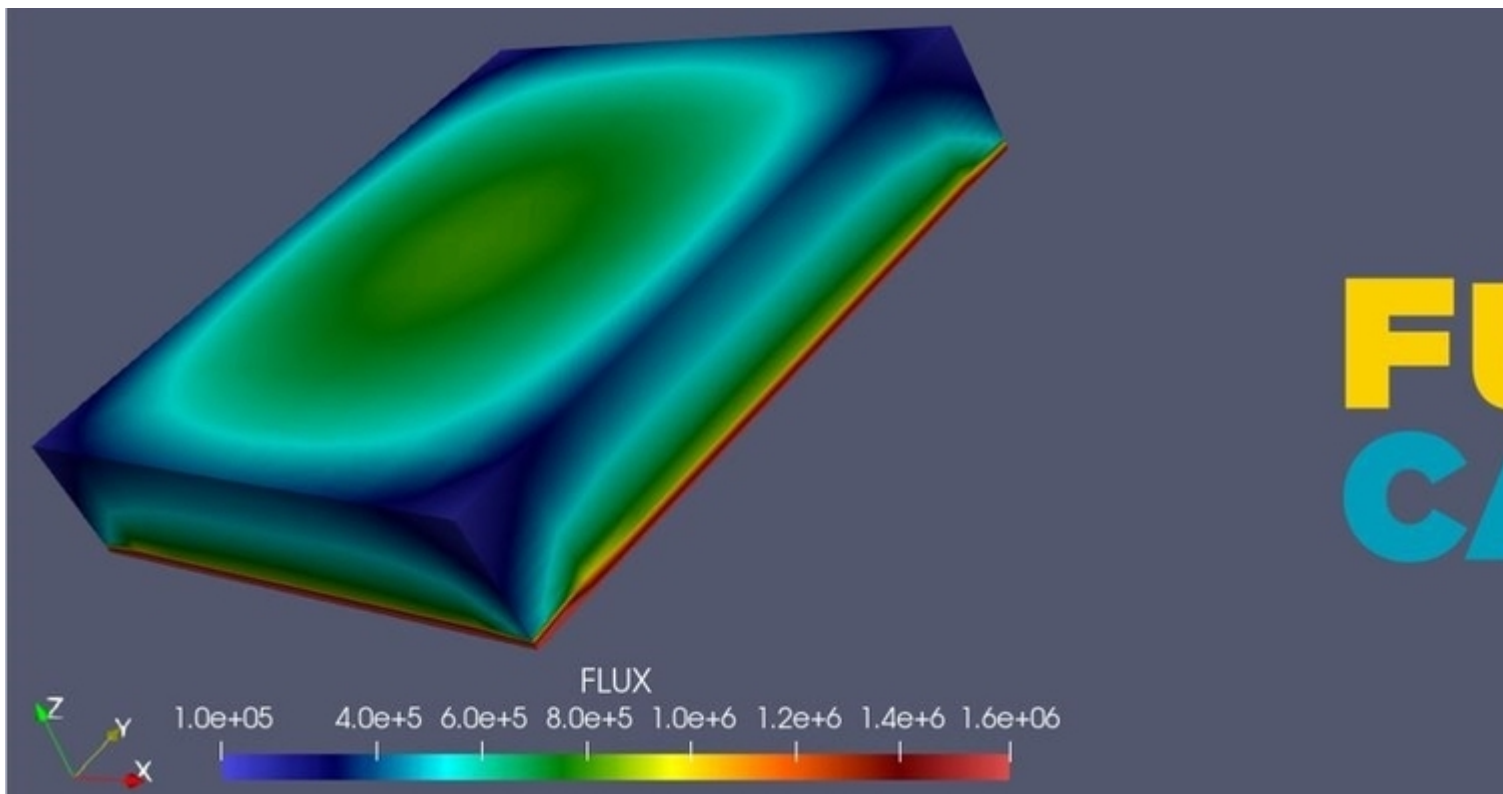


Inici > El BSC triplica els seus integrants vinculats al projecte FusionCAT per desenvolupar eines d'avantguarda mitjançant la combinació de la computació d'altres prestacions la fusió.

El BSC triplica els seus integrants vinculats al projecte FusionCAT per desenvolupar eines d'avantguarda mitjançant la combinació de la computació d'altres prestacions la fusió.

El centre coordina FusionCAT, un consorci amb l'objectiu d'establir una comunitat de fusió a Catalunya mitjançant el desenvolupament i transferència de tecnologies i competències industrials.



Les eines d'avantguarda es focalitzen en la simulació d'altres prestacions dels fenòmens físics interrelacionats que es desenvolupen a un reactor de fusió. Aquests abasten des de la producció del combustible a la captació de la energia, passant pel plasma i el transport de neutrons dins del reactor o els nous materials.

El Barcelona supercomputing Centre -Centro Nacional de Supercomputación (BSC) coordina [FusionCAT](#), la iniciativa que agrupa set institucions catalanes per a col·laborar al camp de la investigació i del desenvolupament de la tecnologia de l'energia de fusió. El BSC també participa als tres projectes tècnics de la iniciativa: **Projecte 1** “*Modelatge integrat complet de reactors de fusió complets*”, **Projecte 2** “*Neutrònica, creació de Triti i cicle operatiu del combustible*”

i **Projecte 3** “*Estudis de reactors de fusió*”. Addicionalment, el BSC ajuda als socis de FusionCAT amb la difusió i explotació dels resultats dels projectes dirigits al sector acadèmic i industrial per tal de promoure la investigació i la formació a l'àmbit de fusió. L'objectiu és comunicar, identificar i protegir l'autoria dels resultats del projecte, principalment, per establir i estimular una comunitat de fusió a Catalunya.

L'equip vinculat a FusionCAT al BSC ha crescut des dels 7 membres de l'inici del projecte al 2019 fins als actuals 25 professionals. Aquest creixement ha consolidat un equip de treball altament multidisciplinari amb l'objectiu d'afrontar amb solvència els reptes del projecte que està arribant al seu equador. L'equip inclou experts en física, matemàtiques, informàtica, enginyeria, administració de projectes i transferència de tecnologia, i està liderat per la investigadora ICREA Mervi Mantsinen (Figura 1) amb més de 23 anys d'experiència al camp de la fusió nuclear. “*FusionCAT permet al BSC explorar noves àrees amb un gran potencial de progrés sobre la base de la nostra combinació única de computació d'altas prestacions (HPC) i experiència en fusió*” comenta Mervi Mantsinen. La metodologia aplicada per l'equip del BSC (Figura 2) és acceptada per la comunitat de fusió i ha demostrat la seva validesa al passat.



Figura 1. La investigadora ICREA Mervi Mantsinen lidera el projecte FusionCAT al BSC-CNS.

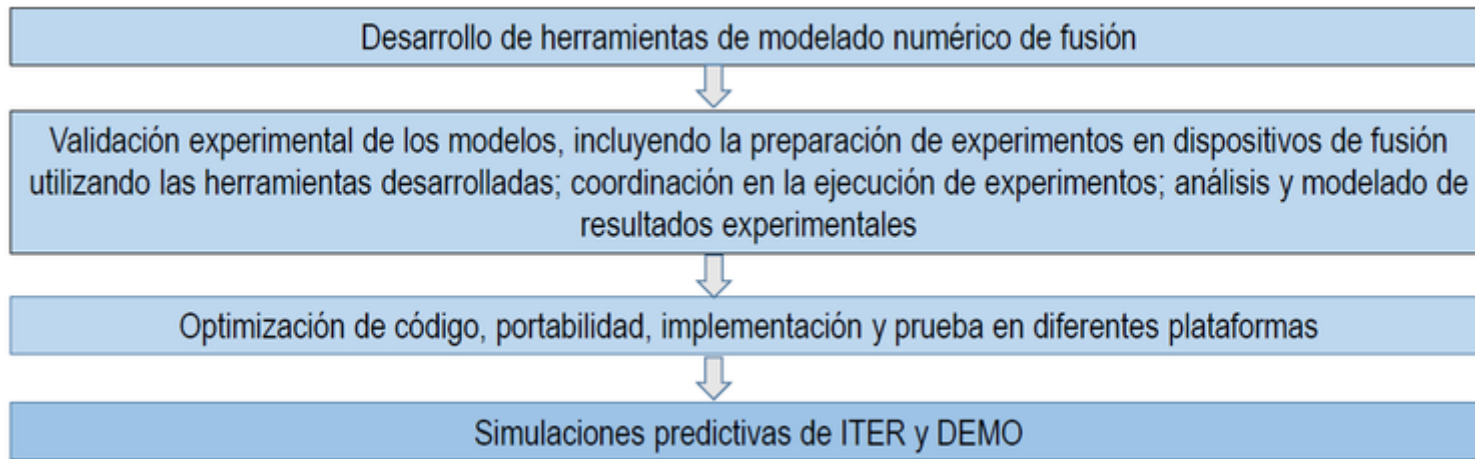


Figura 2. La metodología de l'equip FusionCAT al BSC-CNS.

Al primers 2 anys de projecte, el BSC ha desenvolupat les primeres versions dels mòduls de magnetisme i transport de neutrons pel seu programari HPC multifísic Alya, ha avançat en la simulació acoblada de la termodinàmica i dinàmica de fluids d'un segment de la primera paret d'[ITER](#), s'han validat diversos programes de la comunitat de fusió amb dades experimentals de [JET](#), està integrant diversos programes a l'*Analysis Suite IMAS* d'ITER i ha avançat en el modelatge a nivell atòmic de nous materials. Altres membres del consorci han avançat en el disseny de sensors de triti i liti, simulacions de metalls líquids, reactors de membrana catalítica per la recuperació d'isòtops d'hidrogen, disseny de components per a acceleradors de partícules, disseny de les instal·lacions de l'[IFMIF](#) i el modelatge del cicle de potència del CO₂ supercrític.

El plasma i els reactors de fusió són sistemes altament complexos des d'un punt de vista físic, numèric i computacional. Per tal de modelar-los és necessari contemplar múltiples fenòmens físics, així com múltiples escales temporals i espacials. La comprensió de la física involucrada fa necessària la integració de tots aquests elements (per exemple per a conèixer com cada factor de la reacció afecta a la resta, o com l'energia despresa és captada pel sistema refrigerant), de la validació dels seus resultats i de la seva posterior integració a les eines de la comunitat investigadora. Per tal d'assolir-ho, el BSC-CNS desenvolupa tres tasques al **Projecte 1**: la implementació de codis de multifísica basats en ALYA (codi HPC de mecànica computacional) per a poder modelar sistemes complexos multifísics, la validació experimental de codis per a fusió i la integració de codis a les cadenes de producció que s'empraran durant el funcionament d'ITER.

Els reactors de producció energètica del futur, com DEMO, aposten per un cicle del combustible basat en una producció ingent de neutrons del plasma i en l'ús del mantell fèrtil per a multiplicar encara més aquest nombre de neutrons produïts i mantenir així el cicle operacional del combustible. No obstant, per a assolir una producció energètica eficient és necessari optimitzar el cicle de combustible de la planta i, per aquesta raó, el **Projecte 2** es centra en el cicle del combustible en fusió, així com en els seus efectes vers el reactor i vers els components relacionats amb els neutrons, el liti i el triti. Per això, en estreta col·laboració amb [CONICET](#) (Argentina), el BSC-CNS desenvolupa un nou codi de transport de neutrons determinístic basat en l'equació de transport de Boltzmann amb el mètode d'elements finits. A l'actualitat, els codis Monte Carlo, com ara MCNP, són d'ús comú a la neutrònica de fusió i es caracteritzen per ser computacionalment més costosos i centrar-se en anàlisis locals. En canvi, la implementació de codis deterministes permet una anàlisi global i menys costosa de la geometria, el que suposa un avantatge. El nostre desenvolupament es basa en el codi de transport de neutrons implementat en ALYA i pretén augmentar-ne considerablement la fidelitat per a permetre prediccions realistes dels reactors de fusió. Així es contribueix al desenvolupament d'una eina computacional d'avantguarda capaç d'abordar aquest complex problema multifísic, tant als dispositius de fusió existents com als futurs. A més, aquesta eina tindrà el potencial per a escometre futurs desafiaments en el disseny de reactors de fusió ateses les seves capacitats HPC que fan possible l'anàlisi de

diferents variants d'un disseny. Així doncs, l'impacte esperat de dita eina pel desenvolupament de la fusió com una font d'energia serà elevat, i es situarà dins de la missió "*Tritium self-sufficiency and the design of the Test Blanket Module (TBM)*" de la fulla de ruta europea per a l'obtenció de l'energia de fusió.

El desenvolupament dels reactors de producció energètica del futur, com DEMO, requereix d'avenços en una sèrie de tecnologies necessàries per a la seva futura construcció. Al **Projecte 3**, el BSC-CNS s'enfoca en l'estudi altament especialitzat de tecnologies pel disseny d'imants basats en materials Superconductors d'Alta Temperatura (HTS) i en l'avaluació de la resistència dels materials emprats en la construcció del reactor de fusió.

La tecnologia HTS ha assolit prou maduresa per a ser considerada per la construcció dels imants principals dels reactors de fusió Tokamak. Prova d'això, és la proliferació de geometries innovadores basades en les seves millors prestacions pel que fa al camp magnètic, fet que permet disminuir dràsticament la mida del sistema i, per tant, el seu cost. La fabricació d'imants amb materials HTS permetrà generar els elevats camps magnètics necessaris per al confinament del plasma dins del reactor, i a més millorarà el rang de funcionament, les condicions de temperatura i els costos operatius. L'aplicació dels materials HTS al camp de la fusió requereix d'una avaluació del material des del punt de vista de la fabricació dels cables emprats als grans imants HTS. A l'actualitat, s'estan investigant diferents configuracions del cablejat per a optimitzar el seu comportament mecànic, tèrmic i electromagnètic. Per tal de complir els requisits de la fusió, les principals fites que cal atènyer són, essencialment, una millor conductivitat de les unions, un millor comportament mecànic, una disminució de les pèrdues quan es transporta corrent alterna (AC) i una millor propagació de la zona resistiva en transicions accidentals a l'estat no superconductor ("quench"). Per tal d'assolir les fites esmentades, cal un desenvolupament addicional del cablejat, una optimització dels revestiments dels cables i el desenvolupament d'eines d'anàlisi multifísic per al disseny d'imants i cables. Amb aquest propòsit, al **Projecte 3** de FusionCAT el BSC-CNS, en estreta col·laboració amb l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), ampliarà el codi ALYA per capacitar-hi l'estudi del caràcter multifísic del disseny d'imants amb materials HTS.

La troballa de materials segurs i duradors per a la construcció dels reactors de fusió és un dels reptes clau per a la generació de la energia de fusió. Al **Projecte 3**, el BSC-CNS estudia diferents mètodes per reduir la complexitat de les simulacions dels materials esmentats a escala atòmica. Partint de la Teoria del Funcional de la Densitat (DFT), que és probablement el mètode *ab-initio* (basat en química quàntica) més extensament utilitzat a dia d'avui, i emprant aquests resultats pel desenvolupament de camps de força (potencials interatòmics). Aquests potencials seran emprats per a una descripció completament clàssica del material mitjançant simulacions de dinàmica molecular. D'aquesta manera, es poden tractar sistemes molt més grans, en funció del temps i en condicions realistes temperatura. Així podríem abastar tot el rang que va des dels càlculs *ab-initio* (alta precisió i transferibilitat amb cost elevat) fins a camps de força clàssics (limitada precisió i transferibilitat amb baix cost). El nostre objectiu és combinar aquestes visions i contribuir a una descripció multiescala dels materials de fusió sotmesos a irradiació, treballant per la producció de materials apropiats i validats pel seu ús a reactors de fusió.

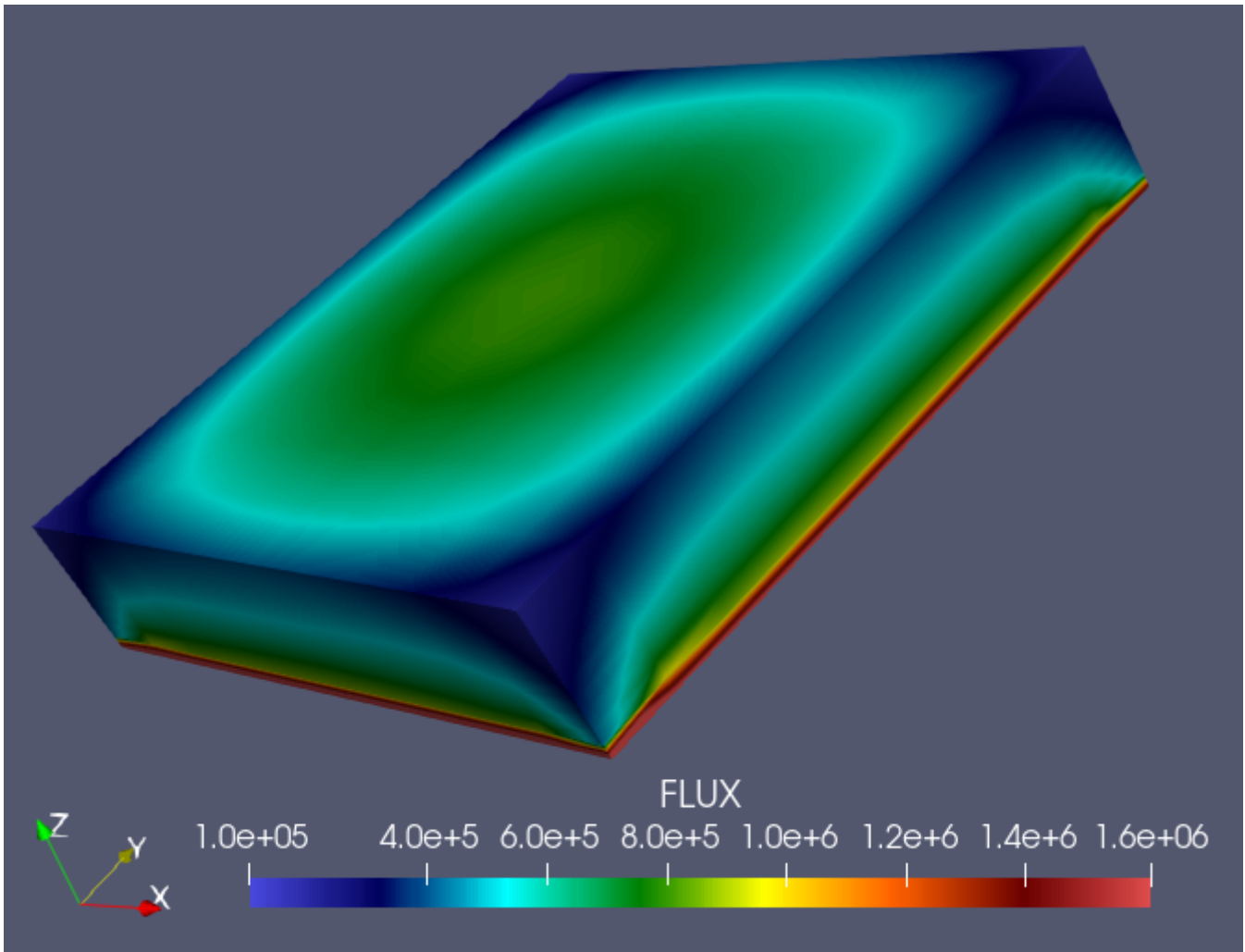


Figura 3. Flux de neutrons simulats amb ALYA a una placa 3D de 20cm de espessor de Si28.

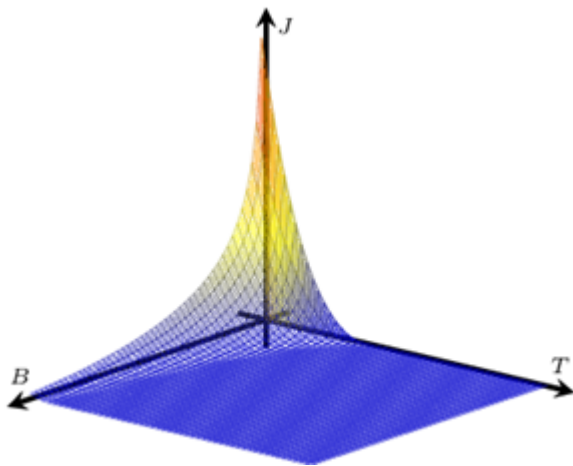


Figura 4 Superfície crítica d'una cinta HTS. Per sota de la corrent crítica, que depèn de manera local del camp aplicat i la temperatura, el superconductor transporta corrent amb camp elèctric nul. Per sobre de dita corrent, el camp elèctric creix de forma potencial.

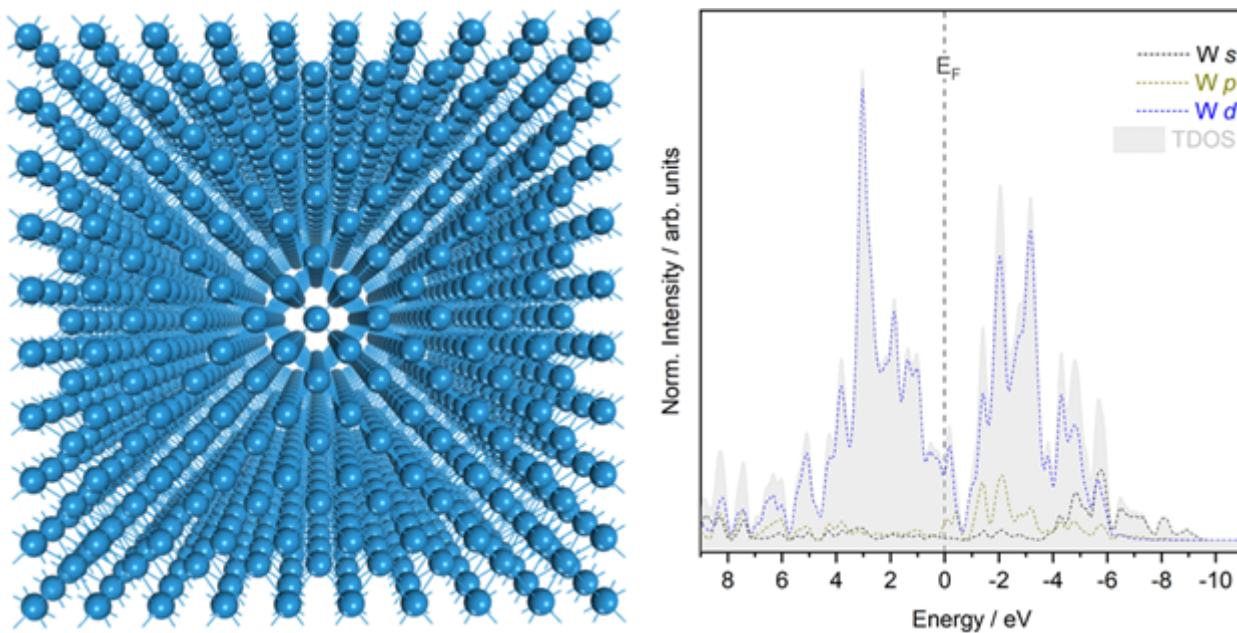


Figura 5. Model periòdic d'estructura cúbica centrada compost per 1458 àtoms de Tungstè, que és un dels materials d'interès per la fusió.

El projecte FusionCAT amb número d'expedient 001-P-001722 ha estat cofinançat en un 50% amb 1.960.963,66€ pel Fons Europeu de Desenvolupament Regional de la Unió Europea en el marc de el Programa Operatiu FEDER de Catalunya 2014-2020, amb el suport de la Generalitat de Catalunya.

Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación

Source URL (retrieved on 22 des 2024 - 21:34): [https://www.bsc.es/ca/noticies/noticies-del-bsc-el-bsc-triplica-els-seus-integrants-vinculats-al-projecte-fusioncat-desenvolupar-eines-d%E2%80%99avantguarda](https://www.bsc.es/ca/noticies/noticies-del-bsc/el-bsc-triplica-els-seus-integrants-vinculats-al-projecte-fusioncat-desenvolupar-eines-d%E2%80%99avantguarda)