Bioelectromagnetics* 2001;22:519-528.
25. Papageorgiou CC, Nanou ED, Tsiafakis VG, Capsalis CN. Gender related differences on the EEG during a simulated mobile phone signal. *Neuroreport* 2004;15:2557-2560.
26. Krause CM, Bjornberg CH, Pesonen M, Hulten A. Mobile phone effects on children's event-related oscillatory EEG during an auditory memory task. *Int J Radiat Biol* 2006;82:443-450.
27. Hamblin y Col (27)(2004) Hamblin D, Wood AW, Croft RJ, Stough C. Examining the effects of electromagnetic fields emitted by GSM phones on human event-related potentials and performance during an audition. *Clinical Neurophysiology* 2004;115:171-178.
28. Hamblin D, Croft RJ, Wood AW, Stough C. The sensitivity of human event-related potentials and reaction time to mobile phone emitted electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* 2006;27:265-273.
29. Papageorgiou CC, Nanou ED, Tsiafakis VG, Kapareliotis E. Acute mobile phone effects on pre-attentive operation. *Neuroscience Letters* 2006;397:99-103.
30. Hinrichs H, Heinze H-J. Effects of GSM electromagnetic field on the MEG during an encoding-retrieval task. *Neuroreport* 2004;15:1191-1194.

31. Maby y col (31)(2006) Maby E, Le Bouquin Jeannes R, Faucon G. Scalp localization of human auditory cortical activity modified by GSM electromagnetic fields. *Int J Radiat Biol* 2006;82:465-472.
32. Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, Del Percio C, Rossini PM. Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms. *Eur J Neurosci.* (2007). 25(6):1908-13.
33. Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Buffo P, Cibelli G, Curcio G, Dijkman SV, Melgari JM, Giambattistelli F, Rossini PM. Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects. *Clin Neurophysiol.* 2010 Feb;121(2):163-71.
34. Vecchio F, Buffo P, Sergio S, Iacoviello D, Rossini PM, Babiloni C. Mobile phone emission modulates event-related desynchronization of  $\alpha$  rhythms and cognitive-motor performance in healthy humans. *Clin Neurophysiol.* 2012 Jan;123(1):121-8.
35. Marino AA, Carrubba S. The effects of mobile-phone electromagnetic fields on brain electrical activity: A critical analysis of the literature. *Electromagnetic Biology and Medicine.* 2009, 28(3):250-74.
36. Pascual-Marqui, R. D., Michel, C. M., & Lehmann, D. (1994). Low resolution electromagnetic tomography: a new method for localizing electrical activity in the brain. *International Journal of Psychophysiology*, 18(1), 49-65.
37. Evans et. A., (33) 1993; Evans A.C., Collins D.L., Mills S.R., Brown E.D., Kelly R.L. and Peters T.M. 1993. 3D statistical neuroanatomical models from 305 MRI volumes. *Proc. IEEE- Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference.* London M.T.P. Press:95, 1813-1817.
38. Collins et al., (34)1994; Collins DL, Neelin P, Peters TM, Evans AC (1994). Automatic 3D intersubject registration of MR volumetric data in standardized Talairach space. *J Comput Assist Tomogr* 18: 192–205.
39. Mazziotta et al., (35) 1995). Mazziotta JC, Toga AW, Evans A, Fox P, Lancaster J (1995). A probabilistic atlas of the human brain: theory and rationale for its development. *The International Consortium for Brain Mapping (ICBM).* *Neuroimage* 2: 89–101.