



## Un nuevo polimorfo del óxido de hierro descubierto a altas presiones

- Investigadores de la Universitat Politècnica de València, el Institut de Ciència de Materials de Barcelona y el European Synchrotron Radiation Facility han caracterizado el comportamiento estructural, electrónico y magnético de nanopartículas de una fase poco común del óxido de hierro, la fase épsilon, bajo condiciones extremas de presión, emulando las condiciones del interior de la Tierra.
- El estudio, publicado en *Nature Communications*, concluye que es posible la presencia de esta fase rara del óxido de hierro en el interior de la Tierra, y que bajo estas condiciones existe una nueva fase del óxido de hierro, la épsilon prima, con propiedades magnéticas radicalmente distintas a las conocidas hasta ahora.

La dificultad para acceder a las partes más interiores de la Tierra implica una ausencia de estudios experimentales directos sobre los minerales y compuestos que controlan la geodinámica y el geomagnetismo. La Tierra está principalmente formada por seis elementos: magnesio, aluminio, silicio y hierro, en combinación con hidrógeno y oxígeno. Así pues, todos los estudios sobre materiales que contengan estos elementos en las condiciones apropiadas pueden abrir nuevas vías de investigación que buceen en los misterios del interior del planeta.

Ahora, un equipo de investigadores de la Universitat Politècnica de València (UPV), el Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC) y del European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) ha llevado a cabo un estudio, publicado en *Nature Communications*, que revela que la fase épsilon del óxido de hierro (hasta ahora considerada rara) se puede encontrar en las capas internas de la Tierra.

En su trabajo, los investigadores han caracterizado el comportamiento estructural, electrónico y magnético de nanopartículas de óxido de hierro en fase épsilon bajo condiciones extremas de presión. Este tratamiento ha llevado al descubrimiento de la nueva fase épsilon prima, con unas propiedades magnéticas desconocidas hasta ahora.

“Desde el punto de vista geofísico este hallazgo es muy relevante. Abre la puerta a que esta fase épsilon se pueda encontrar en el interior de la Tierra. Por otro lado, se ha descubierto una nueva fase del óxido de hierro (bajo altas presiones) que contiene unas propiedades magnéticas distintas a las que se pueden obtener actualmente. Y tener un material con dichas propiedades haría que se tuvieran que modificar los modelos geodinámicos que conocemos”, apunta **Juan Ángel Sans**, investigador Ramón y Cajal del grupo EXTREMAT del Instituto de Diseño y Fabricación (IDF) de la Universitat Politècnica de València.

“Nos ha sorprendido que la fase épsilon fuera estable a tan altas presiones, hasta 27 GPa, y que por encima de esta presión apareciese esta nueva fase, cuyas propiedades magnéticas aún no conocemos bien” apunta **Martí Gich**, investigador del ICMAB-CSIC. “Esta estabilidad a altas presiones indica que debe ser posible incorporar otros elementos en proporciones elevadas dentro de la fase épsilon, con lo que se espera poder controlar sus propiedades y prestaciones”, añade.

Los resultados del estudio desarrollado por los investigadores de la UPV, el ICMAB y el ESRF permiten completar la visión del comportamiento del óxido de hierro y indican que la presencia de este material en el interior de la Tierra es posible.

El estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, la Generalitat de Catalunya, y por el proyecto Severo Ochoa de Excelencia Científica del ICMAB-CSIC.

**Referencia:**

Sans, J. A. Monteseuro, V., Garbarino, G. Gich, M. Cerantola, V., Cuartero, V. Monte, M., Irifune, T., Muñoz, A., Popescu, C., **Stability and nature of the volume collapse of  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> under extreme conditions**, Nature Communications, <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06966-9>

**Para más información:**

Luis Zurano – Comunicación UPV ([luiucon@upvnet.upv.es](mailto:luiucon@upvnet.upv.es))

Anna May Masnou – Comunicación ICMAB-CSIC ([amay@icmab.cat](mailto:amay@icmab.cat))

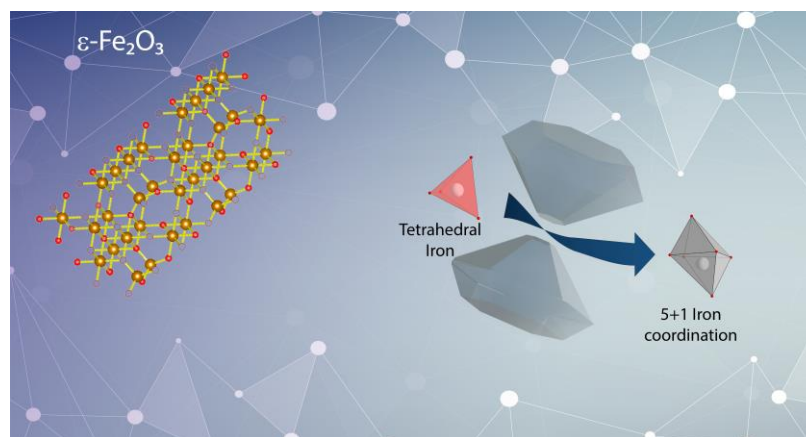


Figura 1: Representación de como cambia el número de oxígenos que rodean a uno de los hierros con la presión.

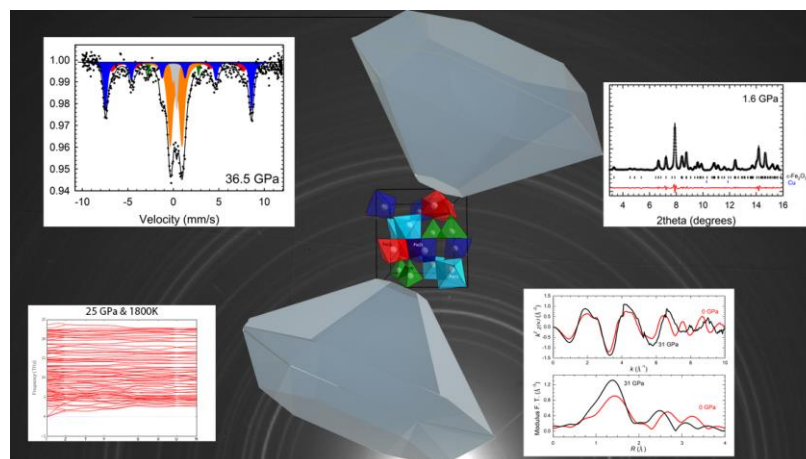


Figura 2: Imagen representativa de las diferentes medidas y cálculos que se han realizado sobre las nanopartículas de epsilon-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



## Un nou polimorf de l'òxid de ferro descobert a altes pressions

- Investigadors de la Universitat Politècnica de València, l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona i l'European Synchrotron Radiation Facility han caracteritzat el comportament estructural, electrònic i magnètic de nanopartícules d'una fase poc comuna de l'òxid de ferro, la fase èpsilon, sota condicions extremes de pressió, emulant les condicions de l'interior de la Terra.
- L'estudi, publicat a *Nature Communications*, conclou que és possible la presència d'aquesta fase rara de l'òxid de ferro a l'interior de la Terra, i que sota aquestes condicions hi ha una nova fase de l'òxid de ferro, l'èpsilon prima, amb propietats magnètiques radicalment diferents a les conegudes fins ara

La dificultat per accedir a les parts més interiors de la Terra implica una absència d'estudis experimentals directes sobre els minerals i compostos que controlen la geodinàmica i el geomagnetisme. La Terra està principalment formada per sis elements: magnesi, alumini, silici i ferro, en combinació amb hidrogen i oxigen. Així doncs, tots els estudis sobre materials que continguin aquests elements en les condicions apropiades poden obrir noves vies d'investigació que bussegin en els misteris de l'interior del planeta.

Ara, un equip d'investigadors de la Universitat Politècnica de València (UPV), l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC) i de l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) ha dut a terme un estudi, publicat a *Nature Communications*, que revela que la fase èpsilon de l'òxid de ferro (fins ara considerada rara) es pot trobar a les capes internes de la Terra.

En el seu treball, els investigadors han caracteritzat el comportament estructural, electrònic i magnètic de nanopartícules d'òxid de ferro en fase èpsilon sota condicions extremes de pressió. Aquest tractament ha portat al descobriment de la nova fase èpsilon prima, amb unes propietats magnètiques desconegudes fins ara.

"Des del punt de vista geofísic, aquesta troballa és molt rellevant. Obre la porta a que aquesta fase èpsilon es pugui trobar a l'interior de la Terra. D'altra banda, s'ha descobert una nova fase de l'òxid de ferro (sota altes pressions) que conté unes propietats magnètiques diferents de les que es poden obtenir actualment. I tenir un material amb aquestes propietats faria que s'haguessin de modificar els models geodinàmics que coneixem", apunta Juan Ángel Sans, investigador Ramón i Cajal del grup EXTREMAT de l'Institut de Disseny i Fabricació (IDF) de la Universitat Politècnica de València.

"Ens ha sorprès que la fase èpsilon fos estable a tan altes pressions, fins a 27 GPa, i que per sobre d'aquesta pressió aparegués aquesta nova fase, les propietats magnètiques de la qual encara no coneixem bé" apunta Martí Gich, investigador de l'ICMAB-CSIC. "Aquesta estabilitat a altes pressions indica que ha de ser possible incorporar altres elements en proporcions elevades dins la fase èpsilon, de manera que s'espera poder controlar les seves propietats i prestacions", afegeix.

Els resultats de l'estudi desenvolupat pels investigadors de la UPV, l'ICMAB i l'ESRF permeten completar la visió del comportament de l'òxid de ferro i indiquen que la presència d'aquest material a l'interior de la Terra és possible.

L'estudi ha estat finançat pel Ministeri de Ciència, Innovació i Universitats, la Generalitat de Catalunya, i pel projecte Severo Ochoa d'Excel·lència Científica de l'ICMAB-CSIC.

**Referència:**

Sans, J. A. Montenegro, V., Garbarino, G. Gich, M. Cerantola, V., Cuartero, V. Monte, M., Irifune, T., Muñoz, A., Popescu, C., **Stability and nature of the volume collapse of  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> under extreme conditions**, Nature Communications, <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06966-9>

**Per a més informació:**

Luis Zurano – Comunicació UPV ([luizucon@upvnet.upv.es](mailto:luizucon@upvnet.upv.es))

Anna May Masnou – Comunicació ICMAB-CSIC ([amay@icmab.cat](mailto:amay@icmab.cat))

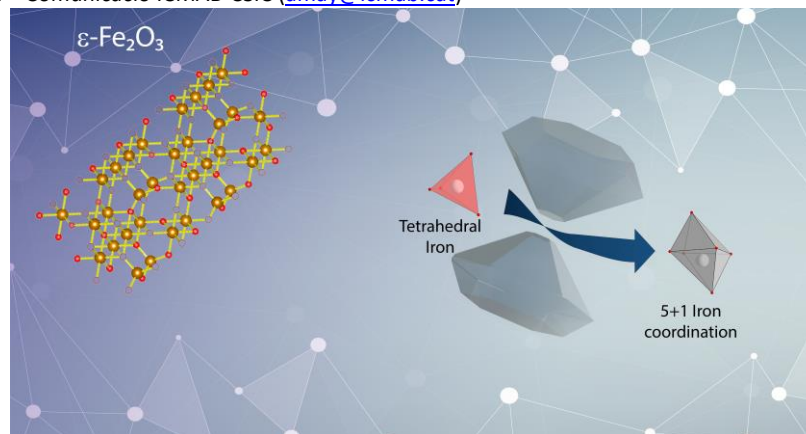


Figura 1: Representació de com canvia el número d'oxígens que rodegen a un dels ferros amb la pressió.

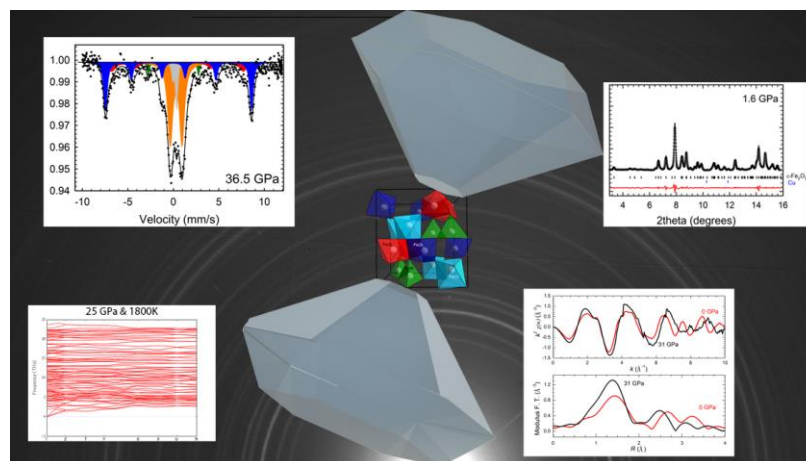


Figura 2: Imatge representativa de les diferents mesures i càlculs que s'han realitzat sobre las nanopartícules de la fase èpsilon-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



## A new iron oxide polymorph found at high pressures

- Researchers at the Polytechnic University of Valencia, the Institute of Materials Science of Barcelona and the European Synchrotron Radiation Facility have characterized the structural, electronic and magnetic behavior of nanoparticles of a rare phase of iron oxide, the epsilon phase, under extreme pressure conditions, emulating the conditions of the interior of the Earth.
- The study, published in *Nature Communications*, concludes that the presence of this rare phase of iron oxide in the inner Earth is possible, and that under these conditions there is a new iron oxide phase, epsilon prime, with magnetic properties radically different from those known so far.

The difficulty in accessing the inner parts of the Earth implies an absence of direct experimental studies on minerals and compounds that control geodynamics and geomagnetism. The Earth is mainly made up of six elements: magnesium, aluminum, silicon and iron, in combination with hydrogen and oxygen. Therefore, all the studies on materials that contain these elements in the appropriate conditions can open new ways of research that dig in the mysteries of the interior of the planet.

Now, a team of researchers from the Polytechnic University of Valencia (UPV), the Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB-CSIC) and the European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) has conducted a study, published in *Nature Communications*, which reveals that the epsilon phase of iron oxide (until now considered rare) can be found in the inner layers of the Earth.

In this work, the researchers have characterized the structural, electronic and magnetic behavior of epsilon-iron oxide nanoparticles under extreme pressure conditions. This treatment has led to the discovery of the new phase, epsilon prime, with magnetic properties unknown to date.

"From the geophysical point of view, this finding is very relevant. It opens the door to the fact that the epsilon phase can be found inside the Earth. On the other hand, a new iron oxide phase (under high pressure) that contains magnetic properties different from those that can be obtained at the moment has been discovered. And having a material with these properties would make it necessary to modify the geodynamic models we know", says Juan Ángel Sans, Ramón y Cajal researcher at the EXTREMAT group of the Institute of Design and Manufacture (IDF) of the Polytechnic University of Valencia.

"We were surprised that the epsilon phase was that stable at such high pressures, up to 27 GPa, and that above this pressure this new phase, whose magnetic properties we still do not know well, appeared" says Martí Gich, researcher at the ICMAB-CSIC. "This stability at high pressures indicates that the incorporation of high proportions of other elements in the epsilon phase should be possible, and to control its properties and benefits," he adds.

The results of the study developed by researchers from the UPV, the ICMAB and the ESRF allow to complete the vision of the behavior of iron oxide and indicate that the presence of this material in the interior of the Earth is possible.

The study was funded by the Ministry of Science, Innovation and Universities, the Generalitat of Catalonia, and the Severo Ochoa project of Scientific Excellence of the ICMAB-CSIC.

**Reference:**

Sans, J. A. Monteseuro, V., Garbarino, G. Gich, M. Cerantola, V., Cuartero, V. Monte, M., Irifune, T., Muñoz, A., Popescu, C., **Stability and nature of the volume collapse of  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> under extreme conditions**, Nature Communications, <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06966-9>

**For more information:**

Luis Zurano – Communication UPV ([luizucon@upvnet.upv.es](mailto:luizucon@upvnet.upv.es))

Anna May Masnou – Communication ICMAB-CSIC ([amay@icmab.cat](mailto:amay@icmab.cat))

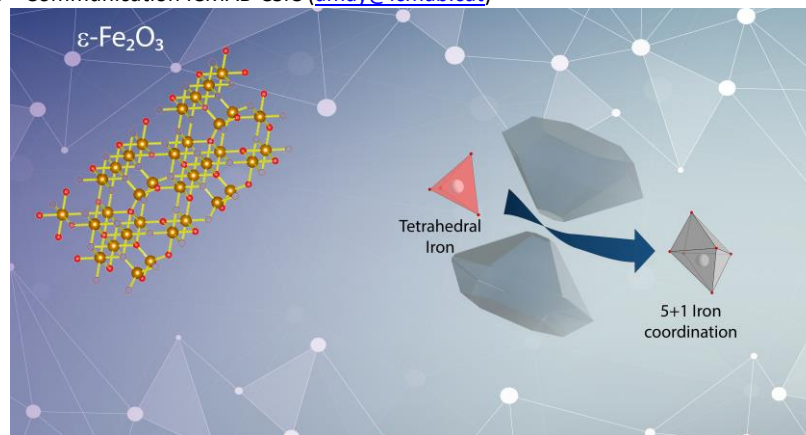


Figure 1: Representation of how the number of oxygens that surround one of the irons with the pressure changes.

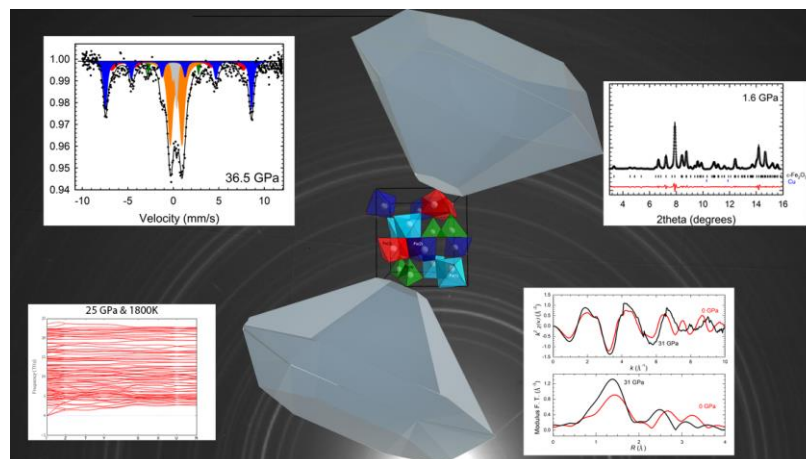


Figure 2: Representative image of the different measurements and calculations that have been made on the nanoparticles of the epsilon-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phase.