



PLAN ESTRATEGICO DE CITMAga
2021-2024

Propuesta para la creación de un Centro de
Investigación en Matemáticas en Galicia



Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	5
1. ANTECEDENTES: LAS MATEMÁTICAS COMO VALOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	7
2. CONTEXTO: LAS MATEMÁTICAS EN GALICIA.....	9
LA OPORTUNIDAD.....	10
El potencial de las matemáticas en Galicia.	11
3. EL CITMAga	14
Investigadores/as garantes	14
Breve análisis DAFO	38
Breve análisis CAME.....	40
4. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES	41
Visión	41
Misión	41
Valores.....	43
5. LÍNEAS GENERALES DE LA FORMULACIÓN ESTRATÉGICA	44
Excelencia científica a través de una Agenda Científica orientada y especializada	44
Colaboración con centros y unidades de excelencia autonómicos, nacionales e internacionales..	44
Gestión del talento	45
Internacionalización.....	46
Impacto económico y social.....	47
Cooperación.....	47
Conexión con otros campos científicos.....	48
Evaluación continua y rendición de cuentas.....	48
6. MODELO DE GOBERNANZA	49
Principios de buena gobernanza.....	49
Estructura de gobernanza.....	50
Evaluación externa del Centro y sus miembros	50
Evaluación anual por parte del Consejo Rector	50
Evaluación bianual por parte del Consejo Asesor Científico Externo	51
Evaluación externa del Centro por un Panel de Evaluación Externo (Opcional)	51
Principios de adscripción y vinculación de investigadores/as	51
Criterios de adscripción	51
Aspectos operativos.....	53
7. AGENDA CIENTIFICA: la Agenda M4.....	55
Fundamentos.....	55
Un resumen de la Agenda M4	56
M4 Ciencia y Conocimiento	58
M4 Sociedad Digital	62

M4 Vida y Sostenibilidad.....	64
M4 Competitividad Industrial	69
La Agenda M4 para Galicia.....	73
Entidades colaboradoras	73
8. PLAN DE ACCION.....	76
Pilares	76
Excelencia en Investigación.....	76
Excelencia en Recursos Humanos	76
Excelencia en Transferencia.....	77
Excelencia en Gestión	77
Objetivos estratégicos	78
Mapa de acciones	79
Fichas descriptivas de las acciones	81
CULTURA	81
GOBERNANZA, ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN	84
INVESTIGACIÓN	90
RECURSOS HUMANOS	95
FORMACIÓN	97
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA	99
DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA	102
9. GESTIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO	104
Cronograma	104
Pautas para el establecimiento de indicadores.....	106
10. PLAN DE VIABILIDAD	107
VIABILIDAD Y PLANIFICACIÓN ECONÓMICA.....	108
PERSONAL.....	111
PROYECTOS.....	112
VALORACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	113
CARRERA CIENTÍFICA	114

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación matemática en Galicia tiene un importante reconocimiento tras una continuada aportación de indicadores competitivos con resultados destacados y una presencia sólida y estable en los foros internacionales de referencia que, al mismo tiempo, han situado a las universidades gallegas entre las 100 mejores universidades del mundo en esta disciplina¹.

En la misma línea, la experiencia del ITMATI (Instituto Tecnológico de Matemática Industrial), iniciativa colaborativa para la transferencia en Matemáticas promovida por las tres universidades gallegas, demuestra la eficiencia y reconocimiento de la ciencia y tecnología matemática gallega para la generación de impacto social y económico.

Esta posición consolidada puede y debe ser rentabilizada y potenciada dotando al Sistema Universitario de Galicia (SUG) de un marco científico organizado para las Matemáticas gallegas que optimice la cooperación y masa crítica actualmente activa.

Con este objetivo, las Universidades de A Coruña, Santiago de Compostela y Vigo proponen la creación y establecimiento **del Centro de Investigación y Tecnología Matemática de Galicia (CITMAga)** sobre la motivación de:

- Compartir visión y estrategia para aprovechar la capacidad y reputación actuales de las Matemáticas gallegas, creando una entidad de I+D sostenible, con relevante impacto académico, social y económico.
- Integrar las capacidades científicas y tecnológicas más competitivas de las tres Universidades en una Agenda Científica común, alineada con los retos globales definidos por el Programas Marco europeo (Horizon Europe), la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación y la RIS3 de Galicia.
- Rentabilizar la experiencia organizativa y colaborativa de ITMATI y su impacto y equilibrio interinstitucional actual asegurando la eficiencia en los procesos de transferencia y el objetivo de convertir los progresos en la Agenda Científica en impacto social y económico.

El CITMAga se constituye con el impulso de un colectivo científico suficiente y solvente buscando la conformación de activos como:

¹ A modo de ejemplo, el último [Best Global Universities ranking](#).

- Excelencia, centrada en la investigación, la innovación, la formación y tutoría solventes y sustentadas en una gestión eficiente y eficaz y una gobernanza sólida.
- Entorno atractivo para el desarrollo de carreras científicas competitivas, con capacidad para atraer y retener talento proporcionando una formación completa y profesionalizante para los/as jóvenes investigadores/as.
- Cultura colaborativa, orientada internamente entre grupos de investigación y equipos operativos, y externamente con otros socios académicos, industriales y sociales, tanto autonómicos como nacionales e internacionales.
- Capacidad de impacto, en la industria y la sociedad, a partir de un enfoque orientado a la aplicación innovadora de las Matemáticas para resolver desafíos industriales y sociales, y la capacitación de profesionales especializados.
- Estrategia y compromiso de transferencia, proporcionando a la industria autonómica y nacional una ventaja competitiva sostenible a través de un fácil acceso a la tecnología habilitadora líder en el mundo.
- Evaluación continuada, compromiso ético y rendición de cuentas.

Todo ello con el compromiso interinstitucional y el objetivo estratégico de conformar un Centro de Investigación referente y competitivo con capacidad para acceder en el corto y medio plazo a los grandes programas de fortalecimiento institucional.

1. ANTECEDENTES: LAS MATEMÁTICAS COMO VALOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

El establecimiento de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia se justifica sobre diferentes y complementarios factores. El relevante impacto social y económico de las Matemáticas como disciplina y su imprescindible contribución al desarrollo de otros campos científicos y tecnológicos han situado a este campo de la ciencia en una posición de liderazgo como motor de desarrollo de conocimiento. Estos factores, unidos a la existencia de una masa crítica de personal investigador en Matemáticas de relevancia, contando con referentes en todas las áreas a nivel nacional e internacional, sustentan esta iniciativa que se presenta para la creación de un Centro de Investigación y Tecnología Matemática de Galicia (CITMAga).

El conocimiento matemático, como núcleo del desarrollo científico y tecnológico, ha contribuido de manera fundamental a sustentar las decisiones estratégicas relacionadas con los grandes retos globales a los que nos enfrentamos como sociedad (cambio climático, salud pública, sociedad digital, industria 4.0, etc.) y que se recogen como tal en los programas marco.

La experiencia nos muestra que los resultados matemáticos a menudo surgen de las dinámicas internas de la disciplina. A pesar de esto, también es un hecho que la mayoría de las teorías matemáticas proporcionan aplicaciones prácticas que permiten obtener nuevos avances científicos y progresar en los ámbitos tecnológicos. Desde este punto de vista, **un sistema científico transformador requiere de una comunidad consolidada y robusta de personal investigador que desarrolle conocimiento matemático avanzado**. Esto sirve para aumentar una experiencia técnica que permeará el tejido tecnológico de la comunidad. En este sentido, **el centro velará estratégicamente por este objetivo general de posicionamiento e impacto social y económico**.

Además del evidente impacto social de las Matemáticas en lo que concierne a la comprensión del mundo y su relevancia para la educación y la formación de futuras generaciones, el impacto y valor económico de la investigación matemática también están recibiendo un reconocimiento cada vez mayor. Las Matemáticas son esenciales en un mundo en constante cambio, donde la tecnología incide directamente en la forma que tenemos de trabajar y vivir. Además, las Matemáticas desarrollan el pensamiento analítico y la capacidad de comprender, de investigar y de encontrar

soluciones a problemas. Así, la educación y la enseñanza de las Matemáticas es esencial para la formación de la ciudadanía y para la mejora de la sociedad en general.

Aunque el impacto concreto que puede alcanzar un centro como el propuesto en esta disciplina no puede ser conocido con precisión de antemano, se pueden tomar como referencia diversos estudios que muestran como la investigación matemática ha afectado a otras regiones y plantearse cuánto y cómo contribuyen las Matemáticas a la riqueza económica de un país.

En 2016 la Agencia Estatal de Investigación financió la creación de la *Red Estratégica de Matemáticas (REM)* para fomentar la posición nacional e internacional de la investigación y transferencia matemáticas en España. En 2019 la REM presentó un estudio del impacto socioeconómico de las Matemáticas en España², el primero de este tipo en el país que mide la “intensidad matemática” de la economía española. Este estudio concluye que las Matemáticas son directamente responsables de un 6% de los trabajos en España y de más del 10% del producto interior bruto (PIB) español. Es más, se espera que las profesiones con una base fuertemente matemática sean las que más crezcan en los próximos años.

En otros países, como pueden ser Reino Unido, Países Bajos o Francia, también se elaboraron estudios similares sobre la contribución de las Matemáticas al PIB y al mercado laboral. Estos estudios mostraron un importante impacto en el empleo, que va desde un 9% de los trabajos en Francia al 10% en el Reino Unido y 11% en los Países Bajos; así como en el PIB de dichos países, estimado en un 15% en Francia, un 16% en el Reino Unido y un 13% en los Países Bajos. Teniendo en cuenta estos datos, el estudio llevado a cabo por la REM advertía de que el sector empresarial español se alimenta de menos Matemáticas que los países circundantes, lo cual supone un riesgo que puede llevar a hacer nuestra economía menos competitiva.

La **importancia y relevancia de las sinergias y colaboraciones de las Matemáticas con otros campos** y las implicaciones que esto conlleva para la educación STEM y la industria están descritas con detalle en *The Mathematical Sciences in 2025*, un informe reciente elaborado por el *US National Research Council* y la *National Academies for the National Science Foundation* y coordinado por Mark L. Green (UCLA):

"Indeed, mathematical sciences work is becoming an increasingly integral and essential component of a growing array of areas of investigation in Biology, Medicine, Social Sciences, Business, Advanced Design, Climate, Finance, Advanced Materials, and much more. This work involves the integration of Mathematics, Statistics, and computation in the broadest sense, and the interplay of these areas with areas of potential application; the mathematical sciences are best conceived of as including all these components. These activities are crucial to economic growth, national competitiveness, and national security. This Finding has ramifications for both the nature and scale of funding of the mathematical sciences and for education in the mathematical sciences."

² Informe de la REM: https://institucionales.us.es/remimus/wp-content/uploads/2019/04/ESTUDIO-MATEMATICAS-REM-AFI_ESP.pdf

2. CONTEXTO: LAS MATEMATICAS EN GALICIA

La investigación matemática llevada a cabo en Galicia goza actualmente de un importante reconocimiento, tanto a nivel tanto nacional como internacional, tras una continuada aportación de indicadores competitivos y una presencia sólida y estable en los foros internacionales (redes de investigación, comités y sociedades científicas...) de referencia que, al mismo tiempo, han situado a las universidades gallegas entre las 100 mejores universidades del mundo en esta disciplina³.

En la misma línea, la experiencia del ITMATI (Instituto Tecnológico de Matemática Industrial), iniciativa colaborativa para la transferencia en Matemáticas promovida por las tres universidades gallegas, se ofrece como muestra del impacto social y económico de la ciencia matemática gallega. Pese a su todavía reciente creación, el ITMATI produce indicadores de relación tecnológica e impacto industrial que son referente nacional en este ámbito disciplinar

No obstante, la comunidad gallega de personal investigador en Matemáticas no actúa con la óptima coordinación y ninguna institución o grupo de investigación tiene una masa crítica para posicionarse como una referencia singular, visibilizarse internacionalmente conforme a sus capacidades reales y capturar niveles sostenibles de financiación autonómica y nacional. Por ello, esta posición consolidada puede ser rentabilizada y potenciada dotando al sistema universitario de un marco científico organizado para las Matemáticas gallegas que optimice la cooperación y masa crítica actualmente activa.

Por otra parte, si bien, como se ha señalado y se resume en los datos aportados más adelante, en calidad y cantidad, la matemática gallega se encuentra actualmente en un momento histórico de productividad, que convive con una brecha generacional importante en algunas disciplinas relevantes que cuestiona la evolución y productividad de este entorno académico y científico en los próximos años. Esta circunstancia se constata en un marco institucional en el que la comunidad actual ha crecido de manera muy orgánica generando un grupo de excelentes matemáticos y matemáticas en Galicia, pero sin un plan integral que posibilite asegurar que las/los jóvenes talentos se retengan en un entorno profesional atractivo y estable.

³ Uno de los resultados más recientes es el proporcionado por el Best Global Universities (<https://www.usnews.com/education/best-global-universities/spain>)

En este contexto, resulta estratégico el aprovechar el actual liderazgo del personal investigador en Matemáticas de Galicia para crear un entorno multigeneracional de excelencia en la investigación con fuerte proyección nacional e internacional, capaz de atraer talento y recursos (financiación europea y nacional). La combinación de políticas de contratación adecuadas en las tres universidades gallegas, asociadas a un centro constituido como un entorno de investigación atractivo, debería contribuir a corregir la situación actual de la comunidad investigadora en algunas áreas de las Matemáticas facilitando un relevo generacional continuado, al tiempo que consolidar y poner en relevancia la posición alcanzada por la comunidad científica gallega en este ámbito.

LA OPORTUNIDAD

En el contexto referido existe una oportunidad para crear el Centro de Investigación y Tecnología Matemática de Galicia que tenga un impacto significativo en la sociedad y en la industria, actuando como referente nacional e internacional materializando una Agenda Científica que propicie el acceso a fuentes de financiación competitivas.

Para hacer realidad el Centro esta propuesta se requerirá del apoyo de las Universidades y el Gobierno gallegos. Para ser más precisos, la colaboración y el apoyo institucionales son necesarios para proporcionar la estructura de personal necesaria del Centro y así poder poner en firme y materializar el plan estratégico asociado a nuestra Agenda Científica.

Para la elaboración de esta propuesta se han examinado otros centros de referencia nacionales e internacionales, tales como el Basque Centre for Applied Mathematics (BCAM) o el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT) - los cuales han obtenido la distinción Severo Ochoa - o el Centre de Reserca Matemàtica (CRM), analizando las características que tiene en común su situación con la gallega, así como aquellos elementos diferenciales.

Respecto de estos centros, una conclusión obvia se aprecia en el número potencial de personal investigador que podría estar involucrado en el CITMAga (entre 170 y 200 según las estimaciones del capítulo 10 Plan de viabilidad), menor en la comunidad científica gallega que el de los casos de BCAM o ICMAT. No obstante, nuestra iniciativa presenta valores comparativos relevantes, en cuanto a que los indicadores de producción científica no resultan excesivamente dispares y la comunidad científica gallega presenta una actividad de transferencia con impacto y resultados más destacada que estos centros de referencia.

En esa línea, el CITMAga proporcionará una oportunidad de crecimiento y por tanto propiciará el aumento de masa crítica en un entorno científico atractivo organizado en torno a una Agenda Científica

- que se orienta a la resolución de retos globales incluidos en la agenda europea recogida en el programa Horizonte Europa, lo que conlleva compartir y transferir conocimiento con o hacia otras áreas científicas y de la sociedad;
- que supera la división clásica del conocimiento por áreas de investigación, identificando nuevos campos de convergencia y fomentando las colaboraciones interdisciplinares al proponer programas de investigación conjunta entre áreas y

- que reconoce los campos matemáticos nuevos y emergentes, así como el potencial de los métodos matemáticos existentes, aún por ser explotados en su totalidad.

Tal y como se ha mencionado, la creación y establecimiento de este Centro permitirá acceder a oportunidades de financiación nacionales e internacionales. Está contemplado en nuestra visión solicitar una distinción de excelencia (la María de Maeztu⁴ como primer paso), y la estructura del Centro y la Agenda Científica nos permitirán también competir por proyectos ERC, programas de cofinanciación Marie Skłodowska-Curie ⁵ y otros programas relevantes dentro de la red de colaboración transnacional.

El potencial de las matemáticas en Galicia.

Cuando se trata de evaluar la viabilidad y posible trayectoria de un centro de Ciencia y Tecnología Matemática como el que se plantea debe tomarse en consideración el potencial de la comunidad científica activa actualmente en el SUG así como los indicadores de input y output asociados. Desde esa perspectiva, el SUG cuenta, potencialmente, con las capacidades que aportan los más de **240 investigadores/as** actualmente asociados a las tres universidades, y que se organiza en **166 docentes, 10 investigadores/as postdoctorales, 53 investigadores/as en formación predoctoral y 14 técnicos**. Este conjunto de investigadores e investigadoras captan anualmente en promedio cerca de **un millón de euros en programas competitivos nacionales y europeos**. Con estos recursos, son capaces de publicar más de **160 trabajos científicos anuales**, numerosas actividades de transferencia, fundamentalmente a través de contratos con empresas, lo que reporta otros **810.000€ anuales**. El capítulo 10 Plan de viabilidad desarrolla dos escenarios para valorar el potencial del centro en base a la adscripción de investigadores.

A partir de ello podemos considerar que el nuevo centro se desarrollará sobre un subconjunto significativo de estos/as investigadores/as que se adscribirán de forma competitiva y con capacidad para aportar producción y competencia desde sus primeros pasos..

La tabla 1 muestra la evolución de los indicadores de input y de output, con valores anuales o agregados, aportada en la actualidad por las tres universidades.

⁴ Debe tenerse en cuenta que el estatus jurídico del futuro Centro puede ser relevante a la hora de poder solicitar esta distinción, al menos en las condiciones actuales.

⁵ Las acciones específicas necesarias aún no han sido indicadas en el programa Horizonte Europa, pero las principales áreas de intervención incluyen movilidad del personal, programas de formación, actividades de divulgación y difusión de resultados y la promoción de programas interdisciplinares.

Tabla 1 CITMAga en cifras

Indicadores	2016	2017	2018	2019	Promedio anual UDC, USC, UVigo
1. CAPACIDADES	2016	2017	2018	2019	Promedio anual (2016-2019)
1.1 Personal investigador	221	241	249	260	243
1.1.1 Docentes	156	160	171	177	166
1.1.2 Postdoctorales	5	10	12	11	10
1.1.3 Predoctorales	48	53	52	59	53
1.1.4 Técnicos	12	18	14	13	14
2 ACTIVIDADE INVESTIGADORA Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	Acumulado 2016-2019 Nº		Acumulado 2016-2019 €		Promedio anual (2016-2019)
2.1 Proyectos	85		3.779.472 €		944.867,93 €
2.1.1 H2020 participación y coordinación	4		677.563,00 €		169.390,75 €
2.1.2 Otros proyectos internacionales (participación)	2		23.583,00 €		5.895,50 €
2.1.3 Proyectos nacionales	79		3.078.326,00 €		769.581,56 €
2.2 Publicaciones					
2.2.1 Total publicaciones (WoS ou Scopus)	153	196	144	158	162,75
2.2.2 Total revistas JCR	84	112	69	76	85,25
2.2.3 Publicaciones en revistas Q1	58	65	51	51	56,25
2.2.4 Publicaciones en revistas del primer decil	14	17	17	24	18
3 VALORIZACIÓN Y TRANSFERENCIA	Acumulado 2016-2019 (Nº)				Promedio anual (2016-2019)
3.1 Actividad (Nº)	78				19,5
3.1.1 Contratos I+D	13				3,25
3.1.2 Patentes y registros de software	9				2,25
3.1.3 Contratos servicios	56				14
3.2 Retornos económicos (€)	3.247.945,00 €				811.986,46 €
3.2.1 Contratos I+D	1.148.660,00 €				287.164,96 €
3.2.2 Contratos servicios	2.098.786,00 €				524.696,68 €

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

4 CARRERA CIENTÍFICA	2016	2017	2018	2019	Promedio anual (2016-2019)
4.1 Actividad formativa	95	141	141	143	130
4.1.1 Tesis dirigidas (nº)	88	126	125	124	115,75
4.1.2 Tesis leídas (nº)	7	15	16	19	14,25
4.2 Género					
4.2.1 Investigadoras en puestos de liderazgo científico (directoras de grupo, etc.) (% sobre total)	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
4.2.2 Investigadoras (% sobre total en relación a las categorías 1.1.1 y 1.1.2 de "1.Capacidades")	39,0%	39,0%	39,0%	41,0%	39,0%
4.2.3 Investigadoras predoctorales (% sobre total 1.1.3 de "1.Capacidades")	67,0%	100,0%	60,0%	50,0%	69,0%

3. EL CITMAga

En consonancia con el contexto descrito, las Universidades de A Coruña, Santiago y Vigo proponen la creación y establecimiento **del Centro de Investigación y Tecnología Matemática de Galicia (CITMAga)** sobre la motivación de

- Compartir visión y estrategia para aprovechar la capacidad y reputación actuales de las Matemáticas gallegas para crear una entidad de I+D sostenible, con relevante impacto académico, social y económico
- Integrar las capacidades científicas más competitivas de las tres Universidades en una Agenda Científica común, alineada con los programas marco europeos, la Estrategia estatal de Innovación y la RIS3 de Galicia.
- Asumir como estratégico el compromiso con la transferencia, proporcionando a la industria autonómica y nacional una ventaja competitiva sostenible a través de un fácil acceso a la tecnología habilitadora líder en el mundo.

El CITMAga se constituye con el impulso de un colectivo de **investigadores/as garantes**, referentes científicos en sus disciplinas y en sus respectivas universidades que aseguran la viabilidad e impulso del Centro. Al mismo tiempo, deberá ir conformándose sobre la adscripción progresiva y competitiva de una **población científica de más de 170 investigadores/as** – personal docente e investigador de las tres universidades gallegas.

Investigadores/as garantes

Con el objetivo de asegurar el impulso y organización del CITMAga se han identificado y seleccionado un conjunto de investigadores/as de referencia en el entorno de las ciencias Matemáticas de Galicia que actúan como promotores del Centro y avalan la viabilidad de la Agenda Científica propuesta.

Este conjunto de investigadores/as, definidos como Investigadores/as Garantes han sido seleccionados atendiendo a los criterios de competencia que se detallan más abajo, teniendo también en cuenta (i) la representación de las disciplinas académicas que estructuran la investigación en este ámbito científico, (ii) la cobertura y respaldo a las áreas de investigación

y transferencia de la Agenda Científica identificada y (iii) el liderazgo ante la comunidad científica matemática del SUG y la capacidad de movilizar a sus actores en pro del nuevo centro.

Los criterios para seleccionar a los investigadores promotores y garantes del nuevo centro se han basado en pautas de calidad y referencia, analizando para el conjunto de la población científica gallega y el período 2010-2019 la confluencia de aspectos como:

[C1] Acreditar un impacto normalizado de sus publicaciones mayor o igual a 2,5 sobre la media nacional, para el período de referencia.

[C2] Ser investigador/a principal de proyectos competitivos de investigación nacional e internacional (las acciones complementarias y de movilidad), en el período de referencia.

[C3] Presentar una trayectoria relevante en el ámbito de la transferencia de conocimiento al tejido socio-económico y/o a otras áreas de conocimiento.

[C4] Asegurar una actividad de liderazgo científico alineada con los objetivos de la Agenda Científica.

Los criterios [C1]-[C2] reflejan la excelencia científica; el criterio [C3] trata de asegurar que se potencie la capacidad de transferencia del centro que, con la integración de ITMATI, pretende reforzar la transferencia de tecnología matemática como uno de sus factores diferenciales. Finalmente, el criterio [C4] permitirá avalar la Agenda Científica propuesta, a la vez que se garantiza la incorporación de capacidades en todas las áreas de conocimiento dado el liderazgo de los/as investigadores/as garantes como IPs de grupos de referencia.

Se ha descartado en esta etapa la opción de usar criterios más restrictivos (Convocatoria Severo Ochoa-María de Maeztu de la Agencia Estatal de Investigación, por ejemplo), con el objetivo de asegurar una completa cobertura disciplinar y de los focos de la Agenda, entendiendo que, no obstante, se asegura un nivel de competencia referencial dentro de la comunidad matemática gallega y con reconocimiento en el contexto español. Lo anterior no resulta óbice para que el centro incorpore los objetivos de excelencia convergentes con las exigencias de programas y convocatorias internacionales tanto en su actividad como en los requerimientos de evaluación continua.

Se relacionan a continuación los/as investigadores/as garantes (por orden alfabético), justificando el cumplimiento de requisitos y su alineación con la Agenda Científica y los objetivos del centro. El colectivo de investigadores garantes, como líderes de grupos de investigación, avalan el alcance de la Agenda M₄, en todas sus áreas de investigación y transferencia y programas de investigación. En el detalle de su alineación con la agenda se indica a que programas contribuirían directamente, indicándose también si otros miembros de sus grupos de investigación apoyarían los desarrollos en líneas complementarias. Se facilita el código ORCID o el Scopus ID. En todo caso debe señalarse que este colectivo de investigadores garantes deberá ser validado por la Comisión Asesora Externa al tiempo que evalúa e informa la Agenda y el Plan Estratégico.

Garante	Iván Carlos Area Carracedo
ORCID	0000-0003-0872-5017
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Matemática Aplicada /UVigo
Indicadores de excelencia ⁶	96 publicaciones - 760 citas (7.92citas/artículo) Impacto normalizado (10 años) ⁷ : 5.68 Índice H=14 Tesis dirigidas: 3
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Secretario General del CIMPA (Centro Internacional de Matemáticas Puras e Aplicadas), centro UNESCO de categoría 2 que tiene por misión la promoción de las matemáticas en los países en desarrollo, de 2017 a 2020. Miembro del comité editorial de Journal of Inequalities and Applications. También fue miembro del comité editorial de Discrete Dynamics in Nature and Society.
Alineación con la agenda	
Iván Carlos Area Carracedo lleva a cabo su investigación en las áreas de polinomios ortogonales y cálculo fraccionario (M4. Ciencia y conocimiento, PI. Dinámica y fenómenos complejos). También ha contribuido a la teoría de modelos epidemiológicos y a la bioinformática (PI. Bioestadística y Biomatemáticas). El 4 de marzo de 2020, junto a otros investigadores, advirtió de la imposibilidad de tener elecciones gallegas el 5 de abril, porque según su modelo matemático coincidiría con el número máximo de jóvenes infectados por COVID-19. Durante la pandemia, realizó diversas simulaciones para predecir la evolución de la enfermedad en Galicia, formando parte del grupo de científicos que asesoró a la Xunta de Galicia.	

⁶ Datos obtenidos de Web of Science

⁷ Impacto normalizado sobre media nacional

Garante	Alfredo Bermúdez de Castro López-Varela
ORCID	0000-0002-1865-6804
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Matemática aplicada / USC
Indicadores de excelencia	166 publicaciones - 2772 citas (16.70 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 4.06 Índice H=25 Tesis dirigidas: 29
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos autonómicos, nacionales e internacionales. Investigador principal de Grupo de Referencia Competitiva de la Xunta de Galicia. Promotor del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI). Miembro del comité editorial de EMS Series in Industrial & Applied Mathematics, Mathematical Modelling and Numerical Analysis, Advances in Numerical Analysis, Journal of Mathematics in Industry y de The Open Acoustics Journal. Premio de Investigación de la Real Academia Galega de Ciencias.
Alineación con la agenda	
<p>Alfredo Bermúdez de Castro es un investigador relevante en el ámbito de la matemática industrial. Su investigación se ha centrado en la comprensión de procesos industriales en múltiples ámbitos (fluido-dinámica, térmica, acústica, electromagnetismo,...) por lo que su experiencia es fundamental tanto en el área M4. Competitividad industrial, en todos sus programas de investigación, como en el área M4. Ciencia y conocimiento, en el PI. Dinámica y fenómenos complejos. El grupo de Bermúdez de Castro cuenta con investigadores independientes que podrían contribuir en todos los programas del área M4. Sociedad digital y del área M4. Vida y sostenibilidad.</p>	

Garante	Miguel Brozos Vázquez
ORCID	0000-0003-4945-9587
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Matemática Aplicada / UDC
Indicadores de excelencia	45 publicaciones – 271 citas (6.02 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 5.31 Índice H=8 Tesis dirigidas: 2
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos.
Alineación con la agenda	
<p>La investigación de Miguel Brozos Vázquez se encuadra en el ámbito de la Geometría Diferencial y sus Aplicaciones. En su vertiente de generación de conocimiento está enfocada a aspectos relacionados con la curvatura de variedades semi-Riemannianas y otras estructuras geométricas (M4. Ciencia y conocimiento, PI. Estructuras naturales) o solitones y métricas críticas (M4. Ciencia y conocimiento, PI. Estructuras naturales), que se complementa con una reciente proyección a aplicaciones en el ámbito de la robótica mediante la creación de algoritmos eficientes (M4. Sociedad digital, PI. Sistemas inteligentes; M4. Competitividad industrial, PI. Algoritmos y computación de altas prestaciones).</p>	

Garante	Alberto Cabada Fernández
ORCID	0000-0003-1488-935X
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Análisis matemático / USC
Indicadores de excelencia	174 publicaciones -2814 citas (16.17 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 8.29 Índice H=29 Tesis dirigidas: 6
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos nacionales. Ex-director del Instituto de Matemáticas de la USC. Editor jefe de Differential and Difference Equations Section y miembro del panel editorial de AIMS Mathematics, Mediterranean Journal of Mathematics, Fractional Calculus and Applied Analysis, Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations, Advances in Difference Equations. También ha sido miembro de los paneles editoriales de Journal of Applied Mathematics, Journal of Inequalities and Applications.
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Análisis matemático / USC
Alineación con la agenda	
Alberto Cabada Fernández ha trabajado en áreas como las ecuaciones diferenciales lineales (funciones de Green) así como en métodos topológicos en el análisis no lineal (M ₄ . Ciencia y conocimiento, PI. Dinámica y fenómenos complejos). Además, su investigación también se encuadra en el área M ₄ . Competitividad Industrial, PI. Modelización matemática para la industria, con el estudio de la estabilidad de vigas y puentes según el sistema de anclaje.	

Garante	Carmen M. Cadarso Suárez
ORCID	0000-0002-9893-9520
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrática de universidad / Estadística e investigación operativa / USC
Indicadores de excelencia	110 publicaciones -1684 citas (15.31 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 10.80 El impacto está calculado sobre el área de Estadística y Probabilidad, si bien la investigadora cuenta con numerosas publicaciones en distintas áreas del ámbito biomédico Índice H=20 Tesis dirigidas: 12
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigadora principal de proyectos competitivos autonómicos, nacionales e internacionales. IP de grupo de referencia competitiva. Fundadora de la spin-off Biostatech. Promotora del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI). Formó parte del comité editorial de TEST y actualmente es editora asociada de Biometrical Journal. Ha sido coordinadora de redes de investigación autonómicas, nacionales y europeas.
Alineación con la agenda	
<p>La investigación de Carmen María Cadarso Suárez se ha desarrollado fundamentalmente en el ámbito epidemiológico y biomédico, por lo que su experiencia es un aval fundamental para el área M4. Vida y sostenibilidad, en especial para PI. Bioestadística y biomatemática, un ámbito en el que Cadarso es una investigadora de prestigio y en el que ha colaborado activamente con grupos de investigación del CIMUS y con personal del ámbito clínico. Sus contribuciones también sustentan los PI. Dinámica y fenómenos complejos y PI. Análisis matemático de datos del M4. Ciencia y conocimiento.</p>	

Garante	José Manuel Casas Miras
SCOPUS ID	720304963
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Matemática Aplicada / UVigo
Indicadores de excelencia	90 publicaciones -760 citas (8.64 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 7.82 Índice H=15 Tesis dirigidas: 3
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos nacionales.
Alineación con la agenda	
La investigación de José Manuel Casas se ha centrado fundamentalmente en el ámbito de los desarrollos teóricos, con lo cual se integraría principalmente en la M4. Ciencia y conocimiento (PIs. Dinámica y fenómenos complejos y Estructuras naturales), con potenciales aplicaciones en el M4. Sociedad digital (PI. Computación, aprendizaje y seguridad).	

Garante	Rosa M. Crujeiras Casais
ORCID	0000-0002-3907-8951
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesora titular de universidad / Estadística e investigación operativa / USC
Indicadores de excelencia	51 publicaciones – 344 citas (6.75 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 8.00 Índice H=11 Tesis dirigidas: 3
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigadora principal de proyectos competitivos nacionales. Ex-secretaria del Instituto de Matemáticas de la USC. Investigadora adscrita del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI). Coordinadora del grupo de trabajo de la USC y del grupo de trabajo interuniversitario para la propuesta de CITMAga. Editora asociada de Journal of Nonparametric Statistics y <i>topic editor</i> de Mathematics.
Alineación con la agenda	
<p>Rosa M. Crujeiras ha desarrollado su investigación en el ámbito de la estadística no paramétrica en procesos espacio-temporales y direccionales, con trabajos tanto de carácter metodológico (M4. Ciencia y conocimiento; PI. Análisis matemático de datos, PI. Dinámica y fenómenos complejos) como del ámbito aplicado. En concreto, en las áreas M4. Vida y sostenibilidad (PI. Entendiendo el entorno y el cambio climático, PI. Rumbo a la sostenibilidad), donde tiene experiencia en el análisis de procesos ecológicos y de regímenes de incendios, y M4. Sociedad digital (PI. Sistemas inteligentes; PI. Humanidades digitales), ya que ha colaborado activamente con grupos de investigación del CITIUS y del Instituto da Lingua Galega.</p>	

Garante	José Ramón Fernández García
ORCID	0000-0002-8533-1858
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Matemática aplicada / UVigo
Indicadores de excelencia	133 publicaciones - 930 citas (6.99 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 3.40 Índice H=17 Tesis dirigidas: 6
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos autonómicos y nacionales. Investigador adscrito del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI). Miembro del comité editorial de Computational and Applied Mathematics y de Journal of Thermal Stresses.
Alineación con la agenda	
<p>José Ramón Fernández García es un investigador con una gran proyección en el ámbito de la matemática aplicada y una amplia producción científica en el análisis matemático y la simulación numérica de problemas termo-mecánicos y de biomecánica. Tanto su actividad investigadora como sus recientes actividades de transferencia avalan el alto impacto de su trabajo en el área M₄. Competitividad industrial, en el PI. Modelización matemática para la industria y en el PI. Algoritmos y computación de altas prestaciones, como en el área M₄. Ciencia y conocimiento, en el PI. Dinámica y fenómenos complejos y en el área M₄, Vida y sostenibilidad, en el programa de PI. Bioestadística y Biomatemáticas.</p>	

Garante	Ignacio García Jurado
ORCID	0000-0002-6681-1629
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Estadística e Investigación Operativa/ UDC
Indicadores de excelencia	61 publicaciones – 549 citas (9 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 6.69 Índice H=13 Tesis dirigidas: 13
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos autonómicos, nacionales e internacionales. Editor asociado de TOP y Mathematical Methods of Operations Research. Ex-presidente de la SEIO y la SGAPEIO. Promotor del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI).
Alineación con la agenda	
Ignacio García Jurado ha desarrollado su investigación en el ámbito de la teoría de juegos, con numerosos trabajos en revistas internacionales y actividad editorial contrastada. Sus contribuciones se enmarcarían en el área M4. Ciencia y conocimiento, PI. Dinámicas y fenómenos complejos. Además, desde una perspectiva orientada, también contribuiría a la M4. Competitividad Industrial, PI. Producción y gestión eficientes.	

Garante	Eduardo García Ríó
ORCID	0000-0003-1195-1664
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Geometría y topología / USC
Indicadores de excelencia	115 publicaciones – 1028 citas (8.94 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 5.29 Índice H=17 Tesis dirigidas: 10
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos nacionales. IP de grupo de referencia competitiva. Ex-director del Instituto de Matemáticas de la USC. Miembro del comité editorial de Differential Geometry and Its Applications y de Journal of Geometric Analysis.
Alineación con la agenda	
Eduardo García Ríó es especialista en Geometría Semi-riemanniana, con numerosos trabajos que tratan aspectos relacionados con la curvatura y estructuras en variedades Riemannianas, Lorentzianas o en otras signaturas (M ₄ . Ciencia y conocimiento, PI. Estructuras naturales), pero también con amplia experiencia en Análisis Geométrico y el estudio de ecuaciones de evolución geométrica, especialmente a través de sus puntos críticos (M ₄ . Ciencia y conocimiento, PI. Dinámica y fenómenos complejos).	

Garante	Antonio Mariano Gómez Tato
ORCID	0000-0003-2465-3500
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Geometría y topología / USC
Indicadores de excelencia	64 publicaciones – 1200 citas (18.75 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 13.10 El impacto está calculado sobre el área de Matemáticas, si bien el investigador cuenta con numerosas publicaciones en áreas interdisciplinarias y del ámbito biomédico. Índice H=19 Tesis dirigidas: 2
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos nacionales. IP de grupo de potencial crecimiento. Contrastada actividad de transferencia.
Alineación con la agenda	Antonio M. Gómez Tato ha desarrollado su investigación en un contexto interdisciplinar, con colaboraciones en el ámbito de la biología, la bioinformática y la biomedicina. Su trayectoria es un aval fundamental para el área M4. Vida y sostenibilidad (PI. Bioestadística y biomatemáticas), el área M4. Sociedad digital (PI. Computación, aprendizaje y seguridad) y el área M4. Competitividad industrial (PI. Modelización matemática para la industria). Además, dada su formación en el campo de la geometría y la topología, podrá contribuir a los desarrollos del PI. Análisis matemático de datos, del área M4. Ciencia y conocimiento.

Garante	Wenceslao González Manteiga
ORCID	0000-0002-3555-4623
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Estadística e investigación operativa / USC
Indicadores de excelencia	161 publicaciones -2256 citas (14.01 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 8.22 Índice H=25 Tesis dirigidas: 32
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos autonómicos, nacionales e internacionales. Investigador principal de grupo de referencia competitiva. Promotor del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI). Editor asociado del Journal of the American Statistical Association, Test, ALEA, REVSTAT y Annals of the Institute of Mathematical Statistics y Statistical Inference for Stochastic Processes. Miembro de la Real Academia Gallega de Ciencias.
Alineación con la agenda	
<p>Wenceslao González Manteiga ha dedicado su carrera a la propuesta y análisis de metodologías no paramétricas para el estudio de variables aleatorias y procesos estocásticos de distinta naturaleza, en ámbitos tan diversos como el análisis de supervivencia, los procesos con dependencia espacial/temporal o los modelos de regresión con información incompleta. Además, ha mantenido colaboraciones con personal investigador de distintos ámbitos de conocimiento (medicina, biología, medio ambiente,...). Esto hace que sus contribuciones, además de enmarcarse en el PI. Análisis matemático de datos de la línea M4. Ciencia y conocimiento, puedan también orientarse al desarrollo de los PI. Bioestadística y biomatemáticas, PI. Entendiendo el entorno y el cambio climático, del área M4. Vida y sostenibilidad; así como al desarrollo del PI. Modelización matemática para la industria del M4. Competitividad industrial. En su grupo de investigación cuenta con investigadores independientes que podrían contribuir al área M4. Sociedad digital, en los PI. Humanidades digitales y PI. Sistemas inteligentes, al igual que dentro del M4. Competitividad industrial, PI. Producción y gestión eficientes, fundamentalmente desde el ámbito de la investigación operativa.</p>	

Garante	Ramón González Rodríguez
ORCID	0000-0003-3061-6685
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Matemática aplicada / UVigo
Indicadores de excelencia	64 publicaciones - 232 citas (3.62 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años) ⁸ : 2.50 Índice H=9 Tesis dirigidas: 2
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos nacionales.
Alineación con la agenda	
<p>Ramón González Rodríguez es experto en el ámbito de la teoría de categorías y representación, por lo que su investigación se ha centrado fundamentalmente en el ámbito de los desarrollos teóricos, con lo cual se integraría principalmente en la M4. Ciencia y conocimiento (PIs. Dinámica y fenómenos complejos y Estructuras naturales), con potenciales aplicaciones en el M4. Sociedad digital (PI. Computación, aprendizaje y seguridad).</p>	

⁸ Datos obtenidos de Scopus.

Garante	Manuel Eulogio Ladra González
ORCID	0000-0002-0543-4508
Categoría / Área de conocimiento /Universidad	Catedrático de universidad / Álgebra / USC
Indicadores de excelencia	102 publicaciones - 570 citas (5.59 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 4.29 Índice H=12 Tesis dirigidas: 14
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos autonómicos, nacionales y europeos. Investigador principal de grupo de referencia competitiva. Coordinador de Redes de Investigación nacionales y autonómicos.
Alineación con la agenda	
La investigación de Manuel Ladra se ha centrado fundamentalmente en el ámbito de los desarrollos teóricos, con lo cual se integraría principalmente en la M4. Ciencia y conocimiento (PIs. Dinámica y fenómenos complejos y Estructuras naturales), con potenciales aplicaciones en el M4. Sociedad digital (PI. Computación, aprendizaje y seguridad).	

Garante	Eduardo Liz Marzán
ORCID	0000-0003-1975-5182
Categoría / Área de conocimiento /Universidad	Catedrático de universidad / Matemática aplicada / UVigo
Indicadores de excelencia	86 publicaciones – 1432 citas (16.64 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 10.96 Índice H=23 Tesis dirigidas: 3
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos nacionales. Fue miembro de los comités editoriales de Qualitative Theory of Dynamical Systems, Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations, Applied Mathematical Modelling e Advances in Difference Equations.
Alineación con la agenda	
Eduardo Liz Marzán ha desarrollado su investigación en el área de ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias (M4. Ciencia y conocimiento, PI. Dinámica y fenómenos complejos), con especial atención a su aplicación a los modelos poblacionales, la dinámica de poblaciones y los modelos de pesca en particular (M4. Vida y sostenibilidad, PI. Bioestadística y Biomatemáticas; PI. Rumbo a la sostenibilidad).	

Garante	Juan José Nieto Roig
ORCID	0000-0001-8202-6578
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Análisis matemático / USC
Indicadores de excelencia	403 publicaciones -13222 citas (32.81 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 17.93 Índice H=61 Tesis dirigidas: 10
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos nacionales. Director del Instituto de Matemáticas de la USC. Miembro del Comité Español de Matemáticas y coordinador de la Red de Institutos Universitarios de Matemáticas. Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación Gadea Ciencia Miembro fundador de CORBI FOUNDATION (Coruña Biomedical Institute Foundation). Fue editor jefe de Nonlinear Analysis-Real World Applications, subject editor de Journal of the Franklin Institute – Engineering and Applied Mathematics, division editor Journal of Mathematical Analysis and Applications y editor asociado de Fractional Calculus and Applied Analysis. También forma parte del comité editorial de Fuzzy Sets and Systems, editor asociado de International Journal of Biomathematics, Evolution Equations and Control Theory y editor jefe de Fixed Point Theory and Algorithms for Sciences and Engineering. Ha coordinado la red IEMath-Galicia y fue coordinador científico de la solicitud IEMath-Galicia en el marco del Instituto Español de Matemáticas. Miembro de la Real Academia Gallega de Ciencias.
Alineación con la agenda	
Juan José Nieto Roig lleva a cabo su investigación en las áreas de ecuaciones diferenciales funcionales y ordinarias (M4. Ciencia y conocimiento, PI. Dinámica y fenómenos complejos) así como en diversas líneas de corte aplicado, como puede ser, en las áreas M4. Vida y sostenibilidad (PI. Bioestadística y Biomatemáticas), donde ha desarrollado modelos de la expansión de virus como el zika, ébola, dengue y COVID-19.	

Garante	Juan Carlos Pardo Fernández
ORCID	0000-0002-8260-374X
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Estadística e investigación operativa / UVigo
Indicadores de excelencia	24 publicaciones – 174 citas (7.25 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 4.91 Índice H=8 Tesis dirigidas: 1
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos nacionales. Investigador adscrito del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI).
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Estadística e investigación operativa / UVigo
Alineación con la agenda	
<p>La investigación de Juan Carlos Pardo Fernández se enmarca en el contexto de la estadística matemática no paramétrica. Sus contribuciones apoyarían los desarrollos del PI. Dinámica y fenómenos complejos, PI. Análisis matemático de datos del M₄. Ciencia y conocimiento. Además, su experiencia en el contexto del análisis de supervivencia, con especial relevancia en el estudio de curvas ROC, contribuiría al PI. Bioestadística y biomatemática (M₄. Vida y sostenibilidad) y también en el PI. Modelización matemática para la industria (M₄. Competitividad industrial).</p>	

Garante	Andrés Prieto Aneiros
ORCID	0000-0002-4399-6878
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Matemática aplicada / UDC
Indicadores de excelencia	16 publicaciones - 225 citas (14.06 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 7.93 Índice H=8 Tesis dirigidas: 2
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos autonómicos y europeos. Investigador adscrito del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial.
Alineación con la agenda	Andrés Prieto Aneiros es un investigador activo del área de la matemática aplicada y en particular centrado en la modelización matemática y la simulación numérica de problemas industriales que involucran fenómenos acústico-estructurales (caracterización de materiales porosos, acústica submarina, propagación de ondas en sistemas complejos). Tanto su actividad investigadora como su trayectoria de transferencia se enmarcan en el área M4. Competitividad industrial, en el PI. Modelización matemática para la industria y en el PI. Algoritmos y computación de altas prestaciones, como en el área M4. Ciencia y conocimiento, en el programa de investigación PI. Dinámica y fenómenos complejos y en el área M4, Vida y sostenibilidad, en el PI. Entendiendo el entorno y el cambio climático.

Garante	Javier Roca Pardiñas
ORCID	0000-0003-3107-4515
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Estadística e investigación operativa / UVigo
Indicadores de excelencia	58 publicaciones -449 citas (7.74 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 8.22 Índice H=12 Tesis dirigidas: 3
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos de transferencia. Investigador adscrito del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI).
Alineación con la agenda	
Además de una notable actividad de transferencia, Javier Roca Pardiñas ha desarrollado su investigación en métodos de regresión flexibles, que se enmarcarían desde un punto de vista metodológico en el PI. Análisis matemático de datos (M4. Ciencia y conocimiento). Sus colaboraciones con grupos de distintos ámbitos hacen que sus contribuciones ayuden a potenciar los PI. Bioestadística y biomatemática, PI. Entendiendo el entorno y el cambio climático (M4. Vida y sostenibilidad) o dentro de la M4. Sociedad digital, el PI. Sistemas inteligentes.	

Garante	Ángel Daniel Rodríguez Arós
ORCID	0000-0002-5747-8326
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Profesor titular de universidad / Matemática aplicada / UDC
Indicadores de excelencia	24 publicaciones - 142 citas (5.92 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 4.90 Índice H=8 Tesis dirigidas: 1
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos europeos
Alineamiento con la agenda	
<p>Ángel D. Rodríguez Arós es un investigador activo del área de la matemática aplicada y en particular centrado en el análisis matemático y la simulación numérica de problemas de mecánica de sólidos y mecánica del contacto, que involucran materiales viscoelásticos y fenómenos de memoria larga. Su actividad investigadora se enmarca tanto en el área M4. Competitividad industrial, en el PI. Algoritmos y computación de altas prestaciones, como en el área M4. Ciencia y conocimiento, en el PI. Dinámica y fenómenos complejos.</p>	

Garante	Juan Manuel Viaño Rey
SCOPUS ID	57200376882
Categoría / Área de conocimiento / Universidad	Catedrático de universidad / Matemática aplicada / USC
Indicadores de excelencia	50 publicaciones – 644 citas (12.88 citas/artículo) Impacto normalizado (10 años): 6.78 Índice H: 13 Tesis dirigidas: 10
Actividad de referencia en investigación y/o transferencia	Investigador principal de proyectos competitivos autonómicos y nacionales. Ex-director del Instituto de Matemáticas. Promotor del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI). Fue presidente del Instituto Español de Matemáticas. Ex-rector de la Universidad de Santiago de Compostela.
Alineación con la agenda	Juan Manuel Viaño Rey es un investigador relevante en el ámbito de la matemática aplicada como un notable gestor (tanto en su etapa como rector en la USC como presidente del Instituto Español de Matemáticas- IEMATH). Su investigación se ha centrado el análisis de estructural delgadas y en problemas de contacto que involucran fenómenos tanto térmicos como mecánicos, por lo que su experiencia es fundamental tanto en el área M ₄ . Competitividad industrial, en el PI. Modelización matemática para la industria, como en el área M ₄ . Ciencia y en el PI. Dinámica y fenómenos complejos. También puede contribuir al PI. Bioestadística y biomatemáticas en el M ₄ . Vida y sostenibilidad.

En la siguiente figura se muestra la alineación de cada uno de los garantes (y/o de los miembros de sus grupos) con las áreas de investigación y transferencia y los programas de investigación. Los títulos de los programas se han omitido, únicamente enumerando PI.1, PI.2 y PI.3 en cada área, siguiendo el orden que se puede consultar en la Agenda Científica

	M4. Ciencia y conocimiento			M4. Sociedad digital			M4. Vida y sostenibilidad			M4. Competitividad industrial		
Garante/PI	PI.1	PI.2	PI.3	PI.1	PI.2	PI.3	PI.1	PI.2	PI.3	PI.1	PI.2	PI.3
Area Carracedo, I.												
Bermúdez de Castro López-Varela, A.												
Brozos Vázquez, M.												
Cabada Fernández, A.												
Cadarso Suárez, C.M.												
Casas Miras, J.M.												
Crujeiras Casais, R.M.												
Fernández García, J.R.												
García Jurado, I.												
García Río, E.												
Gómez Tato, A.M.												
González Manteiga, W.												
González Rodríguez, R.												
Ladra González, M.E.												
Liz Marzán, E.												
Nieto Roig, J.J.												
Pardo Fernández, J.C.												
Prieto Aneiros, A.												
Roca Pardiñas, J.												
Rodríguez Arós, A.D.												
Viaño Rey, J.M.												

Breve análisis DAFO

El análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) define las siguientes afirmaciones destaca las principales reflexiones e las áreas de actividad científica. Financiación, recursos humanos, etc.

	DEBILIDADES	AMENAZAS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
ACTIVIDAD CIENTÍFICA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grupos de investigación muy atomizados y distribuidos entre las tres universidades. 2. Organización científica autónoma que no favorece la colaboración disciplinar. Escasez de foros, mecanismos y cultura de cooperación entre áreas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consolidación de los modelos de financiación centrados en la excelencia, la solidez porganizativa y el posicionamiento especializado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masa crítica de excelencia en todas las áreas de matemáticas computadas a nivel interuniversitario. 2. Experiencia de cooperación y relaciones eactivas entre grupos de las tres universidades dentro de las mismas áreas. 3. Acceso a recursos científicos y de computación a través de organismos consorciados con participación de las universidades (BUGALICA, CESGA...). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Marco normativo y experiencia iteruniversitaria para la formalización de organizaciones de investigación colaborativas y de mayor masa crítica 2. Agenda alineada con los clústers y áreas de intervención del programa marco Horizon Europe y la Estrategia Española de Investigación
FINANCIACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 3. Dependencia de los programas nacionales y autonómicos de financiación de la I+D+i. Limitado financiamiento europeo y reducida actividad competitiva en este tipo de subvenciones. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Reducida garantía de éxito en las convocatorias internacionales y en los programas de excelencia (centros singulares, Severo Ochoa-María de Maeztu) . 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Complementariedad y capacidad de interacción multidisciplinar entre líneas de investigación y retos globales 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Programas de excelencia científica para el fortalecimiento (centros singulares, Severo Ochoa-María de Maeztu) institucional y desarrollo de estructuras organizativas más colaborativas

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

RECURSOS HUMANOS Y FORMACION	<p>4. Dificultades para captar talento (Ramón y cagal, Juan de la Cierva, Marie Curie...), así como limitada proyección para atraer personal investigador en formación acorde con su competencia científica.</p>	<p>3. Creciente competencia por el talento nacional e internacional frente a otros organismos con mayor visibilidad y estructura más competitivas y atractivas.</p> <p>4. Riesgo de sostenibilidad generacional en algunas áreas académicas debido al envejecimiento y reducción de las plantillas (personal investigador) y la baja tasa de reposición en años recientes.</p>	<p>5. Proximidad a estudiantes al estar inmerso en un entorno universitario, con un gran atractivo y demanda de los estudios de Matemáticas y áreas afines</p>	<p>4. Definición colaborativa de la Agenda M₄ (Maths for...) como un espacio atractivo para el fortalecimiento de las relaciones multidisciplinares internas a través del establecimiento de programas de investigación orientados.</p>
GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA	<p>5. Actividad de transferencia relevante pero muy concentrada en pocas áreas y disciplinas.</p>	<p>5. Limitada penetración del personal investigador cualificado en el tejido productivo.</p>	<p>6. Track record positivo en actividad de a transferencia y tecnología matemática con capacidad de gestión consolidada (ITMATI).</p>	
POSICIONAMIENTO Y VISIBILIDAD	<p>6. Visibilidad y posicionamiento colectivo de la actividad científica muy reducidos y con reconocimiento que no se corresponde con su capacidad y rendimiento científico.</p>	<p>6. Aparición de nuevas organizaciones científicas competitivas que dispersan la orientación y visibilidad de la Investigación en Ciencias Matemática</p>	<p>7. Nucleos de investigación colaborativos a nivel autonómico consolidados y de referencia nacional e internacional, disponiendo de una red de conexiones activas importante.</p>	<p>7. Relación y colaboración fluida con el gobierno de la Xunta de Galicia que reconoce las capacidades científicas y tecnológicas de las Matemáticas en su estrategia autonómica de innovación.</p>
INTERNACIONALIZACION	<p>7. Liderazgo científico, nacional e internacional, muy heterogéneo entre las Áreas Académicas y las tres universidades.</p>		<p>8. Liderazgo nacional e internacional de algunos/as investigadores/as y disciplinas</p>	

Breve análisis CAME

Como análisis complementario al DAFO presentado a continuación se propone un análisis CAME (Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar) que establece algunas de las pautas que orientan las necesarias líneas de acción estratégica que deberían ser abordadas para actuar sobre los aspectos identificados en el diagnóstico:

Las debilidades se deberán corregir sobre líneas de trabajo como:

- Crear una cultura colaborativa, corporativa y de pertenencia al centro aumentando la implicación de los investigadores y creando espacios y mecanismos de interacción y relación.
- Visibilizar un marco organizativo propicio para la incorporación de jóvenes investigadores/as que resulte atractivo para la captación de talento.

Las amenazas a las que se van a enfrentar podrán minimizarse mediante:

- Promover iniciativas de captación de talento.
- Aumentar la participación en proyectos internacionales.
- Diversificar los perfiles propios y los espacios de relación tecnológica en materia de transferencia.

Las fortalezas que se van a reforzar son:

- Mantener el liderazgo en investigación y transferencia, reforzándolo con una Agenda Científica orientada y una oferta formativa atractiva.
- Profesionalizar la gestión incorporando perfiles expertos y nuevas capacidades.

Las oportunidades se van a explotar:

- Asegurando las condiciones para competir por el sello de Centro de Excelencia.
- Aumentando la participación competitiva en proyectos europeos.
- Posicionándose a nivel nacional e internacional como entorno atractivo para el crecimiento y consolidación de carreras científicas competitivas.
- Ocupando un lugar reconocido en el sistema de innovación autonómico y nacional.

4. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES

Visión

Para conseguir el propósito de convertir CITMAga en un referente nacional e internacional por nuestros excelentes resultados científicos y por obtener un notable impacto económico y social a través de la transferencia de conocimiento promovida desde el Centro, se diseñará una hoja de ruta. Esta incluirá como primer reto, convertirnos en un centro neurálgico de la “Rede de Centros de Investigación do SUG”. Ello no solo se justifica por la singular importancia de las Matemáticas en Galicia, sino también por la fuerte relación profesional y el alto impacto de las colaboraciones del personal investigador en Matemáticas con otros centros de esta red (CITIC, CINBIO, CITIUS, CIQUS, CIMUS o IGFAE).

Este primer paso nos permitirá sentar las bases para ser reconocidos como uno de los Centros de investigación en Matemáticas líderes en España, y así tratar de conseguir una acreditación externa (como María de Maeztu o Severo Ochoa) en un período de 10 años. Hecho esto nos erigiríamos como uno de los mejores centros de Europa por publicaciones académicas y por innovación e impacto en la industria, educación, sociedad y economía, aspirando a ser un socio esencial en los HUBs digitales europeos, y un polo de referencia en la diseminación de actividades STEM.

Misión

El CITMAga sirve como pilar de excelencia dentro del ecosistema de innovación e investigación y tecnología Matemática de Galicia, atrayendo y reteniendo talento, con un fuerte compromiso con la transferencia de conocimiento y dotando a la sociedad e industria gallega y española de ventaja competitiva y sostenible a través del acceso a tecnologías innovadoras de primer nivel.

Estos objetivos se reflejan claramente en su organización científica. La **Agenda M4 (Maths for Agenda)**, incluye cuatro áreas de investigación y transferencia (AIT), - *Matemáticas para Vida y Sostenibilidad*, *Matemáticas para Sociedad Digital*, *Matemáticas para Competitividad Industrial* y *Matemáticas para Ciencia y Conocimiento* – concebidas como programas interdisciplinares que impulsan la colaboración científica y la interacción institucional para resolver los problemas globales

relacionados con la vida y la salud, la sociedad digital y la industria, así como a generar y diseminar conocimiento matemático de vanguardia.

Las tres primeras AITs incluyen programas de investigación (PI) directamente vinculados a los clústeres detallados en la organización preliminar del programa marco Horizonte Europa, centrados en los retos globales y la competitividad industrial en Europa. Como se concretará en la Agenda Científica, los PIs en la Agenda M₄ pretenden contribuir a la solución de diferentes retos globales. A modo de ejemplo, uno de estos retos es la mejora de la competitividad industrial, mediante la propuesta de procedimientos eficientes para la gestión y la toma de decisiones, y el desarrollo de herramientas matemáticas y sus implementaciones para uso práctico (*M₄ Competitividad Industrial*). Las tendencias de la Sociedad Digital también están presentes en nuestra agenda con una orientación específica hacia el análisis de los sistemas inteligentes, las contribuciones en el ámbito de las humanidades digitales, redes sociales (*M₄ Sociedad Digital*) y los gemelos digitales (*M₄ Competitividad Industrial*), así como el estudio de patrones evolutivos y modelos predictivos para aspectos sociales y medioambientales (*M₄ Vida y Sostenibilidad*). La Bioestadística y la Bioinformática también se incluyen como un programa en nuestra agenda (*M₄ Vida y Sostenibilidad*), considerando objetivos de alto impacto como el desarrollo de herramientas apropiadas para la medicina personalizada o para la evolución de enfermedades, sujetas, por ejemplo, a factores medioambientales.

Para garantizar el impacto de la investigación matemática en estos retos del mundo real y de la sociedad, y de los principales sectores productivos, el Centro promoverá acciones de transferencia, donde todas las tecnologías matemáticas y sus resultados de investigación se ofrecerán al servicio de la sociedad.

El Centro también apoyará la investigación fundamental que respalda los avances en innovación a través del área *M₄ Ciencia y Conocimiento*, situando las Matemáticas como un elemento crucial para los desarrollos científicos y tecnológicos⁹. Tal y como enfatizan varios centros de prestigio internacional^{10,11}, y como reconoce el European Research Council¹², la investigación motivada por la curiosidad lleva a avances del conocimiento que son la semilla de aplicaciones que conforman el futuro de nuestra sociedad y, como tal, constituye el sello de excelencia de las instituciones académicas. El Centro se suma a este objetivo, asumiendo la investigación de excelencia y la libertad investigadora como dos de sus principios fundamentales.

El Centro apoya la formación de doctorado y postdoctoral con reconocimiento internacional, y estimula las colaboraciones internacionales, organiza eventos no solo matemáticos sino también interdisciplinarios de alcance internacional, y asume la realización de actividades de divulgación y difusión de resultados (*outreach*), por iniciativa propia o en colaboración con otros socios, para

⁹ Este elemento es identificado como uno de los grandes objetivos de la Declaración de Río de Janeiro del 4 de Mayo de 1992, del año 2000 como Año Mundial de las Matemáticas, promovido por la UNESCO.

¹⁰ Institute of Theoretical Studies, ETH Zürich: <https://eth-its.ethz.ch/about-us.html>

¹¹ Institute for Advanced Studies of Princeton: <https://www.ias.edu/news/press-releases/2019/abel>, <https://www.ias.edu/about/usefulness-useless-knowledge>

¹² European Research Council: <https://erc.europa.eu/projects-figures/erc-funded-projects>

promover las vocaciones científicas y llamar la atención de la sociedad para que tome conciencia del papel de las Matemáticas en su bienestar y prosperidad.

Valores

Esta propuesta inicial pretende reflejar los valores principales que subyacen a la visión fundacional del Centro, alineados con los mandatos de la *European Charter for Researchers*:

Libertad académica, para la investigación y la innovación, permitiendo la generación de ideas novedosas y poco convencionales y, por tanto, contribuyendo a la expansión de las fronteras del conocimiento científico.

Excelencia, apoyando la iniciativa y la experiencia, así como la orientación a la investigación y la innovación, la formación y el *mentoring* excepcional, la gestión eficiente y efectiva, y el gobierno transparente.

Igualdad de oportunidades y trato, independientemente del sexo, la edad, la condición social o religiosa. Para ello, se reconocerá la diversidad y se promoverá la equidad y las vocaciones femeninas, apoyando el desarrollo de las diferentes capacidades, talentos y opiniones de los miembros del Centro.

Sensibilidad hacia los retos globales, dirigiendo los esfuerzos del Centro para tratar con estos problemas que afectan a la sociedad y su bienestar en un sentido global.

Colaboración¹³, tanto internamente entre miembros del centro, contribuyendo a los distintos programas y áreas de investigación, como externamente con socios del ámbito académico, industrial y social, autonómicos, nacionales e internacionales.

Ética y rendición de cuentas, en todos los aspectos de cada actividad del Centro, con una actitud profesional y responsable, estableciendo un código de buenas prácticas¹⁴ para el Centro. Se prestará especial atención a la adopción de medidas que permitan evitar el uso dual o mal uso de los resultados de la investigación de los proyectos promovidos y desarrollados en el Centro. En particular, no se llevarán a cabo proyectos con una orientación militar.

Responsabilidad social, contribuyendo al crecimiento económico, a la mejora de la calidad de vida, y a la ayuda al desarrollo en países en vías de desarrollo, mejorando la formación matemática y la transferencia de conocimiento a nuevas generaciones y a la sociedad.

Compromiso con la Ciencia en Abierto, en todas nuestras actividades, no solo limitándonos a apoyar las publicaciones en abierto, sino también los datos y el código en abierto, apoyando la Declaración de la EOSC¹⁵ y adhiriéndonos a sus principios.

¹³ Los colaboradores del Centro (centros de investigación, grupos estratégicos) se identificarán cuando se describa la Agenda Científica.

¹⁴ El Centro elaborará un "Código de Buenas Prácticas", siguiendo las guías de la *European Mathematical Society* (<https://euro-math-soc.eu/system/files/uploads/COP-approved.pdf>) y de la *American Mathematical Society* (<http://www.ams.org/about-us/governance/policy-statements/sec-ethics>)

¹⁵ *European Open Science Cloud*.

5. LÍNEAS GENERALES DE LA FORMULACIÓN ESTRATÉGICA

El Centro desarrollará un plan estratégico donde se establezca su misión, visión y valores y se definan los principales objetivos estratégicos, acompañado de un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortaleza y oportunidades). El plan estratégico se concretará en planes de acción anuales, que serán evaluados por los órganos de gobierno del Centro. La comunicación de la estrategia a todos los miembros y grupos de interés (*stakeholders*) es esencial para garantizar el avance cara objetivos comunes que se enmarcarán en las líneas generales que se describen a continuación.

Excelencia científica a través de una Agenda Científica orientada y especializada

El Centro considera la investigación matemática de calidad tanto en sus propósitos fundamentales como en la transferencia a otras ciencias, la industria, la educación y la sociedad. Esto se refleja en la configuración de una agenda científica organizada en áreas de investigación y transferencia (AITs) y programas de investigación (PIs), que no se corresponden directamente con una cierta disciplina dentro del ámbito matemático, superando la clásica estructura investigadora organizada en departamentos y orientando su actividad (y por tanto, su estructura a través de los programas de investigación) a la consecución de los retos del programa marco Horizonte Europa (véase Agenda Científica).

Colaboración con centros y unidades de excelencia autonómicos, nacionales e internacionales

El Centro continuará y consolidará las colaboraciones existentes con centros de excelencia locales, nacionales e internacionales (véase Agenda Científica para identificar a los colaboradores actuales y potenciales, a distintos niveles) y buscará el establecimiento de nuevas cooperaciones.

El Centro se implicará en la participación en redes temáticas e institucionales, considerándolas una oportunidad para establecer colaboraciones, incrementando su visibilidad nacional e internacional. Además, se configurarán alianzas estratégicas con diferentes centros del ámbito autonómico. Entre estos aliados cabe destacar el Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación (CITIC¹⁶), el Centro de Investigación en Tecnologías Inteligentes (CITIUS¹⁷), el Centro de Investigación Biomédica (CINBIO¹⁸), el Centro de Investigación en Medicina Molecular y Enfermedades Crónicas (CIMUS¹⁹), y los Institutos mixtos de investigación en el ámbito sanitario (como es el caso del Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur, IISGS²⁰), así como el Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE)

La alianza con centros de investigación en tecnologías de la información e inteligencia artificial, así como con centros de investigación en ciencias de la vida, se justifica por la fuerte conexión de estas áreas con las AITs definidas en la Agenda M4 y las colaboraciones actuales. Los proyectos conjuntos e interdisciplinares se mantendrán y generarán de manera natural y simbiótica.

El CITMAga diseñará e implantará un Programa de Transferencia alineado con su Agenda Científica para promover la colaboración con otras áreas y centros de investigación, contribuyendo a la solución de los retos globales a través de los PIs de la Agenda M4. Este programa será gestionado con la experiencia aportada por el ITMATI en la promoción y colaboración directa con el sector industrial y la administración pública y en la transferencia de tecnología matemática. Las buenas prácticas acumuladas por ITMATI serán fundamentales para el diseño y actualización de la Agenda Científica, concretamente en los programas enmarcados en la AIT *M4 Competitividad Industrial*.

Gestión del talento

El Centro concretará acciones estratégicas específicas para mantener y mejorar el nivel de excelencia científico. Estas acciones serán coordinadas con el desarrollo de planes adecuados de carrera profesional y políticas de promoción para abordar con garantías el reto de una constante renovación generacional en la plantilla investigadora. El Centro debe proporcionar un ambiente de trabajo atractivo, favoreciendo la conciliación familiar, para el desarrollo de carreras científicas a través de políticas y acciones que lo sitúen como un referente en términos de promoción del talento. En relación a la gestión del talento, el Centro aspira a conseguir el sello *European Human Resources Strategy for Researchers (HRS4R)*, requiriendo la generación y mantenimiento de un ambiente estimulante que favorezca la investigación.

También se pondrán en marcha acciones específicas para la promoción de las Matemáticas y, en particular, de la investigación e innovación matemática, orientadas a la captación de talento femenino.

¹⁶ CITIC: <https://www.citic-research.org/>

¹⁷ CITIUS: <https://citi.usc.es/>

¹⁸ CINBIO: <https://cinbio.es/en/portada-en/>

¹⁹ CIMUS: <https://www.usc.es/cimus/es>

²⁰ IISGS: <http://www.iisgaliciasur.es/>

²¹ ITMATI: <http://www.itmati.com/>

El Centro también promoverá colaboraciones entre el personal investigador y apoyará a sus miembros en la consecución de los principales objetivos establecidos en los programas de investigación, reconociendo su dedicación y esfuerzos a la hora de focalizar su investigación en un cierto reto social y la transferencia de conocimiento a la sociedad.

Internacionalización

Para apoyar el objetivo de situar al CITMAga como referencia a nivel internacional y atraer talento exterior, este debe incrementar la visibilidad internacional, las colaboraciones internacionales y la contratación de personal investigador extranjero. Por tanto, se hace necesario incrementar la internacionalización.

Visibilidad internacional. El Centro, como centro, deberá trabajar en el fortalecimiento de su reputación en la comunidad académica y la sociedad. Como ejemplo de la visibilidad e influencia que se desearía alcanzar, el Centro debería aspirar a convertirse en miembro de dos de las redes internacionales de centros de investigación matemática más relevantes: ERCOM (*European Research Centres on Mathematics*), que es un comité de la EMS constituido por las direcciones científicas de los centros de investigación matemática; e IMSI (*International Mathematical Sciences Institutes*), un consorcio internacional de Centros de investigación en Matemáticas que lleva a cabo programas de investigación específicos (en temas concretos) y organiza extensos programas de visitas.

El Centro también organizará y acogerá conferencias internacionales, talleres y cursos avanzados, esmerándose en la atracción de la participación de personal investigador de reconocido prestigio a nivel mundial. También se promoverá la participación institucional y la representación en congresos relevantes, con el objetivo de crear redes de colaboración.

Se fomentará y apoyará que personal investigador del Centro presente los resultados de su investigación en congresos, participe en comités internacionales y paneles editoriales y otras actividades similares que puedan incrementar la visibilidad y reputación del Centro en foros internacionales.

Colaboración internacional. Una de las claves para la promoción de la colaboración es la interacción directa. El Centro establecerá diversos mecanismos para este objetivo, que podrían incluir, entre otros,

- estancias de personal investigador externo en el centro y estancias en otros centros del personal investigador del Centro, tanto de larga como de corta duración, en entidades tanto académicas como industriales con las que el Centro pretenda establecer colaboraciones estables;
- apoyo a la movilidad internacional de todos los miembros, pero especialmente de estudiantes de doctorado y personal investigador posdoctoral, como una parte esencial de su formación, dándoles la oportunidad de establecer una red de colaboración y de trabajar en distintos ambientes;

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

- períodos temáticos (trimestres, semestres, años) en los que el personal investigador en Matemáticas de todo el mundo que hayan trabajado en un tema específico pueda interactuar, tanto de manera virtual como en talleres;
- fomentar la codirección de proyectos de tesis, con la supervisión conjunta de un miembro del Centro y un colaborador internacional (tesis con mención internacional) del ámbito académico o de la industria (tesis con mención industrial).

Contratación internacional. Teniendo en cuenta que la mayor parte del personal adscrito al Centro provendrá de las universidades públicas de Galicia, el Centro colaborará con los centros y departamentos de las mismas para incrementar el número de candidaturas internacionales en puestos vacantes. Las ofertas se anunciarán en foros internacionales y se promoverán a través de la red internacional de contactos del Centro. Para incrementar el atractivo de las ofertas, el Centro elaborará un paquete de beneficios no económicos, como el horario flexible, un ambiente de trabajo agradable, formación en competencias transversales y gestión de proyectos, y una amplia gama de oportunidades para colaborar con la industria y otras entidades no académicas que apoyen el desarrollo de carreras profesionales competitivas.

La opción de configurar Grupos de Investigación Conjuntos (*Joint Research Groups*) con entidades internacionales, donde el/la investigador/a principal forme parte de la plantilla del centro de modo parcial y los miembros de su equipo visiten regularmente el Centro, puede constituir un importante mecanismo de internacionalización.

Impacto económico y social

Como se ha ido señalando, el Centro incorpora como un valor diferencial y estratégico la contribución al desarrollo económico y social, con un compromiso de responsabilidad social concreto, a través del aporte de soluciones a los retos planteados en las agendas de investigación e innovación autonómicas, nacionales e internacionales. Como declaración de intenciones, la Agenda M₄ (véase Agenda Científica) incluye tres áreas de investigación y transferencia directamente ligadas a los clústeres del programa marco Horizonte Europa (*M₄ Vida y Sostenibilidad, M₄ Sociedad Digital y M₄ Competitividad Industrial*), todas ellas apoyadas en los programas de investigación que se incluyen en el área *M₄ Ciencia y Conocimiento*.

Cooperación

Otro aspecto importante del impacto social del Centro es el que concierne a la ayuda al desarrollo. El Centro aspira a llevar a cabo programas de formación y colaboración ligados a la transferencia de conocimiento para la mejora de la calidad de vida en países en vías de desarrollo, centrándose en las Matemáticas necesarias para afrontar cuestiones medioambientales y sanitarias. El cambio climático, el “*big data*”, las pandemias o la sostenibilidad estarán entre los principales temas de investigación y formación. En el año 2009, España se convirtió en miembro del CIMPA (Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées), un centro de categoría 2 de la UNESCO. Desde el Centro pretendemos desarrollar junto con CIMPA programas similares a los del IHP

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

(Institute Henri Poincaré, Paris, Francia) o el CRM (Centre de Reserca Matemàtica, Catalunya) para la organización de semestres temáticos. Además, se promoverá la participación de miembros del Centro en programas de cooperación como los cursos y escuelas CIMPA.

Conexión con otros campos científicos

El Centro centrará su acción en el desarrollo de actividades de investigación interdisciplinares, tal y como se refleja en su Agenda Científica, tanto dentro del centro como con otros colaboradores del ámbito académico e industrial de Galicia. Por ejemplo, muchas de las disciplinas del ámbito matemático tienen una relación bidireccional con las ciencias de la computación, no solo por el papel que estas juegan en la investigación matemática que requiere del uso de recursos computacionales, sino también por el hecho de que el avance en las ciencias de la computación se basa principalmente en desarrollos matemáticos. Además, la generación de conocimiento matemático es crucial para el desarrollo de otros campos, tanto dentro de las Ciencias Naturales (Física, Biología, Química,) como de las Ciencias Sociales (Economía, Sociología, Lingüística,).

Evaluación continua y rendición de cuentas

Para garantizar la vigencia de los valores del Centro y los principios de buena gobernanza, todos los aspectos de la operativa del centro estarán sujetos a evaluación regular, independiente y externa de manera que todos los miembros dispondrán de evaluaciones que permitan recompensar el buen rendimiento. El desempeño deficiente o la falta de adhesión a los principios éticos u otras políticas del Centro constituirá causa de baja.

Las evaluaciones externas tendrán lugar a diferentes niveles:

- El Centro, como tal, incluyendo aspectos relativos al liderazgo, gestión, colaboraciones, recursos y planificación estratégica.
- La Agenda Científica, a través de la evaluación del impacto de los programas de investigación, atendiendo tanto a indicadores científicos como a otras métricas orientadas a la medición del impacto.
- El personal investigador del Centro, reconociendo sus contribuciones científicas, de innovación y de transferencia de conocimiento.

6. MODELO DE GOBERNANZA

Principios de buena gobernanza

En el marco de las leyes aplicables y en función de la naturaleza legal del Centro, como entidad académico de investigación e innovación, la gobernanza debe guiarse por principios de buen gobierno en relación con la administración y rendición de cuentas - tanto en el ámbito público, como interno y lo relativo a sus miembros -, y definirse en línea con los mandatos del *European Charter and Code for Researchers*²², los *Principles of Good Democratic Governance* publicados por el Consejo de Europa²³, y el *Report of the Task Force on Higher Education and Society*²⁴. En consonancia con lo anterior, para garantizar la buena gobernanza del Centro se aplicarán los principios básicos siguientes:

- asegurar la libertad académica y una investigación e innovación responsables en el marco de la Agenda Científica propuesta y conforme a los principios éticos exigibles a la investigación pública;
- preservar la autonomía de gestión del Centro junto con la esencial responsabilidad de transparencia pública y rendición de cuentas;
- respetar la misión académica de excelencia en investigación, innovación, transferencia de conocimiento y formación;
- promover la selección rigurosa y la evaluación continua del personal investigador adscrito en función de sus méritos (principios OTMR) a través de un comité externo;
- contar con una participación significativa y objetiva de sus miembros y de los responsables externos en la gobernanza;
- asumir los principios de sostenibilidad y orientación a largo plazo en sus objetivos y actividad.

²² *European Charter and Code*: <https://euraxess.ec.europa.eu/euraxess/charter-code-researchers>

²³ Consejo de Europa: <https://www.coe.int/en/web/good-governance/12-principles-and-elope>

²⁴ *Report of the Task Force on Higher Education and Society, un proyecto del Banco Mundial y la UNESCO*: <http://www.tfhe.net/report/readreport.htm>

CITMAga

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

El seguimiento de estos principios deberá ser garantizado por la estructura de gobierno que se detalla a continuación

Estructura de gobernanza

El CITMAga se constituirá bajo la figura de consorcio entre las universidades participantes, quedando su estructura de gobernanza condicionada a la naturaleza jurídica del mismo. En la gobernanza del centro se contemplará, como máximo órgano de gobierno, el Consejo Rector del consorcio, integrando la representación de las partes consorciadas.

Como cargos unipersonales, se contará al menos con un/a Director/a Científico/a y un Director/a Adjunto/a de transferencia, y con un Comité de dirección, como órgano ejecutivo.

Finalmente, como órganos consultivos, el CITMAga contará con un Comité Asesor Científico Externo (CACE), con competencias para monitorizar y evaluar la actividad del centro, y con un Comité Asesor Social Industrial, que apoyará el posicionamiento tecnológico del CITMAga en base al desarrollo de la Agenda Científica.

Los estatutos del CITMAga recogerán de manera específica la composición y competencias de cada uno de los órganos y cargos unipersonales. En todo caso, se refleja en esta memoria la participación de algunos de estos órganos en las acciones propuestas, así como en el proceso de evaluación del centro, sin perjuicio de que la participación de órganos y cargos unipersonales se modifique adecuadamente una vez aprobados los estatutos del centro.

Además, el CITMAga también se dotará de una estructura operativa, que inicialmente contemplará una Unidad de Transferencia de Tecnología (OTRI), bajo el acrónimo de ITMATI, que alcanzará toda la actividad de transferencia de CITMAga, incorporando inicialmente la desarrollada desde ITMATI. Igualmente, se establecerá una Unidad de Gestión de I+D, para dar soporte al personal investigador tanto en la captación de fondos como en su gestión, y se tratará de establecer en el medio plazo otras unidades de apoyo que se integrarán en la estructura organizativa.

Evaluación externa del Centro y sus miembros

El Centro será evaluado ex-post, de forma que se respete su autonomía de gestión a la vez que se monitoriza el rendimiento de su actividad y el progreso de su Plan Estratégico. Las evaluaciones externas serán, al menos, las siguientes.

Evaluación anual por parte del Consejo Rector

El Consejo Rector solicitará anualmente un informe y una presentación al/a la Director/a en las que se detallen el progreso realizado en relación a los objetivos y acciones del Plan Estratégico, así como la ejecución del presupuesto y la consecución de hitos.

Evaluación bianual por parte del Consejo Asesor Científico Externo

El Centro someterá su actividad y la de su personal investigador a procesos de evaluación continuada. Este proceso de monitorización y evaluación será asumido por el CACE de acuerdo a las siguientes pautas:

- Informe bianual sobre el progreso de las acciones del Plan Estratégico y la implantación de la Agenda Científica. Juntamente con la evaluación del Centro, se evaluará el desempeño del/de la Director/a Científico/a.
- Informe bianual sobre la actividad y progreso de los Investigadores/as adscritos/as y los grupos/equipos de investigación organizados en el Centro.
- Valoración cuatrienal sobre la posición del personal investigador adscrito y de los grupos que lo integran, evaluando su contribución al desarrollo de la Agenda Científica y a los objetivos del centro, idoneidad y vinculación al Centro.

Evaluación externa del Centro por un Panel de Evaluación Externo (Opcional)

Una vez el Centro se haya establecido y consolidado, se valorará el establecimiento de una evaluación externa periódica, complementaria al seguimiento evaluador que realiza el CACE. Coincidente con la duración del mandato del/a Director/a Científico/a el Consejo Rector podrá proponer una evaluación independiente valorando la función directiva, así como la productividad total, la gestión y el impacto alcanzado.

Principios de adscripción y vinculación de investigadores/as

La Visión del Centro es convertirse en uno de los principales centros de investigación en Matemáticas de Europa. Dicho objetivo solo puede ser alcanzado si el personal investigador del Centro:

- consigue y mantiene un desempeño de alto nivel, en concordancia con estándares internacionalmente reconocidos en el área y
- su actividad se alinea con la Agenda Científica, entendida como una hoja de ruta para el éxito del Centro, con una actitud abierta hacia la colaboración interdisciplinar con otros campos.

Criterios de adscripción

En relación con los principios de gobernanza del Centro los/as investigadores/as se adscribirán al mismo, o serán cesados en su vinculación, de acuerdo a criterios que deberán ser consistentes con los principales objetivos y valores de referencia y excelencia definidos. Además, el proceso establecido será competitivo, aplicando criterios OTMR, y resuelto en base a pautas de competencia y capacidad sobre parámetros de excelencia. Así mismo, la adscripción/cese será coherente con la etapa en la carrera investigadora, evaluando el desempeño relativo en base a indicadores cuantitativos y cualitativos competitivos.

De acuerdo con lo anterior, la evaluación del proceso de adscripción será realizada por la CACE en base a criterios (méritos) de investigación y transferencia relevantes e idoneidad con la Agenda Científica para asegurar la incorporación de Investigadores/as principales con un alto *track record* de publicaciones y/o actividad de transferencia contrastada en las principales áreas y objetivos del Centro y que acrediten capacidad suficiente para obtener financiación externa.

En el caso de nuevos/as investigadores/as normalmente asociados a grupos de investigación liderados por investigadores/as garantes del Centro o ya previamente adscritos, el/la candidato/a debe acreditar en su expresión de interés contribuciones individuales (propias) que justifiquen su capacidad para poder actuar como investigador principal.

Con respecto a otros investigadores/as aplicantes será una prioridad reclutar nuevos perfiles de excelencia con perfiles científicos complementarios con la Agenda y las capacidades del Centro y con capacidad para aportar producción e iniciativas coherentes con los programas científicos y de transferencia activos.

Pautas de adscripción:

- Adscripción evaluable de investigadores/as validada por la Comisión Asesora Externa de acuerdo a criterios de calidad y alineamiento específico con la Agenda Científica.
- La adscripción general de investigadores/as en cuanto a su actividad científica será única, con dedicación al 100% y por un mínimo de cuatro años. Lo anterior implica que su actividad de investigación y su producción científica a efectos de filiación y valoración de indicadores estarán asociadas al Centro. Esta circunstancia no deberá representar un impedimento para que la actividad del investigador/a adscrito/a pueda hacerse visible complementariamente a través de la institución académica de origen (Universidad, OPI...).
- Circunstancialmente, de manera extraordinaria y aplicable a una primera etapa de lanzamiento y constitución del Centro, se asume la adscripción parcial (mínimo 25%) de personal investigador que ya tenga formalizada la adscripción a un Centros Singular o Agrupación Estratégica reconocida.
- La adscripción de personal investigador implica el compromiso de aceptación de las normas específicas de funcionamiento y organización, de trabajo y de gestión de espacios e instalaciones que en cada caso se establezcan, lo que quedará debidamente documentado a través de la firma de un compromiso de adscripción.
- En cuanto a los proyectos de Investigación y contratos de I+D la solicitud se hará de forma preferente por el Centro. El personal investigador con adscripción doble podrá gestionar el proyecto indistintamente por cualquiera de los dos centros de adscripción. No obstante, para aquellos proyectos o contratos que impliquen la colaboración y participación de varios IPs del CITMAga se priorizará la gestión por este centro.
- Evaluación externa continuada de Investigadores/as y valoración plurianual de su actividad cada 4 años que condiciona su evolución o desadscripción.

Pautas de filiación

- La producción científica de los IPs adscritos al Centro deberá llevar asociada la firma *CITMAga/UNIVERSIDAD* Para aquellos investigadores con adscripción al 50% y al 25% la firma deberá incluir la firma *Centro/CITMAga/UNIVERSIDAD*.

- El personal investigador con adscripción doble podrán gestionar el proyecto indistintamente por cualquiera de los dos centros de adscripción, no obstante, para aquellos proyectos o contratos que impliquen la colaboración y participación de varios investigadores/as principales del CITMAga²⁵, se priorizará la gestión por este centro. Por otra parte, y conforme a lo que se establezca a este respecto en el RRI, los investigadores asumirán un compromiso de gestionar de manera equitativa sus proyectos vía CITMAga y Centro Singular, aspecto que será evaluado por el CACE.
- A efecto de indicadores, la producción científica del personal investigador del CITMAga, con independencia del porcentaje de adscripción, será reconocida como propia, como también lo hará la universidad de origen. Cuando estos indicadores sean utilizados en programas baremados se deberá tener en cuenta los porcentajes de adscripción y ponderar convenientemente su contribución.

Aspectos operativos

Criterios para la gestión y distribución de overheads, derechos de propiedad intelectual y royalties, etc.

El CITMAga, condicionado a la figura jurídica, gestionará los *overheads* de los proyectos que tramite y le sean concedidos directamente por la participación de sus investigadores/as principales. No obstante, la contabilización de estos *overheads* será compartida con las universidades que aportan investigadores al Centro y, de forma específica al proyecto de acuerdo al siguiente reparto

- 50% para CITMAga;
- 50% para la universidad de la que proceden los IPs que participan en el proyecto. Cuando participan IPs de más de una universidad se tendrá en cuenta la composición del equipo de investigación (nº de IPs) y la participación de cada IP según dedicación en el proyecto.

En el caso de los *overheads* de Contratos de I+D la gestión será equivalente.

Para el tratamiento de los derechos de propiedad la contabilización será equivalente (50% CITMAga/50% UNIV), si bien se deberá tener en cuenta previamente la trayectoria de los resultados protegidos anterior a la existencia del Centro .

En el caso que se puedan establecer criterios de contabilidad analítica (deseable), deberán repercutirse los costes derivados de salarios, espacios, etc. a efectos de justificación (cuando se necesite) y/o para el seguimiento y evaluación de los costes y la viabilidad del Centro.

Sede

El centro tendrá un evidente componente virtual dado el carácter de la investigación que se realiza y la vinculación de los IPs que impulsan su lanzamiento con tres universidades ubicadas en distintas localidades. No obstante, se propone formular una sede institucional que visibilice la actividad del centro y permita la ubicación de los investigadores en formación y no permanentes, así como las

²⁵ Circunstancialmente y mientras el nuevo centro no consolida una capacidad de gestión suficiente, algunos proyectos, particularmente los europeos, podrán ser solicitados a través de la universidad de origen para facilitar su eficiente administración

CITMAga

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

unidades de gestión y formación. Se propone inicialmente ubicar esta sede en Santiago de Compostela.

Normativa interna

El CITMAga contará con un Reglamento de Régimen Interno del centro. Esta normativa acompañará al convenio de creación del mismo, donde también se contemplará la adscripción del personal investigador por parte de las universidades participantes.

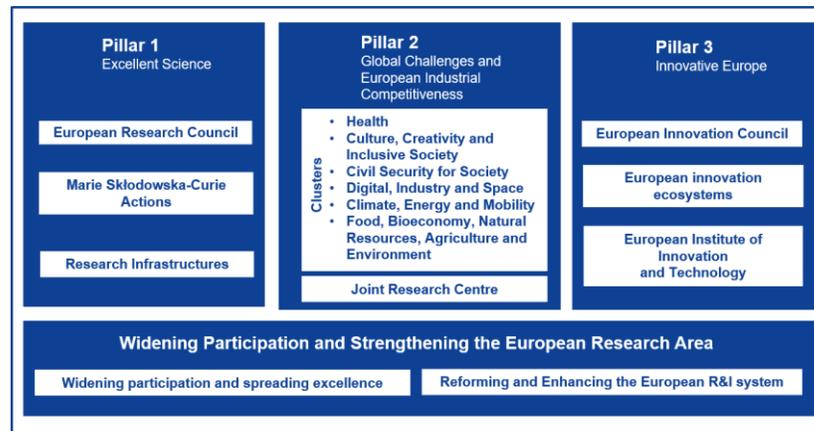
7. AGENDA CIENTIFICA: la Agenda M₄

Fundamentos

Tal y como se estableció en la misión del Centro, su objetivo es servir como pilar de excelencia dentro del ecosistema académico gallego, persiguiendo investigación orientada en consonancia con los retos identificados en el marco del programa Horizonte Europa (Ilustración 2), apoyando los objetivos de la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial, pero también contribuyendo a un sustancial desarrollo en la generación de conocimiento en Matemáticas y otras disciplinas, buscando un alto impacto en proyectos de investigación interdisciplinares. Para ello, la Agenda Científica se basa en los siguientes aspectos:

- Nuestra experiencia, tanto en Matemática fundamental como aplicada, con personal investigador líder y grupos de referencia en sus áreas, con un alto nivel de publicaciones científicas y una amplia experiencia en transferencia de conocimiento.
- La oportunidad para contribuir de forma sustancial al desarrollo de la Ciencia y la Tecnología y de enfrentarnos a algunos de los retos globales identificados por la Comisión Europea en áreas tales como salud, industria, sociedad digital, clima, energía y recursos.
- El compromiso de crear sinergias dentro del Centro, así como con otros colaboradores, permitiendo la configuración de grupos/equipos de investigación inter- e intradisciplinarios y fomentando la transferencia de conocimiento a la sociedad. El Centro, para garantizar el impacto de su actividad matemática en el sistema productivo nacional, se convertirá en un socio activo de aquellas coaliciones europeas de innovación digital donde la transferencia de conocimiento en Matemáticas sea uno de sus elementos principales.

Ilustración 1. Organización de Horizonte Europa (EC research & innovation framework).



Un resumen de la Agenda M₄

La Agenda Científica se estructura en dos niveles: Nivel uno: áreas de investigación y transferencia (AIT) y Nivel dos: programas de investigación (PI)

Adicionalmente, se diseñarán dos programas de apoyo: el Programa de Divulgación y Difusión de Resultados y el Programa de Transferencia. En la Ilustración 2 se muestra una organización preliminar.



Ilustración 2. Agenda M₄.

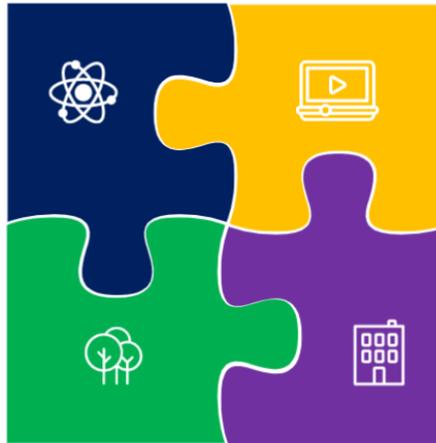
La Agenda M₄ (*Maths for*) incluye cuatro áreas de investigación y transferencia organizadas en programas de investigación. Cada miembro del Centro se adscribirá inicialmente a aquellos PI donde su experiencia y/o intereses de investigación actuales puedan contribuir al desarrollo del programa, sin olvidar los objetivos establecidos en la Agenda M₄. Los PI dentro de cada área son los que siguen.

M4 CIENCIA Y CONOCIMIENTO

- Dinámica y fenómenos complejos
- Estructuras naturales
- Análisis matemático de datos

M4 VIDA Y SOSTENIBILIDAD

- Bioestadística y Biomatemáticas
- Entendiendo el entorno y el cambio climático
- Rumbo a la sostenibilidad



M4 SOCIEDAD DIGITAL

- Sistemas inteligentes
- Humanidades digitales
- Computación, aprendizaje y seguridad

M4 COMPETITIVIDAD INDUSTRIAL

- Modelización matemática para la industria
- Algoritmos y computación de altas prestaciones
- Producción y gestión eficientes

M₄ Ciencia y Conocimiento

M₄ Ciencia y Conocimiento

Programas de investigación

- Dinámica y fenómenos complejos
- Estructuras naturales
- Análisis matemático de datos

En palabras de K. F. Gauss, uno de los matemáticos más influyentes de la historia, las Matemáticas son “la reina de las ciencias”. De hecho, las Matemáticas han demostrado ser una herramienta extraordinaria para la comprensión de la realidad. Así, la generación de conocimiento matemático es fundamental para el desarrollo de la Ciencia en su conjunto. La interacción entre las Matemáticas y las Ciencias Naturales, en particular la Física, constituye uno de los fenómenos más impresionantes de la historia de la Ciencia y la Tecnología. A menudo, muchos avances relevantes en el campo de las Matemáticas nacen de la investigación fundamental motivada por la curiosidad. Algunos de estos avances son la semilla de futuras aplicaciones a otras ciencias, las cuales pueden acabar moldeando el progreso de nuestra sociedad y el desarrollo de tecnologías innovadoras. También, en el otro sentido, la motivación de resolver problemas de otras áreas científicas conduce a la generación de conocimiento matemático. En cualquier caso, las Matemáticas son hoy en día cruciales para el desarrollo de las Ciencias tanto Naturales como Sociales, desde la Física, la Química, la Ingeniería, la Medicina y la Biología, hasta la Economía, la Sociología, la Política y la Lingüística.

El área de investigación y transferencia *M₄ Ciencia y Conocimiento* engloba el desarrollo de nuevas ideas, herramientas y resultados dirigidos a ir más allá del estado del arte del conocimiento matemático, especialmente en aspectos de gran interés dentro de las Matemáticas o en relación con otras ciencias.

Recogemos, en el marco de tres PIs, diferentes líneas de investigación con este objetivo general.

Dinámica y fenómenos complejos. La realidad está llena de fenómenos complejos que la humanidad desea comprender, predecir y controlar y que nacen de disciplinas que van desde la Biología a la Economía, de la Física a la Sociología, o de la Ingeniería a la Lingüística. A través de técnicas matemáticas como la modelización, estos fenómenos se pueden representar mediante objetos matemáticos que nos permiten abordar tres problemas fundamentales: i) cómo explicar dichos fenómenos ii) cómo predecirlos y iii) cómo controlarlos. Las dificultades que surgen al intentar responder a estas cuestiones incluso se incrementan cuando los fenómenos incluyen cambios continuos en el tiempo, un aspecto fundamental de la dinámica.

Como la naturaleza de los fenómenos complejos es diversa, la comprensión y explicación de diferentes procesos conduce a varios objetos matemáticos: sistemas dinámicos discretos, ecuaciones diferenciales ordinarias, en derivadas parciales o estocásticas, funciones especiales, polinomios ortogonales, foliaciones, ecuaciones de evolución geométrica, redes, modelos de teoría de juegos y de investigación operativa, modelos de regresión, etc. En este punto, el foco principal es el diseño de modelos matemáticos bien definidos y robustos que capturen la esencia de fenómenos de interés. El estudio, tanto cualitativo como cuantitativo, de estos modelos resulta crucial. Por un lado, este estudio requiere el desarrollo de herramientas adaptadas de análisis funcional para examinar rigurosamente las propiedades de los espacios funcionales subyacentes, así como de la teoría de ecuaciones (diferenciales ordinarias, en derivadas parciales, estocásticas, en diferencias, ecuaciones íntegro-diferenciales...), con el fin de determinar la

buena definición de los modelos y las propiedades cualitativas de la solución. La naturaleza de estas soluciones da lugar a menudo a restricciones geométricas o topológicas en sus dominios, lo que requiere la comprensión de los espacios que vienen caracterizados por diferentes estructuras, tales como los solitones en los flujos geométricos o en otras ecuaciones de evolución. Esto proporciona, por lo tanto, un nexo entre este PI y el PI *Estructuras naturales* que se describe más abajo. Por otro lado, dado que la resolución exacta de modelos matemáticos no es posible en general, se necesita aproximar la solución de estos modelos numéricamente mediante el uso de algoritmos discretos. Esto implica no solo el desarrollo e implementación de nuevos métodos numéricos eficientes y precisos, sino también un riguroso análisis de estos. La combinación de estas técnicas con la cada vez mayor capacidad de computación permite predecir fenómenos complejos mediante la resolución de modelos muy sofisticados que de otra forma serían inmanejables.

Respecto al control de dichos fenómenos, se hace necesario incorporar técnicas de control óptimo y optimización a la herramienta anteriormente mencionada. Nótese que la resolución numérica de este tipo de problemas requiere, en general, múltiples simulaciones del fenómeno que se pretende controlar, por lo que la eficiencia computacional es esencial. Este aspecto es todavía más crucial en situaciones donde se requiere control en tiempo real.

La investigación desarrollada bajo el PI *Dinámica y fenómenos complejos* será de importancia capital a la hora de abordar muchos de los retos propuestos en otras AITs. Por ejemplo, el análisis de redes es fundamental en nuestro contexto social global (*M₄ Sociedad Digital; PI Sistemas inteligentes*) y también en Biología (*M₄ Vida y Sostenibilidad; PI Bioestadística y Biomatemática*). El comportamiento tanto de redes sociales como biológicas se caracteriza por la identificación de conexiones en la estructura y la comprensión de dichas relaciones. Las redes, junto con los modelos de teoría de juegos y de investigación operativa, constituyen una herramienta de apoyo para la toma de decisiones relacionada con el manejo de un sistema, tanto en el caso en el que los agentes involucrados deseen optimizar la operación de un sistema como cuando su interés sea el de distribuir de un modo justo los beneficios de su cooperación, tal y como sucede en diversos problemas logísticos (*M₄ Competitividad Industrial; PI Producción y gestión eficientes*). También se hace necesaria la modelización de dinámicas estocásticas y determinísticas para la comprensión de fenómenos que varían en el espacio (y/o en el tiempo), tales como las epidemias, las redes genéticas o bioquímicas, las biopelículas, la evolución de comunidades ecológicas, los ciclos climáticos y regímenes de la Tierra (*M₄ Vida y Sostenibilidad; PI Bioestadística y biomatemática; PI Comprender el medio ambiente y el cambio climático*). Finalmente, todas estas técnicas son clave para el desarrollo de una industria capaz de optimizar recursos y procesos. Ejemplos en este contexto son el análisis estructural de componentes mecánicas en el sector de la automoción o el estudio de fenómenos de interacción fluido-estructura de navíos en Ingeniería Naval (*M₄ Competitividad Industrial*).

Estructuras naturales aborda el desarrollo de ideas y resultados fundamentales motivados de modo natural por el estudio matemático del espacio y la forma, de los símbolos matemáticos y sus reglas, y de la relación entre ellos. La investigación de tales estructuras matemáticas es indispensable, no solo para la formulación correcta de diferentes teorías, tanto en las Matemáticas como en otras ciencias, sino también para ganar intuición y comprensión sobre un amplio abanico de retos científicos.

Muchos de estos patrones y estructuras naturales en Matemáticas nacen de un sistema de vasos comunicantes que es fundamental tanto en la Matemática clásica como moderna: la interacción entre ideas algebraicas y geométricas. Numerosas ideas geométricas y topológicas se formalizan por medio de ciertas estructuras algebraicas, mientras que muchos problemas algebraicos poseen una interpretación geométrica. Ejemplos de esta interacción son el uso del álgebra tensorial en geometría diferencial (siendo el estudio de la curvatura en geometría riemanniana de especial relevancia), la propia naturaleza de las áreas de la geometría y topología algebraicas y su interacción con el álgebra homológica y categórica, la formalización de la idea de simetría (como acción de un grupo de transformaciones) y su relación con el estudio de la forma (vía la geometría de subvariedades), o el uso de métodos de álgebra conmutativa y computacional para resolver problemas geométricos. Con frecuencia esta interacción va más allá de las áreas de álgebra y geometría e implica otros campos de la Matemáticas y otras ciencias. Por ejemplo, las geometrías semi-riemanniana y simpléctica subyacen al estudio del espacio físico y la mecánica y a menudo requieren potentes herramientas de análisis matemático y ecuaciones diferenciales; los modelos cosmológicos relativistas descansan sobre la comprensión de estructuras y fenómenos que se modelan en el ámbito de la geometría de Lorentz; las foliaciones son objetos geométrico-diferenciales que motivan interesantes cuestiones desde el punto de vista de la dinámica; y diversas estructuras algebraicas proporcionan modelos teóricos de fenómenos científicos, como los grupos y álgebras de Lie en la Física de partículas, y las álgebras de evolución en genética. Asimismo, el papel que juegan el cálculo simbólico y, en particular, el cálculo de estructuras es capital en otros campos de investigación donde programas de ordenador y otras herramientas relacionadas pueden ser de aplicación.

La investigación de estructuras matemáticas naturales vendrá a menudo motivada por (o tendrá importantes implicaciones sobre) problemas propuestos en el marco de otras AITs y PIs de esta agenda. Por ejemplo, las técnicas de topología algebraica son de aplicación al diseño de redes de sensores o al desarrollo de algoritmos de reconocimiento de patrones (*M4 Sociedad Digital; PI Sistema inteligentes*). Además, ciertas estructuras geométrico-diferenciales proporcionan el marco apropiado para la modelización de fenómenos que aparecen en las ciencias de la vida y la industria, desde la geometría de Finsler para modelizar incendios (*M4 Vida y Sostenibilidad; PI Comprender el medio ambiente y el cambio climático*), a los grupos de Lie y la geometría algebraica real para manejar eficientemente brazos robóticos (*M4 Competitividad Industrial; PI Modelización matemática para la industria*). El estudio de estructuras como los grafos tiene un importante impacto en la comprensión de ciertos procesos dinámicos (*PI Dinámica y fenómenos complejos*) incluyendo modelos para el cáncer, epidemias y procesos de evolución (*M4 Vida y Sostenibilidad, PI Bioestadística y Biomatemática*). Asimismo, es también de relevancia el estudio de categorías y estructuras categóricas que aparecen en los fundamentos de la ciencia de la computación y el diseño de software (*M4 Sociedad Digital, PI Sistemas inteligentes, PI Computación, aprendizaje y seguridad*).

Análisis matemático de datos. Son varios los factores que están en la base de la enorme expansión del papel de las Matemáticas en todos los aspectos de la vida, desde la tradicional interacción en las Ciencias Naturales y la Tecnología hasta el nuevo y fundamental papel que desempeñan en las Ciencias Sociales y, en general, en todo tipo de actividades económicas. La disponibilidad generalizada de potencia de computación que permite simulaciones *in silico* mediante modelos matemáticos, así como la explosión en la cantidad de datos que se vienen recogiendo o generando (disponibles en gran medida a través de Internet), es a menudo tal que solo puede ser

evaluada a través de técnicas matemáticas y estadísticas, lo cual será esencial, no solo para reproducir modelos precisos de gemelos digitales, sino también para desarrollar modelos impulsados por datos de fenómenos altamente complejos, así como para el uso de técnicas de asimilación de datos aplicadas a un número creciente de novedosos retos.

Las herramientas que se requieren al respecto no solamente deben abordar el “tamaño” sino también el “tipo” de problema, puesto que los datos recogidos hoy en día no siempre pueden ser condensados en números, haciendo necesaria la consideración de estructuras más complejas, tales como herramientas de datos funcionales o análisis de imágenes y formas. Es en esta área donde son necesarias varias disciplinas matemáticas para describir y analizar formas: desde la geometría diferencial (para describir pequeñas deformaciones de las formas), hasta técnicas de modelización matemática basadas en ecuaciones diferenciales o métodos estadísticos para la cuantificación de incertidumbre.

La complejidad de fenómenos que, en la actualidad, se pueden simular *in silico* y la complejidad de los análisis que son posibles gracias a la enorme cantidad de datos disponibles están empujando las fronteras de la investigación en Matemáticas e incorporando disciplinas matemáticas inesperadas a la tarea del análisis de datos. Sirva como ejemplo el papel cada vez más importante de la topología algebraica en análisis de datos, debido a sus posibilidades a la hora de extraer información sobre la forma de conjuntos de datos masivos, ruidosos y potencialmente incompletos.

En todas las AITs de la Agenda M₄ se requerirán técnicas de “*big data*” y manejo de datos complejos. Por ejemplo, aparecen grandes conjuntos de datos a la hora de manejar datos de sensores (*M₄ Sociedad Digital; PI Sistemas inteligentes*), o imágenes y textos (algo muy frecuente en el *PI Humanidades digitales*). Naturalmente, métodos de “*machine*” y “*deep learning*” son inherentes a problemas de “*big data*” (*M₄ Sociedad Digital; PI Matemáticas para la computación y el aprendizaje*). También aparece una gran cantidad de datos complejos cuando se enfrentan problemas de “*omics*” (*M₄ Vida y Sostenibilidad; PI Bioestadística y biomatemáticas*) o cuando se modelan procesos globales, tales como aquellos relacionados con los regímenes del clima y el planeta (*M₄ Vida y Sostenibilidad; PI Comprender el medio ambiente y el cambio climático*).

Por la propia naturaleza de los tres PIs descritos arriba, todos ellos están íntimamente interconectados entre sí. Por ejemplo, ciertos procesos dinámicos aparecen frecuentemente en un contexto geométrico, y también en algunos casos su comprensión requiere lidiar con gran cantidad de datos; objetos de naturaleza geométrica/algebraica, tales como la noción de simetría, aparecen como hipótesis simplificadoras en los campos del análisis matemático, numérico y de datos; etc. Además, la fuerza que impulsa el desarrollo de nuevas metodologías y técnicas dentro de esta AIT será a menudo la necesidad de otras AITs de encontrar nuevos enfoques a ciertos problemas.

En resumen, el AIT *M₄ Ciencia y Conocimiento* proporciona el marco, no solamente para el desarrollo de ideas punteras que amplíen el conocimiento matemático actual, sino también para establecer un núcleo básico de Matemáticas que pueden tener un impacto en otras AITs e incluso en otras ciencias y así, posteriormente, potenciar actividades de transferencia del Centro con un alto impacto sobre la sociedad.

M4 Sociedad Digital

M4	Programas de investigación
Sociedad Digital	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas inteligentes • Humanidades digitales • Computación, aprendizaje y seguridad

El acceso generalizado y masivo a internet (y en particular al "internet de las cosas"), la implantación de sensores en todas las áreas de la vida (tanto personal como profesional) así como en la actividad industrial, la robotización de la industria y la automatización de las tareas rutinarias nos ha llevado a vivir en una sociedad digitalizada y digital, en la cual la información generada y almacenada excede con mucho la capacidad actual de análisis. Además, esta transición ha traído herramientas digitales a las humanidades, que requieren métodos adecuados para la cuantificación. Las ciencias sociales y las humanidades, en el sentido más amplio, constituyen un campo importante para el desarrollo de sistemas matemáticos complejos, modelos y herramientas de análisis de datos.

Por otro lado, el éxito creciente de la inteligencia artificial, debido en gran parte a la capacidad de los procesadores especializados, necesita la búsqueda de fundamentos matemáticos para comprender el funcionamiento interno de los algoritmos y así proporcionar una base para mejorarlos o hacerlos más precisos y predecibles.

En este escenario, proponemos que una parte de los esfuerzos del personal investigador de todas las disciplinas matemáticas se centren en este aspecto vital para la sociedad, ofreciendo diferentes puntos de vista a los problemas que nos conciernen a todos y que es necesario resolver si la sociedad quiere seguir avanzando hacia la digitalización. Los sistemas inteligentes a diferentes escalas (por ejemplo, los que encontramos en nuestros teléfonos inteligentes o en nuestras ciudades) requieren el análisis de grandes cantidades de datos tanto para comprender los sistemas como para una correcta toma de decisiones.

Nuestras contribuciones en esta área se organizarán en tres PI: *Sistemas inteligentes*, *Humanidades digitales* y *Computación, aprendizaje y seguridad*.

Sistemas inteligentes. El concepto de "sistema inteligente" viene a personificar la revolución tecnológica actual en la que tanto la disponibilidad como la cantidad de datos permiten que los sistemas de gestión interactúen con nosotros de maneras que eran impensables no hace mucho tiempo. Hay varios desafíos que debemos afrontar en esta nueva era y son varios de ellos los que pretendemos abordar.

Comenzando por las Matemáticas subyacentes que las nuevas tecnologías (sensores y aplicaciones) utilizan para recopilar y almacenar temporalmente datos relevantes, tenemos que, ante la enorme cantidad de datos a nuestro alcance ("*big data*"), avanzar para encontrar formas eficientes de almacenarlos a largo plazo, analizarlos y administrarlos. También necesitamos desarrollar nuevas formas de discriminar aquellos que son importantes de los que no lo son, y describir formas de actuar con respecto a esos datos (optimización y control). En muchos casos, el conocimiento obtenido deberá aplicarse en tiempo real, lo que requiere la implementación de algoritmos eficientes. Por último, tenemos que reflexionar sobre cómo el uso de estos datos afecta y cambia a la sociedad, incluidas cuestiones morales apremiantes como las relacionadas con la privacidad o los derechos humanos.

Finalmente, también deberían desarrollarse sistemas inteligentes para construir comunidades y ciudades inteligentes. Específicamente, el diseño de redes de transporte adaptables, eficientes y optimizadas es crucial para la cohesión territorial y la sociedad inclusiva, al mismo tiempo que reduce sus efectos en la salud de las personas y el medio ambiente.

Humanidades digitales. Las humanidades no han quedado al margen de este proceso de digitalización. Los museos y archivos han hecho y siguen haciendo un notable esfuerzo para digitalizar su material en diferentes soportes, como audio, vídeo, texto e imágenes. Estos materiales son fuentes primarias de información para responder a nuevas preguntas sobre un amplio espectro de disciplinas tales como historia, análisis del lenguaje, estudios lingüísticos y de literatura, entre otros. Hasta ahora, las herramientas matemáticas y estadísticas en estas áreas se reducen principalmente a métodos básicos para la descripción de datos y la inferencia paramétrica.

Sin embargo, las estructuras que generan los datos disponibles, así como la dinámica seguida por los procesos involucrados (por ejemplo, demográficos y lingüísticos) y el tipo de datos recopilados, no encajan en el paradigma clásico de variables cualitativas y cuantitativas. Los habituales grandes tamaños muestrales, sus relaciones y su dinámica compleja requieren el diseño de modelos matemáticos que tengan en cuenta las múltiples fuentes de variabilidad y/o la implementación de métodos de reducción de la dimensión para comprender, por ejemplo, la variación del lenguaje y la dialectología, o el análisis de corpus y lexicográfico.

Computación, aprendizaje y seguridad. Optimización es una palabra clave en este PI. La necesidad de determinar de manera óptima un conjunto de parámetros es inherente a todos los métodos de aprendizaje automático. Los problemas de optimización subyacentes varían según los modelos y los campos de aplicación. Por tanto, poder definir y/o identificar para posteriormente implementar el algoritmo de optimización correcto, es fundamental en el uso de los cada vez más complejos modelos de aprendizaje automático. Por otro lado, ha habido algunas investigaciones en los últimos años que van en la otra dirección: ¿cómo se puede utilizar el aprendizaje automático para mejorar el rendimiento de los algoritmos de optimización? Además, en la última década, los modelos de teoría de juegos cooperativos se están utilizando para construir medidas de influencia y lograr explicaciones eficientes en la clasificación y otras técnicas de aprendizaje automático.

Como nuestra sociedad está aprendiendo dolorosamente, los datos deben ser protegidos. La necesidad de privacidad y seguridad ha dado lugar a las áreas como la minería de datos que preserva la privacidad y la computación encriptada, en las que se busca poder analizar un conjunto de datos sin comprometer la privacidad y poder realizar cálculos en un conjunto de datos manteniéndolos encriptados.

El estado actual de las comunicaciones seguras no puede entenderse sin varias áreas de las Matemáticas, desde la teoría de números y la combinatoria hasta la estadística y la optimización, trabajando juntas como un todo. Debido al rápido crecimiento de la capacidad computacional, se ha puesto el foco en las Matemáticas para proporcionar soluciones a todos los desafíos que esto plantea como, por ejemplo, la necesidad de desarrollar sistemas de criptografía pos-cuántica efectivos y eficientes.

M4 Vida y Sostenibilidad

M4 Vida y Sostenibilidad	Programas de investigación
	<ul style="list-style-type: none"> • Bioestadística y Biomatemática • Entendiendo el entorno y el cambio climático • Rumbo a la sostenibilidad

La relación simbiótica entre Biología y Matemáticas ha sido una constante en la historia de la Ciencia. Como ejemplo, recordemos que el concepto de correlación de Pearson se basa en las ideas preliminares de Francis Galton o que los procesos estocásticos se han utilizado con éxito para describir el cambio en las frecuencias genéticas de una pequeña población que experimenta un proceso de deriva genética. Actualmente, la intensidad e importancia de la influencia mutua de la Biología y las Matemáticas es tan fuerte como la existente entre la Física y las Matemáticas.

La mejora de los métodos experimentales, generalmente impulsada por el desarrollo tecnológico, ha llevado a cambios significativos en las ciencias experimentales, piénsese como ejemplo en el impacto que el CERN ha tenido en la Física. La Biología, como ciencia experimental, no podría ser inmune a esta tendencia y la introducción en el mercado del primer secuenciador automático en 1986 señala el comienzo de una revolución en Biología (y sus subdisciplinas) que la está encumbrando como una de las ciencias más importantes y vigorosas del siglo XXI.

De hecho, desde el hito científico de la publicación del primer borrador del Genoma Humano en 2001, la ciencia de la Biología y, por extensión, todas las Ciencias de la Vida relacionadas (estudios de enfermedades, evolución, agricultura, cuidado de la salud, ciencias ambientales, etc.) se vuelven mucho más cuantitativas y dependientes de modelos matemáticos y estadísticos. El surgimiento de nuevas tecnologías de laboratorio para descifrar el genoma, el proteoma, el epigenoma, el metaboloma, etc. permite a los biólogos producir una gran cantidad de datos "ómicos" que plantean muchos problemas desafiantes en matemáticas. De hecho, estos datos de alto rendimiento en biología han sido, son y serán un motor importante para la nueva investigación estadística, computacional y matemática. Recíprocamente, los modelos matemáticos juegan un papel clave en, por ejemplo, la predicción de la pandemia de COVID-19 y constituyen una herramienta muy valiosa para guiar el diseño de políticas de salud pública, que se utilizan para mitigar la propagación de la enfermedad.

La sostenibilidad también está bajo el foco de nuestra Agenda Científica: comprendiendo en primera instancia el medio ambiente y el cambio climático (por ejemplo, procesos ecológicos y regímenes de la Tierra), uno puede extraer información para apoyar la implementación de políticas de preservación y planes de emergencia natural. Los pronósticos preocupantes sobre los efectos del cambio climático y el consiguiente análisis de los efectos de la actividad humana en la Tierra han llevado a la convicción general de que el futuro de la especie y el planeta pasa por la sostenibilidad. Eso significa, en términos generales, que todas las actividades necesarias para el desarrollo de la vida moderna tienen que producir el menor impacto posible en las personas, los recursos y el planeta. Por lo tanto, nos estamos refiriendo a la optimización. El objetivo de este programa de investigación incluirá el

desarrollo de herramientas de optimización para actividades cotidianas como transporte de personas, logística, suministro de energía, producción de alimentos, etc. con el objetivo de mejorar la eficiencia de los procesos, entroncando directamente con los objetivos del AIT M_4 *Sociedad Digital*.

El objetivo de esta área de investigación de la Agenda M_4 es ayudar, desde las Matemáticas, a resolver algunos de los grandes desafíos a los que se enfrenta la investigación en la vida y las disciplinas relacionadas. Vale la pena señalar que los programas de investigación dentro de M_4 Ciencia y Conocimiento contribuirían sin lugar a dudas a resolver los desafíos establecidos en esta área, centrados en la vida y la sostenibilidad, y organizados en los siguientes programas.

Bioestadística y Biomatemática. La Bioestadística y la Biomatemática se interpretan en la Agenda M_4 como la colección de teorías y métodos estadísticos y matemáticos para la Biología, la Biotecnología y la Medicina.

A escala de población, nos encontramos con desafíos en ecología o dinámica de poblaciones, e incluso en epidemiología, donde el uso de modelos de sistemas de ecuaciones diferenciales tiene una gran tradición. Sin embargo, debido al aumento de la capacidad computacional, están surgiendo modelos discretos o estudios de la dinámica de la población o la difusión de infecciones y epidemias en poblaciones estructuradas por redes.

A nivel de organismo, y si nos limitamos a la especie humana, las contribuciones matemáticas y estadísticas en el campo de la medicina incluyen modelos tanto deterministas como estocásticos. La creación de modelos matemáticos precisos del cuerpo humano (con la necesidad de la simulación numérica y el uso de técnicas de optimización para ponerlos en práctica) permite probar la fatiga de los implantes quirúrgicos antes de la intervención quirúrgica, comprender las consecuencias de enfermedades y malformaciones o incluso crear gemelos digitales de órganos que permitan emular el comportamiento en tiempo real dirigido al entrenamiento de cirugía asistida por ordenador. Los avances en la medicina personalizada también pueden ser respaldados por herramientas matemáticas. Por ejemplo, las ecuaciones de transporte pueden ser utilizadas para el cálculo de la dosimetría interna individual en pacientes con cáncer de tiroides. La evolución de las poblaciones celulares en el epitelio escamoso después de una dosis única de irradiación y la muerte celular indirecta causada por daño vascular tumoral después de altas dosis de radioterapia también se puede modelizar a través de las ecuaciones de transporte. Además, comprender la interacción entre el medio ambiente y la salud también es crucial para identificar los factores de riesgo que podrían estar asociados a nuestro entorno, especialmente aquellos relacionados con la exposición a la contaminación. Se propondrán y analizarán modelos sofisticados de exposición a enfermedades, combinando datos (generalmente de gran tamaño) de diferentes fuentes. Por ejemplo, los modelos de ecuaciones diferenciales se pueden usar para predecir las evoluciones de biopelículas, algunas de ellas como la *Listeria Monocytogenes* con un potencial alto impacto en la salud humana.

Desde una perspectiva complementaria, las colaboraciones con personal investigador del ámbito de la Medicina en la realización de revisiones para la identificación de biomarcadores,

o estudios longitudinales para comprender la evolución de las enfermedades (diseño de modelos estocásticos que consideren la información posiblemente parcial o escenarios multiestado, junto con las características individuales de los individuos) proporcionarán modelos más precisos para predecir la evolución de los pacientes.

A nivel de órganos o tejidos, se está comprobando que el desarrollo de modelos tumorales muy complejos pero tratables computacionalmente resulta muy útil. Se están haciendo grandes progresos en la comprensión del funcionamiento del cerebro humano, con contribuciones sorprendentes de disciplinas matemáticas como la topología algebraica.

Pero si el progreso tecnológico está impactando en algún lugar, este es sin duda el campo de la genética y la biología molecular, donde se pueden reconstruir las historias evolutivas de las diferentes especies (gracias a los programas de secuenciación del genoma) mediante el uso de sofisticados métodos estadísticos, probabilísticos y de optimización. Incluso la geometría algebraica tiene algo que decir en esta tarea.

Además, el conocimiento de los genes y sus secuencias permite diseñar experimentos para medir simultáneamente su expresión en diversas condiciones de laboratorio. A partir de los datos, es posible construir modelos de interacción de los millones de moléculas que constituyen cada célula. El uso de redes de interacciones genéticas se ha generalizado y existen numerosas bases de datos en las que se acumula el conocimiento adquirido. Esto también se conecta con el uso de modelos de redes de genes basados en ecuaciones maestras químicas (CME) y su simplificación a través de ecuaciones diferenciales, que pueden incorporar el comportamiento estocástico.

El siguiente objetivo es la transición de un modelo estático a uno dinámico, mediante el uso de una de varias técnicas matemáticas que van desde modelos lógicos (booleanos) a diferentes (sistemas de) modelos de ecuaciones diferenciales estocásticas, parciales e íntegro-parciales. La simplificación de modelos de formulaciones CME a ecuaciones diferenciales abre el uso de técnicas numéricas y computacionales que pueden proporcionar simulaciones numéricas de los fenómenos involucrados en un tiempo razonable. Además, el uso de herramientas informáticas paralelas adecuadas a nivel de hardware y software (CPU múltiple, GPU, etc.) contribuye a acelerar los tiempos de cálculo. De esta forma, las herramientas de optimización adecuadas podrían volverse eficientes para calibrar los parámetros de los modelos ajustándolos a los datos experimentales disponibles.

Entendiendo el entorno y el cambio climático. Describir y modelizar procesos ambientales y ecológicos, para escalas de tiempo cortas y largas, requiere el uso de modelos matemáticos y estadísticos complejos. La simulación numérica, la modelización determinística y estocástica y el análisis de datos pueden diseñarse para pronosticar y localizar riesgos de eventos (extremos) tales como la descongelación de grandes masas de hielo (capas de hielo y glaciares), tsunamis, inundaciones, incendios y otros eventos climatológicos adversos. La previsión y la localización de riesgos se pueden combinar con estrategias de gestión de recursos en emergencias ambientales (por ejemplo, para la prevención, control y supresión de incendios forestales), con importantes impactos ecológicos y sociales.

El análisis de los patrones climáticos a escala global toma en consideración los registros a largo plazo de datos espacio-temporales en todo el planeta, y su dinámica no puede explicarse por modelos simples (tanto deterministas como estocásticos). La sofisticación de los modelos matemáticos dentro de este programa requiere considerar tanto estructuras matemáticas complejas (por ejemplo, la geometría de la Tierra no puede ser ignorada al establecer modelos de correlación) como otra información que recolecte posibles interferencias en los regímenes naturales de la Tierra, como aquellas actividades humanas que dejan una fuerte huella antropogénica. Incluso a escala local, la modelización matemática y las técnicas de simulación numérica juegan un papel clave en la vigilancia e identificación de áreas costeras de alto riesgo, que podrían catalogarse como protegidas para preservar la vegetación submarina o las especies marítimas de valor especial.

Una de estas huellas antropogénicas en el medio ambiente es la causada por la urbanización y la industrialización que, junto con las tendencias del cambio climático, ha llevado a la aparición de las llamadas islas de calor urbano (UHI, del inglés *Urban Heat Island*): áreas metropolitanas con una temperatura significativamente más alta que el entorno. Los modelos de transferencia suelo-vegetación-atmósfera son una herramienta muy útil en la simulación de una UHI y, sobre todo, en el estudio del impacto que tendría una nueva zona verde en el comportamiento general de la UHI. Este estudio, combinado con técnicas de control óptimas, debería ayudar, por ejemplo, a determinar el tipo, tamaño y ubicación de las nuevas áreas verdes que se pretende construir para mitigar los efectos de una UHI. Este tipo de modelos también pueden ser útiles, por ejemplo, para medir el riesgo de incendios forestales en áreas boscosas, algo que, a su vez, influye fuertemente en el cambio climático.

Otro de los grandes problemas ambientales del siglo XXI es la contaminación del aire que, debido principalmente al tráfico, sufren las grandes ciudades. En este punto, la combinación de modelos de tráfico con modelos de contaminación permite simular la contaminación en una gran ciudad y, por lo tanto, puede ayudar a planificar y administrar la red de carreteras de un área metropolitana. En este tipo de problemas, como en la mayoría de las situaciones, se enfrentan intereses económicos y ambientales, y las técnicas matemáticas de optimización multi-objetivo y la teoría de la decisión son esenciales. Además, los modelos de contaminación son cruciales para la investigación de su relación con las enfermedades.

Finalmente, vale la pena mencionar que el problema de los incendios forestales es una de las amenazas más graves para el patrimonio forestal del país, que afecta a la integridad de los bienes materiales y las vidas humanas. Además, es un problema que puede intensificarse debido a los efectos del cambio climático. Varios informes realizados por organismos oficiales de diferentes países reflejan la gravedad de la situación. Dado que el diseño de sistemas de apoyo a la decisión para la logística es un área de investigación extremadamente activa con aplicaciones en la investigación de operaciones moderna, también es útil en el marco del control de incendios forestales, donde también es esencial tomar decisiones eficientes porque los presupuestos y los recursos para la extinción de incendios son limitados. También cabe destacar que, en este contexto, surgen de forma natural tanto modelos de naturaleza determinista como estocástica, siendo especialmente relevante el diseño de algoritmos de resolución eficientes.

Rumbo a la sostenibilidad. La sostenibilidad, entendida como "sostenibilidad del planeta", se enfrenta a varios desafíos debido a la explotación incontrolada de los recursos naturales y la globalización. La globalización ha facilitado el desplazamiento (generalmente no deseado) de especies de plantas y animales, algunas de ellas bien conocidas en nuestro contexto territorial como la *V. velutina* o la *C. selloana*. La modelización matemática de las comunidades biológicas y su dinámica, tanto estadística como determinista (por ejemplo, dinámica espacial, como la propagación de especies invasoras, la interacción entre especies o modelos de población más complejos) proporcionará una visión más profunda y conocimiento sobre estas áreas, permitiendo el diseño de políticas adecuadas de preservación.

Además, la explotación de los recursos naturales (animales y energéticos) los ha llevado a situaciones críticas que requieren el diseño de políticas de explotación óptimas y sostenibles, con la ayuda de modelos matemáticos de pesca o explotación forestal, por ejemplo.

Las estimaciones de reservas limitadas de combustibles fósiles y, en mayor medida, el deterioro del planeta debido a las emisiones derivadas de su uso, hacen que el desarrollo de tecnología de extracción de energía renovable (solar, eólica, marítima, ...) sea una prioridad. En este sentido, la modelización matemática, la simulación numérica y las técnicas de optimización juegan un papel importante en el desarrollo de prototipos, así como en la creación de dispositivos que los controlen y administren.

Las energías renovables a menudo no se pueden generar bajo demanda ya que dependen en gran medida de los fenómenos meteorológicos. Para lograr un suministro continuo y adecuado de energía es necesario combinarlos con otras tecnologías, como estaciones de respaldo de energía, diseñadas para complementar el suministro de energía en ciertos momentos, y plantas de almacenamiento de energía, capaces de liberar la energía almacenada cuando sea necesario.

Para hacer todo esto posible y obtener una red eléctrica sostenible, limpia y confiable, es necesario poder gestionar el funcionamiento general de todos estos componentes. Esto constituye un gran desafío ya que involucra (entre otros) las redes eléctricas y de gas (ya de gran magnitud). La gestión y el monitoreo optimizados de la red podrían realizarse en base a herramientas matemáticas como la modelización matemática, la simulación numérica y la optimización.

M4 Competitividad Industrial

M4	Programas de investigación
Competitividad Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Modelización matemática para la industria • Algoritmos y computación de altas prestaciones • Producción y gestión eficientes

La Fundación Europea de la Ciencia (*European Science Foundation*) identifica en el informe "*Matemáticas, su uso y beneficios para Europa*" una colección de casos de éxito de la colaboración de las Matemáticas con el sector industrial en diferentes áreas, lo que lleva a notables reducciones de los costes y mejoras en la productividad. Hoy en día, la digitalización es fundamental en los procesos industriales, para la planificación, producción y desarrollo de nuevos servicios y productos. Las Matemáticas pueden desempeñar un papel crucial en aprovechar este nuevo escenario digital, contribuyendo a construir un sector industrial competitivo e innovador.

Desde una perspectiva local, es necesaria una mejora en los procesos y productos industriales basados en la hibridación para competir en el área internacional (como se indica en RIS3). Esto pasa por la incorporación de "tecnologías transversales", como Matemáticas y Estadística, a lo largo de la totalidad de la línea de producción: desde el diseño de productos y procesos, su control y optimización, hasta el desarrollo de estrategias adaptadas al cliente, optimizando la logística en todas las actividades industriales.

La modelización matemática de procesos de producción permite obtener prototipos virtuales y reducir el coste y la duración de los ciclos de desarrollo industrial, involucrando diferentes estrategias (posiblemente combinadas) como el uso de ecuaciones en derivadas parciales, modelos estadísticos, herramientas de optimización y análisis numérico.

Los modelos anteriormente mencionados suelen ser complejos y / o implican una gran cantidad de datos, lo que, en la práctica, requiere el uso de computación de altas prestaciones (High Performance Computing; HPC) y el diseño de algoritmos apropiados en una variedad de arquitecturas informáticas heterogéneas, como GPUs o máquinas con una gran cantidad de procesadores.

La gestión eficiente es crucial para la competitividad del sector industrial en un escenario económico global. En particular, la optimización de procesos y estrategias es el área donde las Matemáticas pueden proporcionar una contribución sustancial. Algunos de los desafíos en esta área son la óptima gestión, operación y diseño de redes de distribución de energía; encontrar soluciones para una planificación y operación óptimas de plantas de procesamiento industrial o la gestión eficiente y redistribución de almacenes.

Modelización matemática para la industria. Una gran cantidad de procesos que encontramos en el sector industrial implican fenómenos complejos y a menudo dinámicos. El funcionamiento de hornos de inducción electromagnética en la metalurgia, técnicas de inyección y conformado en la industria automotriz, la destilación de crudo en una refinería, el movimiento de embarcaciones en aguas poco profundas cerca de las áreas portuarias, el comportamiento acústico de los materiales utilizados en la industria automotriz, los procesos de combustión en una central térmica o la construcción de baterías de iones de litio son algunos ejemplos relevantes. En todos estos ejemplos, un mal uso o un fallo en estos procesos conlleva altos costos en términos de consumo de energía y/o materia prima, con el consiguiente impacto ambiental.

Para reducir estos problemas, es necesario comprender el proceso subyacente, y la modelización matemática nos permite proponer modelos que representan los fenómenos más relevantes involucrados en el proceso en estudio. Las técnicas de modelización combinadas con la experimentación (siempre necesaria para la calibración de los modelos), permiten: i) obtener una mejor visión del proceso (por ejemplo, conocer la temperatura dentro de un horno, observar las concentraciones de litio en los electrodos de una batería, conocer la cantidad precisa de reactivos y productos en un tanque de reacción de una refinería, la predicción del calado dinámico de una embarcación, etc.), ii) reducir el número de sensores necesarios para monitorearlo, iii) optimizar el proceso virtualmente (en la computadora) evaluando su rendimiento (por ejemplo, cambiando las dimensiones de algún componente, modificando materiales, etc.).

En particular, se puede prestar atención al sector financiero, donde la aplicación de una gran variedad de herramientas matemáticas es muy demandada. La gran cantidad de datos de mercado requiere el uso de técnicas estadísticas y de “*big data*” para incorporar los datos a los modelos y predecir la evolución de los principales factores de la economía y los mercados financieros. La evaluación de proyectos de inversión bajo incertidumbre y el calibrado de valores de productos financieros y de seguros requieren el uso de cálculos estocásticos y ecuaciones diferenciales (estocásticas, ordinarias, parciales o íntegro-diferenciales), entre otros. A veces, la presencia de una gran cantidad de factores estocásticos conduce a los llamados problemas de alta dimensión. Los modelos resultantes requieren el uso de técnicas de simulación numérica apropiadas, especialmente aquellas que eluden la llamada “maldición de la dimensionalidad”. La teoría de la medida y el análisis funcional surgen en la definición de las medidas de riesgo apropiadas, así como en la definición del modelo de riesgo. Las herramientas de optimización estocástica, global, local e híbrida están involucradas en la calibración de modelos, así como en la optimización de la cartera y la inversión óptima. Los problemas de control estocástico surgen en ocasiones en este contexto. Por último, la reciente crisis financiera ha motivado la revisión de modelos de precios para productos financieros para incorporar riesgos adicionales abriendo así muchas líneas de investigación en la matemática financiera y computacional.

Algoritmos y computación de altas prestaciones. Los modelos matemáticos que representan procesos industriales reales generalmente involucran ecuaciones en derivadas parciales no lineales sobre variedades. Dependiendo del proceso bajo estudio y la fidelidad del modelo, estas ecuaciones se establecen en dominios computacionales 1D, 2D o incluso 3D. Como no pueden resolverse analíticamente en la gran mayoría de los casos, se utilizan métodos numéricos. Las aplicaciones industriales del mundo real conducen a una gran complejidad en sus respectivas ecuaciones modelo, siendo su resolución una tarea difícil ya que algunos aspectos fundamentales de los fenómenos a simular (como las propiedades de conservación o los comportamientos asintóticos de la solución) deben mantenerse a nivel discreto. Por esta razón, es necesario usar / diseñar técnicas específicas (basadas en diferencias finitas, elementos finitos, volúmenes finitos, ...) dependiendo del tipo de ecuación a la que nos enfrentamos. Cuando abordamos problemas evolutivos, la discretización temporal plantea dificultades adicionales relacionadas con las inestabilidades numéricas. Todas estas pautas permiten concebir estrategias numéricas para las cuales se puede probar la convergencia, propiedad fundamental para su uso en casos reales.

En particular, algunos problemas importantes de diferentes campos de la ingeniería y de las ciencias aplicadas implican el movimiento de una superficie libre. Ejemplos de ello se encuentran

en mecánica de fluidos y mecánica de sólidos. Aproximar las soluciones de los correspondientes modelos es un problema importante y desafiante que requiere el desarrollo de métodos numéricos fiables, precisos y eficientes (como los métodos lineales no eulerianos de alto orden).

Cuando los procesos industriales que se simulan se establecen en un dominio tridimensional realista (o de aún más alta dimensión), el tamaño del problema requiere el uso de métodos especiales de discretización (como los métodos discontinuos de Galerkin o los métodos híbridos) combinados con técnicas de vectorización y paralelismo para que los códigos se puedan ejecutar en computadoras con una gran cantidad de procesadores y/o una gran cantidad de memoria. En ciertas aplicaciones reales, las simulaciones numéricas deben llevarse a cabo en muy poco tiempo y posiblemente involucren una gran cantidad de parámetros que podrían modificarse incluso cuando la simulación está en curso (por ejemplo, cuando están destinados a resolver un problema de optimización y control), incluso en tiempo real (por ejemplo, cuando se usa la simulación en el monitoreo y control de una estructura), o deben ejecutarse en máquinas con bajas capacidades computacionales. En este caso, se deben aplicar técnicas especiales de reducción de orden y programación optimizada.

En particular, en el ámbito de las matemáticas financieras, cada factor estocástico puede dar lugar a una dimensión espacial en las ecuaciones en derivadas parciales presentes en el modelo, de modo que el número de dimensiones puede ser mucho mayor que tres. En este caso, la solución numérica de las ecuaciones en derivadas parciales requiere técnicas avanzadas como mallas dispersas o métodos implícitos de direcciones alternadas, así como formulaciones equivalentes en términos de ecuaciones diferenciales estocásticas retrógradas. En esta configuración, la paralelización de los algoritmos numéricos puede aprovechar arquitecturas especiales y la gran capacidad de computación de las GPUs o de máquinas multi-procesador. En los próximos años, el desarrollo esperado de la computación cuántica puede contribuir a la eficiencia y la reducción del tiempo computacional.

Producción y gestión eficientes. Muchos de los procesos en el sector industrial son susceptibles de mejoras en muchos aspectos. Sin embargo, el coste de su implementación y la incertidumbre sobre el porcentaje de mejora hacen que las empresas sean reacias a realizar cambios. La combinación de modelación, simulación y optimización (a menudo llamada MSO) permite proponer soluciones eficientes a las empresas para mejorar los procesos y estimar el porcentaje de mejora obtenido después de la implementación.

Este procedimiento no se reduce a la mejora de procesos modelizados por principios fundamentales de Física, sino también a aspectos económicos y de gestión. Está claro que una gestión eficiente es crucial para la competitividad del sector industrial en un escenario económico global. Esta visión incluso puede llevarse más allá y podría proponerse un modelo en el que una gran parte de las decisiones relacionadas con el funcionamiento de una empresa se puedan tomar de manera automatizada y eficiente utilizando un gemelo digital (réplica virtual) del mismo, basado en la modelización mejorada en tiempo real a través de los datos proporcionados por lo ocurrido en la realidad, y donde las decisiones conducirían a procesos optimizados en tiempo real. Esta metodología matemática permitiría anticipar disfunciones en una planta de producción y optimizar su funcionamiento en tiempo real.

Finalmente, en el campo de la logística, presente en la mayoría de las empresas, la modelización es también una herramienta clave que permite representar conceptos como ventas, existencias,

costes o restricciones presupuestarias a través de fórmulas matemáticas. Esto permitiría optimizar la toma de decisiones a través de la resolución de problemas de optimización. Un caso de singular importancia en el desarrollo y la aplicación de la teoría de la investigación operativa es el campo de la gestión de sistemas de atención médica, donde se necesitan herramientas para administrar los recursos (quirófanos, unidades de cuidados intensivos, listas de espera, servicios médicos de emergencia y recursos humanos, entre otros).

La Agenda M4 para Galicia

Cabe recordar que esta es solo una propuesta preliminar que satisface los principios antes mencionados (ver apartado relativo al Fundamentos en la presentación de la Agenda Científica), alineada con la Misión, Visión y Valores del Centro y considerando los grupos identificados en el programa marco Horizonte Europa, que definitivamente determinará las agendas nacionales y autonómicas de investigación y desarrollo.

Siguiendo esta perspectiva, la Agenda M4 garantiza la alineación con las próximas políticas nacionales y autonómicas, a pesar de que puedan ser necesarios ajustes en los objetivos del programa de investigación para una mejor adaptación a las necesidades de nuestra sociedad.

Para nuestra comunidad, un primer análisis que se puede hacer es la correspondencia entre la agenda propuesta y los desafíos y prioridades actuales establecidos en el programa RIS3 para el período 2014-2020 (ver Ilustración 3). Nótese que en esta ilustración solo se incluyen los programas incluidos en *M4 Sociedad Digital*, *M4 Vida y Sostenibilidad* y *M4 Competitividad Industrial*. El impacto de los PIs recopilados en el AIT *M4 Ciencia y Conocimiento* debe evaluarse por su contribución en los otros programas, y también por el impacto alcanzado en la sociedad gallega a través de actividades de divulgación, políticas científicas, participación pública y actividades de sensibilización científica.

RIS3		Agenda M4	
Reto	Prioridad	AIT	PI
Reto 1. Nuevo modelo de gestión de recursos naturales y culturales basado en la innovación	1.3 Biomasa y energía	M4 Vida y Sostenibilidad	Rumbo a la sostenibilidad Entendiendo el entorno y el cambio climático
	1.5 TIC turismo	M4 Sociedad Digital	Sistemas inteligentes Humanidades digitales
Reto 2. Nuevo modelo industrial sustentado en la competitividad y en el conocimiento	2.1 Diversificación sectores tractores	M4 Sociedad Digital	Sistemas inteligentes Computación, aprendizaje y seguridad
	2.2 Competitividad sector industrial	M4 Competitividad Industrial	Modelización matemática para la industria Algoritmos y computación de altas prestaciones Producción y gestión eficientes
Reto 3. Nuevo modelo de vida saludable basado en el envejecimiento activo de la población		M4 Vida y Sostenibilidad	Biostatística y biomatemática

Ilustración 3. Alineamiento entre los retos y prioridades del programa RIS3 y la Agenda M4.

Entidades colaboradoras

Como se ha indicado en las directrices de la planificación estratégica del Centro, se fomentará y consolidará la colaboración con centros autonómicos, nacionales e internacionales, buscando el establecimiento de alianzas a largo plazo que nos permitan afrontar los desafíos de nuestra Agenda

Científica. Una lista preliminar de potenciales²⁶ entidades colaboradoras (centros y redes²⁷), de acuerdo con las diferentes AITs puede ser consultada en la ilustración 4.

El Centro identificará sus "entidades colaboradoras estratégicas" como aquellos centros, redes y grupos con los que se puede establecer una relación a largo plazo, con beneficios en términos de impacto e innovación. También se organizarán actividades con socios colaboradores para garantizar la alineación de nuestra Visión, Misión y Valores con los de nuestros socios. Como ya ha sido mencionado al establecer las directrices estratégicas, las colaboraciones con algunos de los centros de investigación de la "Red de Centros de Investigación del SUG" están plenamente justificadas por la experiencia previa y la fuerte conexión entre áreas como las Tecnologías de la Información y la Comunicación, Inteligencia Artificial y Ciencias de la Vida. Algunos socios estratégicos en esta red serán CITIC, CITIUS, CINBIO y CIMUS:

CITIC es un centro de investigación gallego que promueve el avance y la excelencia en I+D+i en el uso de los servicios de información, comunicación y tecnología. Sus áreas de investigación se centran en Inteligencia Artificial, Ciencia e Ingeniería de Datos, Computación de Alto Rendimiento y Redes y Servicios Inteligentes, y Ciberseguridad. Debido a la fuerte conexión de esas amplias áreas de conocimiento con las AITs definidas en la agenda M4, la colaboración y los proyectos interdisciplinares conjuntos con el Centro evolucionarán de una manera natural y simbiótica.

La misión de CITIUS es crear un entorno de investigación en el área TIC para promover un nuevo modelo de crecimiento económico y desarrollo social basado en una mejora sostenible y equitativa de la calidad de vida y comprometido con el medio ambiente. El centro ha orientado su especialización temática hacia tecnologías inteligentes, fomentando la generación de sinergias en un contexto de cooperación multidisciplinar.

CINBIO es un centro de investigación multidisciplinar que surge para crear una infraestructura común para expertos biomédicos que albergan instalaciones bio-experimentales, cuya misión es crear y transferir conocimiento e innovación en el campo biomédico, bajo un enfoque colaborativo y multidisciplinar.

CIMUS nació con el objetivo de promover el desarrollo de la investigación interdisciplinar en Biomedicina, fomentando la interacción y la colaboración interna y externa. Sus líneas de investigación se centran en Oncología, Neurociencia, Terapias Experimentales, Genética y Genómica.

Otro socio estratégico será el IISGS. El IISGS se ha configurado como un espacio para la investigación multidisciplinar en Biomedicina con sede en el Hospital Álvaro Cunqueiro de Vigo, que reúne a los grupos de investigación clínica de las Áreas de Salud del Sur de Galicia y los grupos de biotecnología de la Universidad de Vigo. Su objetivo principal es promover la investigación traslativa y la innovación, y así garantizar la aplicación efectiva de los resultados de la investigación para mejorar la salud de sus ciudadanos.

²⁶ Una vez se tenga definido el grupo de promotores, aquellos centros con los que tengan colaboraciones podrán ser denominados como "entidades colaboradoras actuales".

²⁷ Las redes no han sido incluidas en esta etapa.

AIT	
M₄ Ciencia y Conocimiento	IGFAE
M₄ Sociedad Digital	CITIC, CITIUS, CESGA
M₄ Vida y sostenibilidad	CINBIO, CIMUS, IISGS
M₄ Competitividad Industrial	ITMATI, CITIC

Ilustración 4. Potenciales socios del centro.CENTRO

Vinculado con el AIT *M₄ Sociedad Digital*, pero también con otras AITs, es aconsejable una estrecha colaboración con el CESGA, no solo para el apoyo técnico en los proyectos de investigación del Centro, sino también como un colaborador científico.

Finalmente, el único centro distinguido en Galicia con la distinción María de Maeztu es el Centro Gallego de Física de Altas Energías (IGFAE). Hay múltiples áreas donde son factibles colaboraciones fructíferas entre el IGFAE y el Centro.

8. PLAN DE ACCION

Pilares

Este plan estratégico refleja un compromiso por la Excelencia en Investigación, Excelencia en Recursos Humanos, Excelencia en Transferencia y Excelencia en Gestión como pilares que van a dominar la creación y puesta en funcionamiento del centro. Estos cuatro ámbitos concentran la esencia del plan que se despliega en las acciones que se muestran más adelante.

Excelencia en Investigación

Se plantea abordar la excelencia en investigación a través de la Agenda Científica alineada con las prioridades del programa Horizonte Europa, aprovechando las capacidades de los investigadores adscritos y la atracción de talento, mediante:

- La organización de la actividad científica alrededor de Programas de Investigación (Pis).
- El desarrollo de actividades conjuntas entre investigadores de las tres universidades, para potenciar las líneas de investigación con mayor potencial en producción científica y liderazgo internacional.
- El despliegue de un ambicioso programa de internacionalización fomentando la visibilidad del centro y la participación en proyectos internacionales.
- La evaluación continua según indicadores y metodologías reconocidas internacionalmente.

Excelencia en Recursos Humanos

El compromiso con una política de talento humanos tiene 3 perspectivas:

- La atracción de talento a través de programas de formación y el compromiso por captar financiación competitiva.

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

- La implantación de una política de Talento Humano alineada con el HRS4R para la contratación.
- El diseño e implantación de un plan de carrera profesional.

Excelencia en Transferencia

La trayectoria de colaboración tecnológica y transferencia de las matemáticas gallegas, visibilizada en los últimos años a través del ITMATI, se ve potenciada en el Centro a partir de una agenda científica más diversificada e inteligentemente orientada para crear impacto sobre el entorno. Sobre esta base, la proyección e impacto de los resultados y capacidades de investigación del CITMAga se potenciarán:

- Estableciendo mecanismos operativos y formales para incorporar la visión de los actores tecnológicos de referencia sobre los diferentes programas y retos de la Agenda Científica
- Desarrollando sistemas de apoyo técnico solvente para asociar objetivos de impacto y proyección tecnológica, empresarial o social en todas las líneas de trabajo y proyectos desde su definición
- Implementando procesos y capacidades propias para la valorización y gestión de resultados de investigación que permitan aumentar su TRL y las oportunidades de transferencia

Excelencia en Gestión

Se refuerza la profesionalización de la gestión mediante:

- El compromiso conjunto para la sostenibilidad económica del centro mediante buenas prácticas de gestión y mediante el compromiso de mejorar sustancialmente la captación de recursos financieros competitivos, especialmente los internacionales.
- Ampliación de un modelo de gestión, basado en la filosofía de la rendición de resultados a los agentes de interés y a la sociedad en su conjunto, que inspire todas sus acciones.
- Una unidad de transferencia de tecnología, aprovechando su trayectoria y posicionamiento en el entorno industria que aporta ITMATI.
- Definición de procesos, procedimiento y normas comunes de aplicación en el conjunto del Centro para sentar las bases de buen funcionamiento desde el inicio.
- Implementación de un modelo de gestión, basado en la filosofía de la mejora continua de la calidad.

Objetivos estratégicos

Para desplegar la formulación estratégica se establecen 6 objetivos estratégicos:

- ❖ OE1. Crear cultura de centro.
- ❖ OE2. Poner en funcionamiento y organizar a CITMAga.
- ❖ OE3. Desarrollar ciencia de excelencia multidisciplinar y competitiva.
- ❖ OE4. Apoyar el desarrollo profesional de profesionales competentes.
- ❖ OE5. Contribuir a crear las nuevas generaciones de personal científico en Matemáticas
- ❖ OE5. Contribuir a resolver los retos de la sociedad del siglo XXI.
- ❖ OE6. Hacer partícipe a la sociedad en los avances científicos.

Para el cumplimiento de estos objetivos se definieron acciones, que se describen a continuación. Es conveniente aclarar que estas acciones contienen medidas y que están previstas diseñar e implementar en el medio plazo entre 2021 y 2024. Además, no todas las acciones tienen la misma entidad en cuanto a la complejidad, e interrelación con otras acciones, organizaciones, etc.

Mapa de acciones

Las 24 acciones definidas para responder a los objetivos operativos se agrupan bajo 7 ejes que describen el tipo de acción: E1. Cultura, E2 Gobernanza, Organización y Gestión, E3. Investigación, E4. Recursos Humanos, E5. Formación., E6. Innovación y Transferencia y E7. Divulgación de la Ciencia.

Tabla 2 Mapa de acciones

EJES	OBJETIVO ESTRATÉGICO	ACCIONES
CULTURA	OE1. Crear cultura de centro.	A1. Crear una cultura de fortalecimiento institucional e implementar la dimensión europea en la gestión eficiente y responsable de la ciencia.
		A2. Organizar reuniones periódicas para crear sinergias.
		A3. Diseñar la política de comunicación interna y externa del centro.
GOBERNANZA, ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN	OE2. Poner en funcionamiento y organizar a CITMAga.	A4. Nombrar miembros y desplegar la gobernanza.
		A5. Elaborar el Reglamento de Régimen Interno del centro.
		A6. Establecer una política de evaluación institucional.
		A7. Establecer sede física y virtual y acceso a recursos.
		A8. Implantar dinámicas para la gestión eficiente, soportado por un manual de procesos y procedimientos y sellos de calidad.
INVESTIGACIÓN	OE3. Desarrollar ciencia de excelencia multidisciplinar y competitiva.	A9. Implantar el proceso de acogida para el personal que se incorpore al centro.
		A10. Definir prioridades en el despliegue de la Agenda Científica.
		A11. Diseñar una convocatoria interna CITMAga de proyectos colaborativos.
		A12. Establecer políticas de publicación, difusión y buenas prácticas en investigación.
		A13. Definir la política de alianzas y de internacionalización.
		A14. Elaborar un plan de financiación competitiva.

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

CAPITAL HUMANO	OE4. Apoyar el desarrollo profesional de profesionales competentes.	A15. Diseñar e implementar una estrategia de personal investigador y apoyar el desarrollo de la carrera profesional.
		A16. Diseñar e implantar convocatorias de atracción de talento.
		A17. Diseñar e implantar un Programa de movilidad CITMAga.
FORMACIÓN	OE5. Contribuir a crear las nuevas generaciones de científicos en matemáticas	A18. Diseñar e implantar un Programa post-doctoral.
		A19. Diseñar e implantar un Programa de seminarios científicos internacionales y profesores visitantes.
		A20. Diseñar e implantar un Programa de formación en habilidades transversales y competencias técnicas.
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA	OE5. Contribuir a resolver los retos de la sociedad del siglo XXI.	A21. Diseñar e implantar un Programa de cooperación internacional.
		A22. Fortalecer las funciones de transferencia y de creación de empresas.
		A23. Potenciar las modalidades de investigación contratada.
DIVULGACION DE LA CIENCIA	OE6. Incluir a la sociedad en los avances científicos.	A24. Diseñar e implantar un plan de divulgación y difusión de la ciencia.

Fichas descriptivas de las acciones

A continuación, se muestra el detalle de las 24 acciones planteadas como respuesta a los objetivos establecidos bajo los 7 ejes.

CULTURA

Acción 1 Crear una cultura de fortalecimiento institucional e implementar la dimensión europea en la gestión eficiente y responsable de la ciencia.

Descripción:

Crear una cultura de "fortalecimiento institucional" para que cada investigador/a asuma el compromiso de hacer de CITMAga una organización orientada a la excelencia y así consolidar el sentimiento de pertenencia al centro. Por una parte, está el compromiso de conseguir el reconocimiento de Centro de Excelencia, y en el corto plazo de obtener el reconocimiento María de Maeztu, y además, el de implantar buenas prácticas en la gestión, para ello se prevé:

Medida 1 **Gestión eficiente de las reuniones del Comité de Dirección**, haciendo uso de convocatoria planificada de reuniones, agenda de temas a tratar, gestión eficiente de las reuniones y elaboración de actas con los acuerdos e información compartida. Puesta a disposición de los colectivos de interés.

Medida 2 Redactar y adoptar **guías** para introducir la dimensión europea en la gestión de la ciencia a través de los marcos metodológicos:

- RRI – Responsible Research and Innovation
- HRS4R – Human Resources Strategy for Researchers
- Open Access, etc.
- Código de buenas prácticas en investigación - Allea
- Guía de recomendaciones en:
 - Coautoría
 - Dirección de Tesis doctorales

Medida 3 Poner a disposición **seminarios de formación** on line o presencial (Acción 22).

Responsable: Dirección Científica

Acción 2 Organizar reuniones periódicas para crear sinergias.

Descripción:

Al no encontrarse el personal investigador en la misma localidad, se requerirán medidas adicionales para fomentar la interacción entre los grupos, para lo que se prevé la organización de reuniones periódicas con el personal del Centro, tanto con objetivos de gestión y toma de decisión como para informar a la comunidad científica. Inicialmente se prevén las siguientes reuniones, adoptando el formato que se definirá llegado el momento:

Medida 1 Happy Day CITMAga: Evento bianual para crear comunidad: Se trata de una reunión informal semestral de presentación de los principales asuntos a toda la comunidad. Liderado desde la Dirección, se proponen formatos dinámicos como *Elevator pitch* de pre docs y post docs, sobre sus ámbitos de investigación. Los contenidos van cambiando en cada edición teniendo en cuenta propuestas innovadoras.

Medida 2 Foro trimestral de investigadores/as CITMAga para fomentar las reuniones informales entre investigadores/as senior de distintos equipos para promover líneas de investigación conjuntas que podrían tener apoyo desde el centro. Estos seminarios tienen como objetivos:

- a. Potenciar la colaboración entre personal investigador
- b. Construir un espacio de encuentro para el debate científico.
- c. Contribuir en la formación de personal investigador, favoreciendo la transferencia de resultados de investigación.

Responsable: Comisión de Formación

Documento: Calendario anual de reuniones

Acción 3 Diseñar la política de comunicación interna y externa del centro.

Descripción:

El nuevo centro requiere de un claro y ambicioso “Plan de comunicación interna y externa”, estará definido e implantado desde el Gabinete de Comunicación quien desarrollará:

Medida 1 Plan de comunicación INTERNA:

- a. Definir un canal de comunicación interno (ej. newsletter, intranet, etc.) para publicar las noticias de interés para los miembros de CITMAga, como por ejemplo oportunidades de financiación, congresos internacionales, programación de reuniones virtuales/físicas, notas de las reuniones del Comité de Dirección, etc.
- b. Programar reuniones periódicas informativas para los diferentes colectivos (relacionado con acción 2).

Medida 2 Plan de comunicación EXTERNA:

- a. Crear la imagen corporativa de CITMAga creando logos (en convivencia con el logo de IMATI), normalizando documentos, presentaciones, etc. evitando el formato libre en todos los casos.
- b. Crear la Web de CITMAga manteniéndola periódicamente actualizada.
- c. Establecer canales de comunicación con agentes claves y definir las acciones correspondientes para cada colectivo:
 - Otros centros de investigación, sociedades científicas, redes de Centros, asociaciones: Dar a conocer en la comunidad científica nacional e internacional al nuevo CITMAga.
 - Empresas: Desde OTRI promocionar las capacidades, potencialidades y logros entre las empresas clientes y potencialmente colaboradoras. Establecer un marco de colaboración con instituciones de la región para promover la participación en jornadas informativas, sesiones formativas, visitas institucionales, etc. de forma conjunta; destacando los casos de éxito en generación de patentes, resultados de investigación, creación de empresas, etc.
 - Estudiantes: Promover contacto continuo desde las universidades con las personas candidatas a ser estudiantes pre doctorales, dando a conocer las oportunidades profesionales en investigación y la agenda científica del centro.
 - Medios de comunicación: Establecer contactos duraderos con medios tradicionales y digitales de alcance nacional y autonómico; así como con agencias de divulgación de la ciencia (SINC de FECYT, etc.)
- d. **Red Alumni CITMAga:** La Red Alumni busca potenciar el contacto entre los profesionales, investigadores, estudiantes y profesores visitantes vinculados a CITMAga a nivel global. Se seleccionará la mejor opción entre las plataformas (Linked in, u otra desarrollada ad hoc), se identificarán los profesionales de los últimos 5 años; se definirán acciones concretas a las que vincular la red de alumni, como por ejemplo información (mediante newsletters, blogs, etc.), eventos anuales, colaboraciones científicas y empresariales, etc.
- e. **Realizar un seguimiento de la carrera de los/as doctores/as** que han defendido su tesis doctoral en los últimos años en los programas donde participe el personal investigador adscrito al centro. Se realizará una encuesta anual para realizar un seguimiento de los itinerarios de desarrollo profesional de los doctores recientes del área de Matemáticas de las tres universidades.

Responsable: Gabinete de Comunicación, OTRI

Documento: Plan de comunicación interna y externa.

GOBERNANZA, ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN

Acción 4 Nombrar miembros y desplegar la gobernanza.

Descripción:

Medida 1 Iniciar los procesos de selección para los puestos de la estructura organizativa definida En base a la estructura organizativa definida.

- **Candidaturas y nombramientos:** De **Director/a Científico/a**, a propuesta por el Consejo Rector y validación por el Comité Asesor Científico Externo. Director/a Adjunto/a de Transferencia nombrado por el Consejo Rector. Gerente, mediante un proceso de selección abierto. Duración del mandato del/a Director/a Científico/a 4 años.
- **Comité de Dirección:** para el apoyo y supervisión de la Dirección. Integrado por Investigadores/as responsables de Programas y Comisiones, Adjunto/a de Transferencia, representación de Investigadores no permanentes y en formación y Gerente. Se tratarán temas de gestión de máxima relevancia para el centro (recursos humanos, presupuesto, transferencia, relación con la industria, internacionalización, firmas de acuerdos, etc.). Mantendrá reuniones ordinarias mensuales. El régimen de convocatorias y de funciones y responsabilidades se presentará en el RRI (Reglamento de Régimen Interno)
- Nombramiento del **Comité Asesor Científico Externo** formado por 4-6 investigadores con trayectoria reconocida que trabajen en el extranjero y con perfiles que recojan las diferentes visiones de excelencia científica y transferencia. Su función será monitorizar y evaluar la actividad del centro y de sus IPs. El comité validará el Plan Estratégico y evaluará las incorporaciones, así como informará sobre el performance del Director/a, visitarán CITMAga una vez al año.
- Nombramientos para el **Comité Asesor Social Industrial:** formado por 4-6 representantes de a) la industria local, nacional e internacional que operen en diferentes sectores de potencial aplicación de las matemáticas; b) universidades internacionales, sociedad civil, etc. Su objetivo es asesorar, orientar la actividad y programas de transferencia de conocimiento, formación, etc. Previsiblemente visitarán CITMAga una vez al año.
- Nombramientos para las **Comisiones de trabajo específicas** para tratar asuntos puntuales relacionados con el apoyo a titulaciones nuevas o actuales, incorporación de perfiles profesionales, programas de movilidad, actividades de divulgación, etc. Evolucionarán en el futuro a unidades con mayor dotación de personal profesionalizado en las funciones.
- **Procesos de selección para OTRI:** valorar la incorporación de personal miembros de ITMATI y **Unidad de Gestión de I+D:** desde el inicio, dará soporte al personal investigador en la captación de financiación competitiva y su gestión.
- Nombramientos para a) **Unidades** formadas por investigadores y en una segunda fase se profesionalizará con gestores responsables de Formación, RRHH, Internacionalización, etc. y b) **Gabinete de comunicación;** da soporte a la dirección para el posicionamiento del centro, al principio asume las funciones de divulgación, luego se profesionaliza y se dividen las funciones.

Responsable: Dirección

Documento:

Acción 5 Elaborar el Reglamento de Régimen Interno del centro.

Descripción:

EL RRI- Reglamento de Régimen Interno deberá recoger en función del convenio, los siguientes aspectos entre otros:

Medida 1 **Designación, funcionamiento y competencia** de los órganos de gobierno, órganos de dirección, gestión y consultivos.

Medida 2 **Tipos de personal**, entre los que se identifican a priori:

- personal docente investigador adscritos (de las tres universidades), personal contratado con cargo a proyecto, personal en formación, personal investigador colaborador, etc.
- personal de apoyo a la investigación,
- personal de administración

Medida 3 **Régimen económico, evaluación y seguimiento**

Medida 4 **Principios de adscripción/cese**: Solo se puede alcanzar la visión del Centro de convertirse en uno de los principales centros de investigación en Matemáticas si el personal académico del Centro a) consigue y mantiene un desempeño de alto nivel, en concordancia con estándares internacionalmente reconocidos en el área y b) la actividad de los miembros se alinea con la Agenda Científica. Estos principios considerarán la selección meritocrática, competencia y capacidad, y rendición de cuentas, claridad y transparencia. Además, el proceso establecido para la adscripción/cese de miembros será coherente con la etapa en la carrera investigadora.

Medida 5 Siguiendo los criterios de adscripción y la Agenda Científica se promoverá la **asignación de investigadores a Research Programs** de CITMAga, consolidando la coherencia temática y alcanzando masa crítica. La organización final será publicada en web, con las actualizaciones necesarias.

Acción 6 Establecer una política de evaluación institucional.

Descripción:

Las evaluaciones externas tendrán lugar a diferentes niveles:

- El Centro, incluyendo aspectos relativos al liderazgo, gestión, colaboraciones, recursos y planificación estratégica.
- La Agenda Científica, a través de la evaluación del impacto de los programas de investigación, según a indicadores científicos y a otros internacionalmente usados del área de matemáticas.
- El personal investigador del Centro, reconociendo sus contribuciones científicas, de innovación y de transferencia de conocimiento.
- La OTRI y cada una de las unidades de gestión.

El Comité Asesor Científico Externo evaluará el Centro y el desempeño del/de la Director/a Científico/a y de los miembros cada 4 años, desde una perspectiva internacional, el desempeño del Centro en su conjunto, y en particular su contribución al Plan Estratégico y a su Visión y Misión a largo plazo, teniendo en cuenta las aspiraciones y la disponibilidad de fondos para financiar su plan de actuación; así como el impacto alcanzado por la implementación de la Agenda Científica.

Esta se completará con una evaluación anual por parte del **Consejo Rector**: quien solicitará un informe y una presentación al/a la Director/a en las que se detallen el progreso realizado en relación a los objetivos y acciones del Plan Estratégico, así como la ejecución del presupuesto y la consecución de hitos. Estos hitos serán aprobados por la Consejo Rector.

Medida 1 Definir el marco de "Evaluación institucional por impactos considerando los criterios anteriores, la (Metodología REF-Research Excellence Framework-ver anexo) y el reconocimiento al trabajo (meritocracia)" de aplicación anual a todo el personal (investigadores, técnicos, administrativos), adaptando los requerimientos a cada nivel para incentivar la consecución de objetivos y alineamiento de la política científica de CITMAga. Establecer medidas de reconocimiento para el personal investigador del centro. Para la **evaluación del centro** se pueden incluir las dimensiones de estructura, actividad y resultados.

- **Estructura:** Implica la determinación de la capacidad o potencial futuro del centro, la reflexión sobre el contexto en el que se encuentra y las oportunidades que puede tener el centro para su desarrollo. Incluirá el análisis del desarrollo alcanzado en un campo o disciplina, de la cualificación investigadora del personal (capacidades, experiencia, flexibilidad...), de la capacidad tecnológica (acceso a infraestructuras científicas), de la organización económico-administrativa (agilidad, nivel de burocratización...).
- **Actividad:** Se centra en examinar la misión y la visión del centro, puesto que éstas determinan sus líneas de actuación. Se analizan también la formación de personal, la divulgación científica, la transferencia de tecnología, etc.
- **Resultados:** Esta evaluación incluye la valoración del grado de cumplimiento de los objetivos, al examinar la producción e impacto de las actividades realizadas, expresado en forma de metas logradas: número y calidad de publicaciones, número de tesis defendidas, ingresos por de patentes, reputación académica y reconocimiento internacional del centro, y la influencia del centro sobre otras instituciones, etc. Los datos provienen del CMI – Cuadro de Mando de Indicadores.

Responsable: Dirección

Documento: Modelo de Evaluación.

Acción 7 Establecer sede física y virtual y acceso a recursos.

Descripción:

De especial importancia es seleccionar la sede de CITMAga, lo que deberá permitir crear un entorno colaborativo accesible para todos los miembros, que permita la realización de actividades de investigación y gestión.

- Medida 1** Elección de la sede física, previsiblemente en Santiago de Compostela, a ser posible fuera del entorno de la USC. Esta sede debería albergar a la dirección y servicios centrales y de gestión.
- Medida 2** Dotación de las herramientas de gestión colaborativas para asegurar el correcto funcionamiento de la gestión organizativa.
- Medida 3** Colaborar en la adquisición de material bibliográfico. CITMAga contribuirá anualmente, con un presupuesto, para la adquisición de material bibliográfico, de manera coordinada con la dirección de las bibliotecas, tratando de optimizar la inversión realizada.
- Medida 4** Potenciación de la relación con el CESGA para que proporcione y facilite la infraestructura necesaria para las tareas que excedan las capacidades computacionales del centro. Con esta acción se pretende aprovechar la potencia técnica del CESGA.

Responsable: Dirección

Documento:

Acción 8 Implantar dinámicas para la gestión eficiente, soportado por un manual de procesos y procedimientos y sellos de calidad.

Descripción:

Establecimiento de dinámicas para profesionalizar la gestión, implicar a las personas en la toma de decisiones y asegurar la transparencia, bajo normas de calidad.

Medida 1 Implementar buenas prácticas en las comisiones: En cada comisión una persona actuará como secretario creando un orden del día con los temas que los miembros quieran tratar (adjuntarán información previa si así lo requiriere) y elaborando actas de los acuerdos alcanzados para su archivo y distribución.

Medida 2 Diseño y optimización de los procesos internos de CITMAga con el objetivo de simplificar y agilizar los procesos administrativos entre miembros de las tres universidades, con el objeto de reducir al mínimo la carga burocrática. Incorporar herramientas de gestión informática en la medida de las necesidades.

Medida 3 Adoptar medidas para la certificación de la calidad como sello EFQM, ISO, etc., con el objetivo de:

- Adquirir el compromiso de cumplir los requisitos legales y reglamentarios.
- Establecer un proceso continuo de mejora de los procesos y actividades.
- Garantizar que las actividades se perciban fiables, eficaces y eficientes para todos los grupos de interés.
- Implicar, motivar y comprometer al personal, con el objetivo de buscar su participación en la gestión, el desarrollo y la aplicación de los compromisos de calidad.

Medida 4 Diseño e implementación de un cuadro de mando de indicadores (CMI) como herramienta de gestión que facilita el alineamiento de la organización y el seguimiento de los resultados a alcanzar. Debe permitir establecer procedimientos para el *reporting* de información, facilitar el seguimiento de la actividad y de la implantación de iniciativas singulares (Plan estratégico, etc.). La información se presenta en los Comités de Dirección y Comités asesores. Como sugerencias a la hora de definirlo, se recomienda no utilizar más de siete indicadores en cada perspectiva. Es conveniente no recargar excesivamente el CMI para que resulte operativo y funcional.

- Perspectiva de aprendizaje y crecimiento: Se refiere a los recursos que más importan en la creación de valor: las personas y la tecnología. Incide sobre la importancia que tiene el concepto de aprendizaje por encima de lo que es en sí la formación tradicional.
- Perspectiva de procesos internos: facilitan información acerca del grado en que las diferentes áreas de actividad se desarrollan correctamente. Indicadores en procesos de innovación, calidad o productividad pueden resultar clave, por su repercusión de actividad y financiera.
- Perspectiva de los grupos de interés: La satisfacción de socios de proyectos, empresas, etc. como indicador, repercutirá en el posicionamiento del Centro en relación con el de su competencia, y reforzará o debilitará la percepción del valor de la marca CITMAga.

Responsable: Dirección

Documento: Manual de procesos y procedimientos. Diseño del CMI.

Acción 9 Implantar el proceso de acogida para el personal que se incorpore al centro.

Descripción:

El objetivo es sistematizar la bienvenida al personal de CITMAga, teniendo en cuenta su especial característica de distribución física de los investigadores, entre las medidas se prevé:

Medida 1 Establecer un proceso de acogida física y virtual, especialmente a los investigadores extranjeros, durante los primeros días para facilitar su integración en el centro y en la ciudad, poniendo en valor la virtualidad. Incluir recomendaciones sobre la fase de desvinculación a CITMAga.

Medida 2 Redactar el Manual de bienvenida CITMAga para el personal que se incorpora a CITMAga, ya sean cortas estancias, estudiantes, investigadores o personal de gestión. Este manual tiene por objeto facilitar la incorporación en el puesto de trabajo pretendiendo que la integración sea rápida, eficaz y sobre todo segura. Entre otros temas a abordar se proponen: a) CITMAga: Estructura, Servicios, Organización y Ubicación; b) Incorporación: Trámites, intranet, etc.; c) Prevención y Salud laboral; Seguridad; d) Acceso a Servicios Técnicos, Infraestructuras, repositorios de información, e) Tecnologías de la Información, f) Información Práctica Adicional, etc.

Medida 3 Celebrar trimestralmente sesiones de bienvenida con los nuevos investigadores que se hayan incorporado en los últimos 3 meses.

Responsable: Comité de investigación

Documento: Manual de bienvenida (inglés y español)

INVESTIGACIÓN

Acción 10 Definir prioridades en el despliegue de la Agenda Científica.

Descripción:

El Centro considera la investigación matemática de calidad tanto en sus propósitos fundamentales como en la transferencia a otras ciencias, la industria, la educación y la sociedad. Esto se refleja en la configuración de una agenda científica organizada en áreas de investigación y transferencia (AITs) y programas de investigación (PIs), que no se corresponden directamente con una cierta disciplina dentro del ámbito matemático, superando la clásica estructura investigadora organizada en departamentos y orientando su actividad (y por tanto, su estructura a través de los programas de investigación) a la consecución de los retos del programa marco Horizonte Europa (véase Agenda Científica).

Medida 1 La Agenda Científica de CITMAga actual se pondrá a evaluación del CACE anualmente y será actualizada adaptándose a las áreas priorizadas según resultados, oportunidades de financiación y respetando el equilibrio entre líneas consolidadas y emergentes. En la Agenda, se establecen las áreas prioritarias y fundamentalmente la apuesta de líneas de investigación conjuntas entre miembros de diferentes universidades, además, da lugar a las propuestas formativas en programas master, de doctorado y post doctorado.

Responsable: Dirección – Comité de investigación

Documento: Agenda Científica

Acción 11 Diseñar una convocatoria interna CITMAga de proyectos colaborativos.

Descripción:

Los proyectos colaborativos deberán constituir uno de los pilares básicos de la actividad de CITMAga y tienen como objetivo estimular la investigación cooperativa entre los investigadores, aunando esfuerzos y buscando sinergias y capacidades complementarias; el intercambio de recursos y conocimientos, etc.

Medida 1 Consiste en dotar con presupuesto una **convocatoria competitiva de proyectos** de investigación alineados con la Agenda Científica. Se pretende identificar proyectos de investigación en colaboración de marcado carácter innovador. En la definición de la convocatoria se deberán definir los criterios tales como: composición, criterios de selección, duración, etc. En cuanto a la evaluación, por ejemplo, las propuestas deberán ser evaluadas por una comisión externa.

Responsable: Dirección

Documento: Bases de la convocatoria.

Acción 12 Establecer políticas de publicación, difusión y buenas prácticas en investigación.

Descripción:

Medida 1 Establecimiento de una política de publicación: en línea con el compromiso de excelencia, se establecerán unos criterios respecto de las prioridades para publicar, asegurando que los resultados de investigación y transferencia son comparables a centros de referencia internacional. Esto implicará el establecimiento de los criterios de publicación determinando un marco de referencia para publicar con un mínimo de factor de impacto, definiendo la obligatoriedad de incluir la filiación CITMAga – UdC/USC/UVigo en las publicaciones, solicitud de proyectos, etc.

Medida 2 Establecimiento de una política de Difusión científica: el Centro adoptará los mandatos de EOSC, asumiéndolos como estándar, incluyendo Open Science, fomentando publicaciones de acceso abierto (Open Access) y facilitando datos abiertos (Open Data) y código abierto (Open Code) para una amplia comunidad científica y la sociedad en general. Para este propósito, desde el Centro se propondrá una relación formal con arXiv o el mantenimiento de una comunidad en la plataforma Zenodo. Las estrategias de difusión de la ciencia también deben diseñarse para y desde las Matemáticas, alentando publicaciones no solo para la comunidad matemática (revistas de alta calidad en áreas directamente relacionadas con las Matemáticas), sino también para otros científicos, promoviendo el uso de métodos matemáticos y estadísticos en diferentes campos, como Biomedicina, Ingeniería o Ciencias Sociales, entre otros.

Medida 3 Adoptar un Código de buenas prácticas en investigación reconocido internacionalmente, como por ejemplo el Código Allea - Código Europeo de Conducta para la Integridad en la Investigación -, para regular las actividades Entorno de la investigación, Formación, supervisión y tutoría, etc.

Responsable: Dirección

Documento: Política de Publicaciones

Acción 13 Definir la política de alianzas y de internacionalización.

Descripción:

Para apoyar el objetivo de situar al Centro como referencia a nivel internacional y atraer talento exterior, debe incrementar la visibilidad internacional, las colaboraciones internacionales y la contratación de personal investigador extranjero. Por tanto, se hace necesario establecer una política de internacionalización que alcance a la actividad investigadora y de transferencia, a la captación de personal y a las relaciones institucionales y que refuerce la Agenda Científica mediante:

- Medida 1 Establecimiento de alianzas estratégicas** con centros **internacionales** comprometidos en las colaboraciones científicas, participación de proyectos europeos, programas de formación, estancias científicas, participación en seminarios internacionales, etc. El Centro se implicará en la participación en redes temáticas e institucionales, considerándolas una oportunidad para establecer colaboraciones, incrementando su visibilidad nacional e internacional. Además, se configurarán alianzas estratégicas con diferentes centros e Centros tecnológicos del ámbito **autonómico**, especialmente la "Rede de Centros de Investigación de Galicia". Entre estos aliados cabe destacar el Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación (CITIC), el Centro de Investigación en Tecnologías Inteligentes (CiTIUS), el Centro de Investigación Biomédica (CINBIO), el Centro de Investigación en Medicina Molecular y Enfermedades Crónicas (CiMUS) y el Centro de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IISGS). La alianza con centros de investigación en tecnologías de la información e inteligencia artificial, así como con centros de investigación en ciencias de la vida, se justifica por la fuerte conexión de estas áreas con las AITs definidas en la Agenda M₄ y las colaboraciones actuales. Los proyectos conjuntos e interdisciplinares se mantendrán y generarán de manera natural y simbiótica.
- Medida 2 Configuración de Grupos de Investigación Conjuntos** (Joint Research Groups) con entidades internacionales, donde el/la investigador/a principal forme parte de la plantilla del centro de modo parcial y los miembros de su equipo visiten regularmente el centro, puede constituir un importante mecanismo de internacionalización.
- Medida 3 Participación en congresos y foros internacionales:** Con una vocación de ser centro de excelencia internacional en Matemáticas, se propone tener representación en una selección de foros internacionales tanto de carácter científico como industrial o de política / gestión (grupos de trabajo de la CE), o lobby (asociaciones empresariales, plataformas tecnológicas, etc.). Aspira a convertirse en miembro de dos de las redes internacionales de centros de investigación matemática más relevantes: ERCOM (European Research Centres on Mathematics), que es un comité de la EMS (European Mathematical Society) constituido por las direcciones científicas de los centros de investigación matemática; e IMSI (International Mathematical Sciences Institutes), un consorcio internacional de Centros de Investigación en Matemáticas que lleva a cabo programas de investigación específicos (en temas concretos) y organiza extensos programas de visitas. Se fomentará y apoyará que personal investigador del Centro presente los resultados de su investigación en congresos, participe en comités internacionales y paneles editoriales y otras actividades similares que puedan incrementar la visibilidad y reputación del Centro en foros internacionales.
- Medida 4 Organización de conferencias internacionales, talleres y cursos avanzados,** (Acción 21) esmerándose en la atracción de la participación de personal investigador de reconocido prestigio a nivel mundial.

Medida 5 Colaboración internacional. Una de las claves para la promoción de la colaboración es la interacción directa, se establecerán diversos mecanismos como:

- estancias de personal investigador externo en el centro y estancias en otros centros del personal investigador del Centro, tanto de larga como de corta duración, en entidades tanto académicas como industriales con las que el Centro pretenda establecer colaboraciones estables;
- apoyo a la movilidad internacional de todos los miembros, (Acción 18) pero especialmente de estudiantes de doctorado y personal investigador posdoctoral, como una parte esencial de su formación, dándoles la oportunidad de establecer una red de colaboración y de trabajar en distintos ambientes;
- períodos temáticos (trimestres, semestres, años) en los que el personal investigador en Matemáticas de todo el mundo que hayan trabajado en un tema específico pueda interactuar, tanto de manera virtual como en talleres;
- fomentar la codirección de proyectos de tesis, con la supervisión conjunta de un miembro del Centro y un colaborador internacional del ámbito académico o de la industria.

Medida 6 Contratación internacional. (Acción 16) Teniendo en cuenta que la mayor parte del personal adscrito al Centro provendrá de las universidades públicas de Galicia, el Centro colaborará con los centros y departamentos de las mismas para incrementar el número de candidaturas internacionales en puestos vacantes. Las ofertas se anunciarán en foros internacionales y se promoverán a través de la red internacional de contactos del Centro. Para incrementar el atractivo de las ofertas, el Centro elaborará un paquete de beneficios no económicos, como el horario flexible, un ambiente de trabajo agradable, formación en competencias transversales y gestión de proyectos, y una amplia gama de oportunidades para colaborar con la industria y otras entidades no académicas.

Medida 7 Ciencia en política y diplomacia: la diplomacia científica a menudo no se explota por completo en todos los niveles de gobernanza, aunque una sinergia adecuada entre la comunidad científica y el gobierno puede contribuir a eliminar las barreras culturales, sectoriales y de conocimiento entre los diferentes actores, como los responsables políticos, personal investigador, organismos diplomáticos y sociedad civil. El centro alentará a sus miembros a colaborar con las autoridades gubernamentales en el diseño e implementación de políticas, iniciativas y proyectos científicos.

Acción 14 Elaborar un plan de financiación competitiva.

Descripción:

Esta acción es complementaria a la Agenda Científica, ya que priorizará las fuentes de financiación para hacer cumplir la agenda.

Medida 1 Redactar y poner en marcha el “Plan de financiación competitiva de CITMAga”, con el liderazgo de la Unidad de proyectos y el compromiso de participación de los investigadores, contemplará:

- A) Presentación a la convocatoria María de Maeztu/ Severo Ochoa 2024.
- B) Seguimiento activo de convocatorias del Pilar 2 (Clústeres, Misiones, Partenariados), detección de oportunidades y planificación de la participación en:
 - **ERC:** Convocatorias anuales de StG, CoG y AdG y MSCA
 - **Horizon Europe:** EIC Pathfinder (actuales FET Open), Infraestructuras de investigación, Ciencia con y para la Sociedad (RRI, Open Science – Divulgación y Formación), etc.
 - **Convocatorias anuales para:** Cofinanciación para captación de predocs o postdocs (COFUND), Contratos Postdoctorales (IF), Redes de Formación Doctoral, Doctorados industriales (ITN), Researchers’ Night (Divulgación)
- C) **European Innovation Council** (EIC) para la explotación de los resultados de la I+D de CITMAga y el fortalecimiento de las colaboraciones con el sector industrial.
- D) Otras fuentes de financiación para I+D, networking, divulgación y comunicación:
 - ERA Nets, Life, Erasmus +, EIT (p.ej. EIT Health, EIT Manufacturing, EIT Energy, etc.),
 - Interreg (SUDOE; POCTEP; ATLÁNTICO), S3 de Galicia, etc.
 - U.S. Navy, otras oportunidades fuera de Europa, tanto públicas como privadas.
- E) Plan estatal: Generación de Conocimiento, Retos de la Sociedad y Proyectos Explora.

Medida 2 Soporte desde la oficina de Proyectos mediante la incorporación de recursos (personal contratado), envío de versiones simplificadas de convocatorias, apoyo económico para contratación de consultorías que ayuden con las solicitudes, reuniones con los investigadores para fijar líneas de I+D que se puedan promover como proyecto, acudir a los InfoDays para difundir estas ideas de proyectos.

Medida 3 Crear un Programa de Mentoring interno con expertos CITMAga en redacción de proyectos para convocatorias de excelencia: ERC, Marie Curie, etc., dando soporte, formación y compartiendo buenas prácticas de quienes ya lo han conseguido.

Medida 4 Organización de sesiones formativas-informativas sobre casos de éxito de CITMAga.

Responsable: Unidad de Proyectos

Documento: Plan de financiación Competitiva

RECURSOS HUMANOS

Acción 15 Diseñar e implementar una estrategia de personal investigador y apoyar el desarrollo de la carrera profesional.

Descripción:

El Centro aspira a conseguir el sello European Human Resources Strategy for Researchers (HRS4R), requiriendo la generación y mantenimiento de un ambiente estimulante que favorezca la investigación a través de políticas de carrera profesional y de promoción, así como la captación de talento femenino, para abordar con garantías el reto de una constante renovación generacional en la plantilla investigadora. Esto estará recogido en la **Estrategia de CAPITAL HUMANO en investigación para los perfiles de investigadores, técnicos y gestores**. CITMAga tiene actualmente una pirámide presumiblemente poco equilibrada (con investigadores senior en la última fase de su carrera profesional y un número menor de investigadores predoctorales, además de un bajo número de investigadores extranjeros), para ello, se propone:

Medida 1 Realizar un **análisis de las necesidades de contratación** a 5 años vista en base a los datos censales de los investigadores adscritos, identificando los perfiles necesarios para mantener y reforzar la Agenda Científica y las áreas funcionales.

Medida 2 Diseñar e implementar un **Plan de desarrollo de carrera profesional en CITMAga** alineados con la estrategia de CITMAga y la proyección de producción estimada para cada persona (ej. nº de publicaciones, nº de patentes, etc.), acorde a los mecanismos de evaluación, soportado por un Plan de Formación. Estos planes de desarrollo profesional personal son una práctica común en las acciones Marie Curie. Será aplicable a:

- PDI - investigadores CITMAga tanto senior como junior con objetivos cuantificables.
- investigadores contratados con cargo a proyecto (ej. Art 83, Plan Nacional, H2020, ITNs, Marie Curie, etc.)
- técnicos y personal de gestión.

Se tomará como referencia para el diseño de todas estas actividades el Research Development Framework de CRAC Vitae y las propias recomendaciones de las Universidades como consecuencia de la puesta en marcha de los Planes de Acción asociados a la acreditación del HR Excellence in Research Award (HRS4R).

Medida 3 **Diseño e implementación de un Plan de género CITMAga:** que contempla:

- Diagnóstico de la situación de las mujeres investigadoras en CITMAga
- Objetivos priorizados, ej. asegurar el equilibrio de género en la toma de decisiones
- Batería de medidas específicas para: apoyar la elección de la carrera investigadora por las mujeres, facilitar la conciliación de la vida personal y profesional del personal investigador, garantizar la participación en órganos de gestión, comisiones y foros científicos, etc.

Medida 4 Participar en **convocatorias de fuentes de financiación de RRHH** identificadas en Acción 14 para incorporar nuevos perfiles y promover así también la internacionalización de CITMAga mediante la incorporación de investigadores extranjeros. (Acción 14)

Medida 5 Obtener el **Sello HRA – Human Resources Award** para implantar los procesos de contratación abierta, transparente y basada en mérito; y toda la serie de requisitos que implica cumplir los 40 criterios del sello.

Responsable: Comisión de Recursos Humanos

Documento: Estrategia de Capital humano

Acción 16 Diseñar e implantar Convocatorias de atracción de talento.

Descripción:

Teniendo en cuenta que la mayor parte del personal adscrito al Centro provendrá de las universidades públicas de Galicia, el Centro colaborará con los centros y departamentos de las mismas para incrementar el número de candidaturas internacionales en puestos vacantes.

Medida 1 **Diseño y convocatoria de un programa de becas para colaboración en tareas de investigación.** Se abrirá una convocatoria anual de becas para la iniciación en investigación dirigida a alumnado de grado y master en el área de Matemáticas para estancias de 3-6 meses.

Medida 2 **Diseño del “Programa de contratos predoctorales CITMAga” con fondos propios:** Asignación de un presupuesto propio, redacción de convocatoria y perfiles objetivo. Las ofertas se anunciarán en foros internacionales y se promoverán a través de la red internacional de contactos del Centro. Para incrementar el atractivo de las ofertas, el Centro elaborará un paquete de beneficios no económicos, como el horario flexible, un ambiente de trabajo agradable, formación en competencias transversales y gestión de proyectos, y una amplia gama de oportunidades para colaborar con la industria y otras entidades no académicas.

Medida 3 **Diseño y lanzamiento de una convocatoria competitiva para incorporar Post docs** para reforzar las áreas de investigación prioritarias de la Agenda Científica. Estará dotada con financiación propia de CITMAga y la obtenida mediante otros reconocimientos (e.g. Centro Singular, Marie Curie, etc). Cumplirá con los criterios de HRS4R.

Responsable: Comisión de Recursos Humanos

Documento: Base de convocatorias de atracción de talento

Acción 17 Diseñar e implantar un Programa de movilidad CITMAga.

Descripción:

Se trata de un Programa de movilidad CITMAga destinado a investigadores CITMAga para realizar estancias cortas de investigación en una selección de instituciones de referencia internacional.

Medida 1 Diseñar una **convocatoria competitiva en líneas** prioritarias y centros internacionales para consolidar la Agenda Científica. Esta acción estará ligada a las alianzas estratégicas establecidas con centros. Este programa permitirá a los investigadores y estudiantes desarrollar una parte de sus trabajo o estudios en un centro extranjero, beneficiándose de este modo de la posibilidad de un enriquecimiento académico y personal. Para poder beneficiarse de una beca de movilidad CITMAga será necesario cumplir con determinados requisitos que serán establecidos en las bases de la convocatoria

Responsable: Comisión de Recursos Humanos

Documento: Programa anual de Movilidad

FORMACIÓN

Acción 18 Diseñar e implantar un Programa post-doctoral.

Descripción:

Medida 1 Diseñar y poner en marcha un **Programa de Post Docs CITMAga**, con la finalidad de atraer talento y ofrecer a doctores la oportunidad de desarrollar proyectos en las áreas más innovadoras de la investigación, contribuyendo a consolidar la agenda científica de CITMAga.

En este nuevo programa Post-doctoral de 2 años, CITMAga se compromete a contribuir al desarrollo científico de las próximas generaciones de investigadores postdoctorales para la **academia y la industria**. La creación del Programa implicará:

- Diseñar una **oferta formativa post doctoral alineada con la Agenda Científica**
- Facilitar la asistencia a **seminarios científicos internacionales** para que los investigadores postdoctorales puedan demostrar sus logros e iniciativas y ampliar su red de contactos.
- Fomentar la participación de los **investigadores Post-Docs** en la **impartición de la docencia**.
- **Formación específica a los investigadores posdoctorales** para que preparen **candidaturas a convocatorias competitivas** de recursos humanos que les permitan continuar su carrera científica con ciertas posibilidades de éxito.
- **Acciones de comunicación** del Programa Post-Doctoral CITMAga en web y canales internacionales recomendados como Euraxess o revistas de alto impacto.
- Para aumentar el número de candidatos y mejorar la internacionalización se prevé **mejorar la participación en el Programa MSCA: RISE** (Research & Innovation Staff Exchange), **COFUND (Post-Docs)** (Acción 17)

Responsable: Comisión Formación

Documento: Programa Post Doctoral

Acción 19 Diseñar e implantar un Programa de seminarios científicos internacionales y profesores visitantes.

Descripción:

Se plantea como buena práctica científica, para atraer talento, y reforzar las áreas de conocimiento core de CITMAga.

Medida 1 Establecer un **programa de seminarios presenciales y on line** con la participación de investigadores internacionales para fortalecer las nuevas líneas de investigación. Su diseño, como una nueva propuesta educativa destinada a mejorar la investigación en el ámbito de las matemáticas en España, abordará temas de máximo interés para CITMAga. Además, el contacto con los expertos nacionales e internacionales no se limitará sólo al seminario, ya que el programa también busca crear nuevas sinergias científicas; cada orador pasará todo el día en CITMAga donde podrá reunirse con equipos de investigación y plantear colaboraciones futuras.

Medida 2 Crear un programa estable de profesores visitantes: CITMAga apoyará un programa en el que profesorado de otras instituciones, nacionales o extranjeras, realice estancias en el Centro. Estas estancias tendrán diferente duración y facilitarán la interrelación con los miembros del centro.

Responsable: Dirección – Comité de investigación

Documento. Plan de seminarios

Acción 20 Diseñar e implantar un Programa de formación en habilidades transversales y competencias técnicas.

Descripción:

Además de ofrecer una atractiva oferta de formación investigadora, CITMAga cuidará el desarrollo de las competencias transversales de sus investigadores con el fin de mejorar las posibilidades de desarrollo profesional, movilidad y consolidación de carrera completar la propuesta de oferta formativa dirigida a todos los colectivos según resultados de la encuesta. Para este fin, y en coordinación con las tres universidades, se desarrollarán actividades como:

- Medida 1 Seminario de Iniciación a la Investigación:** continuará con la organización del Seminario de Iniciación a la Investigación, en la que son los propios investigadores en formación los que comparten sus investigaciones, así como con la edición de sus actas.
- Medida 2 Seminario de transferencia:** siguiendo la planificación de ITMATI, tanto seminarios, foros de interacción con la industria, y eventos internacionales (European Study Group with Industry) etc.
- Medida 3** Formación, información y recursos (sesiones, información, medios materiales y estudiantes under/pre-doc, etc.) sobre **Opciones de Carreras Científicas Alternativas** para el desarrollo de carrera profesional en el entorno científico académico y no académico.
- Medida 4 Seminarios de competencias transversales** CITMAga: diseñar un programa de seminarios on line y presencial para investigadores y personal de gestión en competencias transversales en temas como: 1) Divulgación de la ciencia, 2) Formación para supervisores (ej. Universidad Rovira i Virgili), 3) 4) Transferencia de Tecnología, 5) Gestión de personas, 6) Comunicación oral y escrita, 7) Negociación, 8) Emprendimiento, etc. que impulsen de manera decidida el desarrollo de nuevas habilidades y en consecuencia la movilidad de los investigadores, especialmente entre aquellos que se encuentran en etapas tempranas de sus carreras científicas.
- Medida 5** Seminarios y talleres para fomentar aquellas **competencias de negocio** que ayuden a nuestros investigadores a identificar y desarrollar aplicaciones de mercado implicándose, en la creación de nuevas empresas de base tecnológica o colaborando en el desarrollo de nuevos productos o servicios que la sociedad o el mercado requieran.
- Medida 6** Seminarios de **competencias de dirección de personas y liderazgo de equipos de investigación** de los investigadores que aspiran a desarrollar sus propios grupos de investigación. 1) **Talleres de liderazgo** orientados para investigadores posdoctorales que estén en disposición de liderar nuevas líneas de investigación o sus propios grupos de investigación. 2) **Talleres y actividades de soporte** para la preparación de propuestas de calidad a programas competitivos de recursos humanos que favorezcan la transición a una carrera investigadora independiente (Starting Grant ERC, Marie Curie, etc.)
- Medida 7** Actividades de formación y actualización para el personal técnico y de gestión que dan soporte a las actividades del CITMAga.

Responsable: Comisión Formación

Documento: Plan de Formación

INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA

Acción 21 Diseñar e implantar un Programa de Cooperación internacional.

Descripción:

Otro aspecto importante del impacto social del Centro es el que concierne a la ayuda al desarrollo. El Centro aspira a llevar a cabo programas de formación y colaboración ligados a la transferencia de conocimiento para la mejora de la calidad de vida en países en vías de desarrollo, centrándose en las Matemáticas necesarias para afrontar cuestiones medioambientales y sanitarias. El cambio climático, el "big data", las pandemias o la sostenibilidad estarán entre los principales temas de investigación y formación. En el año 2009, España se convirtió en miembro del CIMPA (Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées), un centro de categoría 2 de la UNESCO.

Medida 1 Desde el Centro pretendemos desarrollar junto con CIMPA programas similares a los del IHP (Institute Henri Poincaré, Paris, Francia) o el CRM (Centre de Recerca Matemàtica, Catalunya) para la organización de semestres temáticos. Además, se promoverá la participación de miembros del Centro en programas de cooperación como los cursos y escuelas CIMPA.

Responsable: Comisión Formación

Documento: Programa de Cooperación

Acción 22 Fortalecer las funciones de transferencia y de creación de empresas.

Descripción:

Líneas generales del programa de transferencia

La transferencia de conocimiento se refiere tanto a actividades comerciales como no comerciales, que incluyen colaboración en investigación, licencias, consultoría, movilidad de personal investigador y publicaciones. El Centro asumirá el compromiso de impulsar la transferencia de conocimiento con otras organizaciones de investigación y el sector industrial y promover la difusión de la ciencia en estos ámbitos. Se detallan algunas directrices para el diseño del programa de transferencia.

Medida 1 Transferencia de conocimiento a la industria. Teniendo en cuenta la experiencia de ITMATI, integrado como OTRI dentro de CITMAga, se fomentará la participación en proyectos conjuntos con empresas y el sector industrial, así como la participación en proyectos competitivos a nivel nacional e internacional con la implicación de empresas. La naturaleza específica del acuerdo de colaboración, así como sus condiciones específicas, dependerán de la figura jurídica del Centro. El Centro creará un **Programa de Transferencia** alineado con su Agenda Científica para promover la colaboración con otras áreas y centros de investigación, contribuyendo a la solución de los retos globales a través de los PIs de la Agenda M4.

Medida 2 Crear un catálogo de tecnologías después de una evaluación del porfolio de proyectos de transferencia de tecnología y definición de rutas de comercialización (Cartera Tecnológica). El objetivo es generar y gestionar un flujo de oportunidades de transferencia de tecnología (patentes y spin-offs) que maximice las posibilidades de éxito de las mismas, así como, poco a poco, consolidar la cultura de desarrollo de negocio / transferencia de tecnología en el marco del centro de investigación. Este catálogo se publicaría en la web.

Medida 3 Poner en valor la oferta formativa para la industria específica en matemáticas alineada con las actividades del cuerpo de técnicos del CITMAga como:

- Formación In Company
- Summer Schools profesionales
- Cursos prácticos que atraiga a profesionales y/o investigadores de otros centros.

Medida 4 Promover las oportunidades de **creación de empresas** de base tecnológica apoyados por la OTRI. Participar en programas de aceleración y prueba de concepto, como las convocatorias Caixaimpulse (Fundación La Caixa), EITs, FET Open Launchpad, (Horizon Europe), etc.

Responsable: OTRI

Documento: Programa e transferencia. Oferta tecnológica.

Acción 23 Potenciar las modalidades de investigación contratada.

Descripción:

CITMAga promoverá las oportunidades de colaboración con el tejido productivo a través de diversas modalidades de investigación contratada:

Medida 1 Promoción de Unidades mixtas con compañías con las que la relación existente o potencial tenga especial relevancia para el centro, lo que requerirá previamente revisar las alianzas actuales con la industria y reforzarla. Las Unidades mixtas representan fórmulas de colaboración que favorecen la definición y desarrollo de agendas de investigación compartidas entre los investigadores del CITMAga y el personal de las empresas colaboradoras (modelo ICIQ), al compartir espacios de laboratorio, las oportunidades de transferencia necesariamente aumentan.

Medida 2 Promoción de Cátedras institucionales: CITMAga propone promover la creación al menos una Cátedra con una empresa nacional o multinacional en áreas que fortalezcan la Agenda Científica para: a) Desarrollo de líneas de investigación de interés común, b) Consecución de proyectos de investigación en los ámbitos nacionales e internacionales, c) Asesoramiento en innovación y desarrollo, d) Elaboración de tesis doctorales y proyectos de fin de grado/ fin de master, e) Realización de prácticas de estudiantes, f) Fomento de la integración de profesores universitarios en el entorno de la empresa, g) Actividades de formación continua, h) Organización de seminarios, conferencias, jornadas y cursos, etc.

Medida 3 Programa de proyectos competitivos. Revisión regular de las líneas de financiación de la I+D+i empresarial de cara a la identificación de oportunidades de colaboración con las empresas, ya sea en proyectos individuales (Programa Retos y a través de consorcios de investigación (Programa CIEN).

Medida 4 Exploración a través de GAIN u otras estructuras (clústeres empresariales) de mecanismos que faciliten la articulación de las **colaboraciones con sectores productivos** específicos (Espacios sectoriales de innovación, Digital Innovation Hubs, etc.)

Medida 5 Promover y participación en talleres y actividades de difusión tecnológica que permitan una interacción regular entre los investigadores del centro y representantes del tejido empresarial y otros profesionales asociados a la transferencia de tecnología y la investigación colaborativa (capital riesgo, consultores, agencias de desarrollo autonómico) Explorar la posibilidad de participar en asociaciones empresariales.

En todos los casos promoverá dialogar en términos de aceptabilidad ética, sostenibilidad y conveniencia social de la investigación y la innovación; promoviendo una fluida interacción con el sector productivo, agentes sociales y de innovación.

Responsable: Comisión de Transferencia

Documento: Diseño Unidades Mixtas, Cátedras.

DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Acción 24 Diseñar e implantar un plan de divulgación y difusión de la ciencia.

Descripción:

Las actividades de divulgación promovidas por el Centro estarán destinadas a llegar a una gran audiencia de diferentes campos científicos, así como a la sociedad en general, proporcionando conocimiento, experiencia y difusión sobre los temas incluidos en nuestros Pls.

1. El Centro diseñará un Calendario de Divulgación y Difusión anual, que recogerá las diferentes actividades en las que los miembros participen o que organicen (posiblemente con la colaboración de socios). Este calendario será dinámico y se anunciarán las nuevas actividades en su debido momento. Las actividades de divulgación pueden clasificarse en dos grupos: un primer bloque de actividades se referirá a aquellas orientadas a difundir las Matemáticas desde una perspectiva amplia a un público no especializado, fomentando nuevas vocaciones para la Ciencia y la Tecnología, y específicamente para la investigación matemática. En este bloque, algunas actividades de divulgación que serán apoyadas y/o realizadas por el Centro son las siguientes:
 - Charlas públicas, impartidas por los miembros del Centro, en foros no especializados, medios de comunicación (por ejemplo, radio o televisión).
 - Participación de los miembros del Centro en presentaciones o eventos científicos escolares (en educación primaria o secundaria, bachillerato y formación profesional).
 - Participación de los miembros del Centro en programas de divulgación como "Nerd Nites", "Pint of Science" o "Naukas".
 - Participación de los miembros del Centro en actividades educativas en colaboración con centros educativos, museos, asociaciones educativas, fundaciones y otras entidades (Asociación Galega do Profesorado de Educación Matemáticas, AGAPEMA, Ensinantes de Ciencia en Galicia, ENCIGA y Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas, FESPM).
 - Realización de eventos científicos como ferias, concursos o premios.
2. **Coordinación con iniciativas en el contexto autonómico** y científico, como el programa ESTALMAT o el programa IMATXINA, que han sido promovidas por las universidades, facultades y otros Centros, o por grupos de investigadores en Matemáticas en conjunto con otros colaboradores, como SGAPEIO o AGAPEMA, y otras asociaciones pedagógicas o por científicos de otros campos. En estos casos, el Centro ofrecerá su apoyo institucional y alentará la participación de los miembros en:
 - **Programa Campus Científicos de Verano** de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
 - **Sociedade Galega para a Promoción da Estatística e Investigación Operativa** (SGAPEIO) y actividades del **Concurso Incubadora de Sondaxes e Experimentos**.
3. se organizarán **talleres conjuntos** con científicos, humanistas, personal investigador en Informática (M4 Sociedad Digital), Biología, Medicina y Ciencias Ambientales (M4 Vida y Sostenibilidad) para compartir conocimiento y promover la colaboración en nuevos desafíos. Con respecto al AIT M4 Competitividad Industrial, la asociación con ITMATI permitirá al Centro colaborar en actividades de divulgación con la industria, como los *European Study Groups in Industry* (ESGI) y las *Modelling Week*, así como en otras conferencias y talleres con una participación activa del sector industrial. Además, las actividades de comunicación

incluirán la participación de los miembros del Centro en los medios (escribiendo artículos para periódicos o participando en programas de televisión y de radio), puesto que el Centro pretende ser una referencia para los medios en lo que concierne a la investigación en Matemáticas.

4. Internamente, el Centro también promoverá un **boletín periódico**, informando sobre los principales avances logrados en la Agenda Científica y difundiendo noticias sobre temas emergentes, haciendo hincapié en aquellos que involucran colaboraciones interdisciplinares.

Responsable: Unidad de comunicación

Documento. Calendario de Divulgación y Difusión anual

9. GESTIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO

Cronograma

El planteamiento de la creación del centro se hace bajo el amparo de apoyo institucional y económico de la Xunta de Galicia mediante el programa de “Centros Singulares”. Se considera que las acciones relacionadas con la constitución del centro (elaboración de Estatutos, adscripción de investigadores, redacción del Reglamento de Régimen Interno, elección de una sede física, etc.) se puede avanzar antes de obtener reconocimiento de centro singular, previsiblemente en Q4 de 2021.

Para el despliegue del resto de acciones se propone concentrar en los siguientes 3 trimestres la elaboración de normativas y políticas para asegurar el buen funcionamiento del centro junto al despliegue de las actividades *core* como la actualización (si cabe) de la agenda científica, el plan de financiación competitiva de la I+D+i, la atracción de talento, etc.

Tabla 3 Cronograma de actividades

	2021		2022				2023			
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Acción 1 Crear una cultura de fortalecimiento institucional e implementar la dimensión europea en la gestión eficiente y responsable de la ciencia.										
Acción 2 Organizar reuniones periódicas para crear sinergias.										
Acción 3 Diseñar la política de comunicación interna y externa del centro.										
Acción 4 Nombrar miembros y desplegar la gobernanza.										
Acción 5 Elaborar el Reglamento de Régimen Interno del centro.										
Acción 6 Establecer una política de evaluación institucional.										
Acción 7 Establecer sede física y virtual y acceso a recursos.										
Acción 8 Implantar dinámicas para la gestión eficiente, soportado por un manual de procesos y procedimientos y sellos de calidad.										
Acción 9 Implantar el proceso de acogida para el personal que se incorpore al centro.										
Acción 10 Definir la Agenda Científica.										
Acción 11 Diseñar una convocatoria interna CITMAga de proyectos colaborativos.										
Acción 12 Establecer políticas de publicación, difusión y buenas prácticas en investigación.										
Acción 13 Definir la política de alianzas y de internacionalización.										
Acción 14 Elaborar un plan de financiación competitiva.										
Acción 15 Diseñar e implementar una estrategia de personal investigador y apoyar el desarrollo de la carrera profesional.										
Acción 16 Diseñar e implantar Convocatorias de atracción de talento.										
Acción 17 Diseñar e implantar un Programa de movilidad CITMAga.										
Acción 18 Diseñar e implantar un Programa post-doctoral.										
Acción 19 Diseñar e implantar un Programa de seminarios científicos internacionales y profesores visitantes.										
Acción 20 Diseñar e implantar un Programa de formación en habilidades transversales y competencias técnicas.										
Acción 21 Diseñar e implantar un Programa de Cooperación internacional.										
Acción 22 Fortalecer las funciones de transferencia y de creación de empresas.										
Acción 23 Potenciar las modalidades de investigación contratada.										
Acción 24 Diseñar e implantar un plan de divulgación y difusión de la ciencia.										

Pautas para el establecimiento de indicadores

Los indicadores de seguimiento del plan se definieron para asegurar el despliegue de las acciones y la consecución de los objetivos; para ello se proponen indicadores de actividad e indicadores de resultados. Como estos dependen de la adscripción de investigadores, se describen en el siguiente capítulo y se muestran en la Tabla 4 Evolución de indicadores.

10. PLAN DE VIABILIDAD

El Plan de Viabilidad de CITMAga se plantea desde algunas importantes consideraciones que condicionan y orientan su estimación y alcance:

- En primer lugar se trata de un Centro de titularidad universitaria que asume que su plantilla científica de partida está básicamente financiada en sus diferentes categorías. Su progreso y evolución se financiará sobre el crecimiento de la plantilla de las instituciones de origen y/o de la capacidad del centro para atraer y captar talento en convocatorias competitivas.
- Una parte muy significativa del Plan de Acción se asocia a proyectos y programas finalistas financiados en programas subvencionados que, atendiendo a que la actividad científica de los investigadores que se incorporen y el incremento de competitividad que debe aportar la colaboración en el marco de la Agenda, puede asumirse la capacidad de generación de recursos es mejorable.
- La naturaleza de la actividad científica del centro y la experiencia de trabajo que aporta la trayectoria del ITMATI y de otros programas en el ámbito de la formación especializada y redes científicas activas del SUG justifica el inicio de las operaciones del centro en modo "virtual", reforzando la organización con plataformas de trabajo on line y actividades colaborativas que se describen en el Plan de Acción. En esa línea los gastos estructurales del Centro se reducen descansando una parte significativa sobre las instituciones matrices que, a su vez, absorberán una parte proporcional de overheads. El Centro deberá asumir la financiación de parte de la estructura de gestión y transferencia, sin perder de vista que, como en los Centros Singulares ya activos, las instituciones aportarán dotaciones específicas de apoyo administrativo y gestión directa, así como los recursos económicos en forma de costes indirectos contribuirán parcialmente a sustentar económicamente el funcionamiento ordinario del centro.
- En relación con la gobernanza, las posiciones directivas las asumirán investigadores/as del cuerpo PDI, lo que requerirá la dispensa de un número de horas y por lo tanto afectará en una posible reducción del rendimiento académico de los/as profesores/as que ocupan cargos y responsabilidades académicas. Estas figuras deberán regularse en el convenio interuniversitario que ampara la creación del Centro y equiparase a otras figuras directivas en Institutos o Centros Singulares propios.

Con estas premisas, y teniendo en cuenta los indicadores de evolución que se presentan en la Tabla 1, se realiza una estimación del personal del centro y de la captación de recursos y producción científica asociada.

VIABILIDAD Y PLANIFICACIÓN ECONÓMICA

En esta sección se examina la situación inicial y las hipótesis de variación para los próximos cuatro años. Dado que el centro no está creado no se conoce con exactitud el número de adscritos, proyectos, etc. A partir de los datos de la Tabla 1, donde se recogen los indicadores más relevantes sobre la actividad científica y de transferencia de la comunidad matemática de Galicia, se han elaborado previsiones de indicadores en función de dos escenarios:

- **Escenario A:** se considera una adscripción del 40% del personal del apartado 1.1.1, que aglutinarían el 60% de la captación en proyectos y actividades de I+D y el 70% de las publicaciones.
- **Escenario B:** se considera una adscripción del 60% del personal del apartado 1.1.1, que aglutinarían el 80% de la captación en proyectos y actividades de I+D y el 90% de las publicaciones.

En algunos apartados se considera la misma evolución en ambos escenarios, por ejemplo, en lo que se refiere a la captación de alguna mención ERC o de proyectos europeos. En la tabla completa se incluye la previsión de evolución en ambos escenarios, para el período 2021-2024. En lo que sigue, se presentarán por separado cada uno de los epígrafes indicando la justificación de la previsión. Se toma como valor de referencia el promedio del período 2016-2019 para las tres universidades., de la Tabla 1 y se asumen crecimientos que se muestran en Tabla 4.

Tabla 4 Evolución de indicadores

Indicadores	2021		2022		2023		2024	
1. CAPACIDADES	2021		2022		2023		2024	
1.1 Personal investigador	156-186		169-199		173-203		174-204	
1.1.1 Docentes	75-105		76-106		77-107		78-108	
1.1.2 Postdoctorales	11		17		20		20	
1.1.3 Predoctorales	56		62		62		62	
1.1.4 Técnicos	14		14		14		14	
1.1.5 Mención ERC	0		1		1		1	
1.2 Gestores y personal de administración y servicios	2		2		2		2	
2 ACTIVIDAD INVESTIGADORA Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	2021		2022		2023		2024	
2.1 Proyectos	690.468,35 €	920.624,47 €	701.648,14 €	935.530,86 €	713.945,91 €	951.927,88 €	727.473,46 €	969.964,61 €
2.1.1 Horizonte Europa	225.182,05 €	300.242,73 €	236.361,84 €	315.149,11 €	248.659,60 €	331.546,14 €	262.187,15 €	349.582,87 €
2.1.2 Otros proyectos internacionales (participación)	3.537,37 €	4.716,50 €	3.537,37 €	4.716,50 €	3.537,37 €	4.716,50 €	3.537,37 €	4.716,50 €
2.1.3 Proyectos nacionales	461.748,94 €	615.665,25 €	461.748,94 €	615.665,25 €	461.748,94 €	615.665,25 €	461.748,94 €	615.665,25 €
2.2 Publicaciones								
2.2.1 Total publicaciones (WoS ou Scopus)	125-161		131-169		138-177		145-186	
2.2.2 Total revistas JCR	75-97		79-101		83-106		87-112	
2.2.3 Publicaciones en revistas Q1	56-68		59-71		62-74		65-78	
2.2.4 Publicaciones en revistas del primer decil	16-21		17-22		18-23		19-24	

Propuesta para la creación de un Centro de Investigación en Matemáticas en Galicia

3 VALORIZACIÓN Y TRANSFERENCIA	2021		2022		2023		2024	
3.1 Actividad (Nº)	21		17		17		23	
3.1.1 Contratos I+D	4		4		4		4	
3.1.2 Patentes y registros de software	2		2		2		2	
3.1.3 Contratos servicios	15		17		19		21	
3.2 Retornos económicos (€)	560.769,49 €	734.159,54 €	596.258,56 €	781.478,30 €	634.470,14 €	832.427,08 €	675.635,16 €	887.313,77 €
3.2.1 Contratos de I+D	189.528,87 €	252.705,16 €	208.481,76 €	277.975,68 €	229.329,94 €	305.773,25 €	252.262,93 €	336.350,57 €
3.2.2 Contratos servicios	330.558,91 €	440.745,21 €	347.086,85 €	462.782,47 €	364.441,20 €	485.921,60 €	382.663,26 €	510.217,68 €
3.2.3 Proyectos singulares	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €
3.2.4 Licencias patentes y registros de software	82,38 €	109,84 €	90,62 €	120,83 €	99,68 €	132,91 €	109,65 €	146,20 €
4 CARRERA CIENTÍFICA	2021		2022		2023		2024	
4.1 Actividad formativa	137		144		151		159	
4.1.1 Tesis dirigidas (nº)	122		128		134		141	
4.1.2 Tesis leídas (nº)	15		16		17		18	
4.2 Género								
4.2.1 Investigadoras en puestos de liderazgo científico (directoras de grupo, etc.) (% sobre total)	3,6%		4,3%		5,2%		6,2%	
4.2.2 Investigadoras (% sobre total en relación a las categorías 1.1.1 y 1.1.2 de "1.Capacidades")	41,5%		43,5%		45,7%		48,0%	
4.2.3 Investigadoras predoctorales (% sobre total 1.1.3 de "1.Capacidades")	69,3%		69,3%		69,3%		69,3%	

PERSONAL

Bajo ambos escenarios, la dedicación de estos investigadores al Centro será del 25% , de manera excepcional y solo se dará la circunstancia en el inicio de actividades del centro, en los casos de múltiple adscripción a centro singular y 100% de dedicación en investigación, asumiendo las responsabilidades docentes de su Departamento. En los siguientes años este número aumentará como consecuencia de la implementación exitosa de las acciones de atracción de talento.

Es importante señalar que este personal forma parte del capítulo I de la estructura de las tres universidades y, por lo tanto, no representa ningún coste adicional para el Centro ni afecta a la masa salarial de las universidades.

El personal de investigación estará compuesto por investigadores/as posdoctorales y predoctorales que trabajarán a tiempo completo en el Centro. Su salario se cubrirá con fondos de las convocatorias de recursos humanos para investigadores/as posdoctorales (Ramón y Cajal, Juan de la Cierva o Xunta de Galicia) o bien por fondos de proyectos de investigación. Como se muestra en la evolución de los indicadores (Tabla 5), se espera una evolución positiva en el número de investigadores/as pre y posdoctorales que se incorporen al Centro debido a la mayor dedicación de fondos obtenidos de proyectos competitivos, derivados de la mayor actividad investigadora.

También se aspira a que CITMAga sea centro singular y más tarde pueda acreditarse como Unidad María de Maeztu, ambas opciones, no están contempladas en el plan de viabilidad, por lo que de acceder a esta financiación (500.000€ anuales en cada caso) la sostenibilidad se vería más que cumplida y permitiría el crecimiento del centro.

En relación a la estructura de personal administrativo y de gestión, esta se organizará de acuerdo a los objetivos establecidos en el plan estratégico del centro, sustentando su funcionamiento en los recursos captados por el CITMAga a través de su actividad, no destinados directamente al desarrollo de la misma (costes indirectos), y en el apoyo de las universidades participantes.

Tabla 5 Evolución de indicadores de capacidades

1. CAPACIDADES	2021	2022	2023	2024
1.1 Personal investigador	156-186	169-199	173-203	174-204
1.1.1 Docentes	75-105	76-106	77-107	78-108
1.1.2 Postdoctorales	11	17	20	20
1.1.3 Predoctorales	56	62	62	62
1.1.4 Técnicos	14	14	14	14
1.1.5 Mención ERC	0	1	1	1
1.2 Gestores y personal de administración y servicios	2	2	2	2

La Tabla 5 muestra la evolución de los indicadores de capacidades. Partiendo del valor medio en el período 2016-2019, se consideran los dos escenarios de evolución (A y B) para el indicador 1.1.1 (personal docente). En relación al indicador 1.1.2 (personal investigador postdoctoral), se prevé

captación en los programas Marie Curie, Oportunius Junior y Ramón y Cajal, con una previsión de atracción de 3, 6 y 4 investigadores/as, respectivamente. En las restantes categorías Juan de la Cierva Formación e Incorporación (1 y 1), postdoctorales de la Xunta de Galicia (2) y postdoctorales contratados (3) se prevé mantener el nivel de captación y, con ello, mantener estable el número de investigadores/as en esas categorías. Además, se promoverá la consecución de alguna mención ERC. Con respecto al personal predoctoral, el nivel ya es significativo y se prevé mantener el mismo número de predoctorales de la Xunta de Galicia y contratados (17 y 10, respectivamente), además de incrementar en 3 los FPI y FPU y, especialmente, internacionalizar la captación atrayendo 6 predoctorales Marie Curie. Finalmente, en relación al personal técnico, se mantendrá el número actualmente activo en la comunidad y se incorporarán al menos 3 nuevos perfiles específicos de personal técnico de apoyo a la gestión (e.g. internacional, transferencia, promoción de I+D).

PROYECTOS

La Tabla 6 describe la previsión en la evolución de los indicadores de actividad investigadora y producción científica

Tabla 6 Evolución de los indicadores de actividad investigadora y producción científica

2 ACTIVIDAD INVESTIGADORA Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	2021		2022		2023		2024	
	2.1 Proyectos	690.468,35 €	920.624,47 €	701.648,14 €	935.530,86 €	713.945,91 €	951.927,88 €	727.473,46 €
2.1.1 Horizonte Europa	225.182,05 €	300.242,73 €	236.361,84 €	315.149,11 €	248.659,60 €	331.546,14 €	262.187,15 €	349.582,87 €
2.1.2 Otros proyectos internacionales (participación)	3.537,37 €	4.716,50 €	3.537,37 €	4.716,50 €	3.537,37 €	4.716,50 €	3.537,37 €	4.716,50 €
2.1.3 Proyectos nacionales	461.748,94 €	615.665,25 €	461.748,94 €	615.665,25 €	461.748,94 €	615.665,25 €	461.748,94 €	615.665,25 €
2.2 Publicaciones								
2.2.1 Total publicaciones (WoS/Scopus)	125-161		131-169		138-177		145-186	
2.2.2 Total revistas JCR	75-97		79-101		83-106		87-112	
2.2.3 Publicaciones en revistas Q1	56-68		59-71		62-74		65-78	
2.2.4 Publicaciones en revistas del primer decil	16-21		17-22		18-23		19-24	

En los indicadores correspondientes a los epígrafes 2.1 (proyectos) y 2.2 (publicaciones) se consideran las horquillas determinadas por los escenarios considerados. En relación a los proyectos, se plantea el objetivo de conseguir la coordinación de un proyecto europeo (programa marco

Horizonte Europa), con la previsión de que suponga un 20% del montante total de referencia (promedio de las anualidades 2016-2019 en los escenarios previstos). Igualmente, se fija el objetivo de incrementar un 10% anual los fondos obtenidos por participación en proyectos del programa marco, manteniendo la captación en otros proyectos internacionales y en las distintas convocatorias de proyectos competitivos del plan nacional.

VALORACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

En relación a la actividad de transferencia, se prevé el impulso de actividades colaborativas de mayor perfil y compromiso para aumentar las actividades de I+D frente a las de Servicios de I+D. En esa línea se estima de manera prudente un incremento anual del 10% en el número de contratos de I+D, además de en patentes y registros de software y contratos de servicios. En cuanto a los retornos económicos, teniendo en cuenta los escenarios simulados (a partir de los cuales se establecen las horquillas que figura en la tabla) se prevé: el incremento del valor medio de los contratos de I+D y la consecución de un proyecto singular, estimado en un 5% del valor de referencia. Con todo ello se estima un incremento de un 10% anual en la captación por contratos de I+D, de licencias y registros de software y el incremento de un 5% por contratos de servicios.

Tabla 7 Evolución de los indicadores de valorización y transferencia

3 VALORIZACIÓN Y TRANSFERENCIA	2021		2022		2023		2024	
3.1 Actividad (Nº)	21		17		17		23	
3.1.1 Contratos I+D	4		4		4		4	
3.1.2 Patentes y registros de software	2		2		2		2	
3.1.3 Contratos servicios	15		17		19		21	
3.2 Retornos económicos (€)	560.769,49 €	734.159,54 €	596.258,56 €	781.478,30 €	634.470,14 €	832.427,08 €	675.635,16 €	887.313,77 €
3.2.1 Contratos de I+D	189.528,87 €	252.705,16 €	208.481,76 €	277.975,68 €	229.329,94 €	305.773,25 €	252.262,93 €	336.350,57 €
3.2.2 Contratos servicios	330.558,91 €	440.745,21 €	347.086,85 €	462.782,47 €	364.441,20 €	485.921,60 €	382.663,26 €	510.217,68 €
3.2.3 Proyectos singulares	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €	40.599,32 €
3.2.4 Licencias patentes y registros de software	82,38 €	109,84 €	90,62 €	120,83 €	99,68 €	132,91 €	109,65 €	146,20 €

CARRERA CIENTÍFICA

En relación a la actividad formativa, según la Tabla 8 se prevé un incremento del 5% anual, a partir del valor promedio de referencia, tanto en el número de tesis dirigidas como en el número de tesis defendidas bajo dirección o codirección del personal del centro. En cuanto a las políticas de género, se fija el objetivo de incrementar en un 20% anual (sobre el porcentaje de partida) el número de investigadoras en puestos de liderazgo científica; incrementar un 5% anual el número de investigadoras en las categorías de profesorado y postdoctorales y se prevé mantener el número de investigadoras predoctorales.

Tabla 8 Evolución de los indicadores de carrera científica

4 CARRERA CIENTÍFICA	2021	2022	2023	2024
4.1 Actividad formativa	137	144	151	159
4.1.1 Tesis dirigidas (nº)	122	128	134	141
4.1.2 Tesis leídas (nº)	15	16	17	18
4.2 Género				
4.2.1 Investigadoras en puestos de liderado científico (directoras de grupo, etc.) (% sobre total)	3,6%	4,3%	5,2%	6,2%
4.2.2 Investigadoras (% sobre total en relación a las categorías 1.1.1 y 1.1.2 de "1.Capacidades")	41,5%	43,5%	45,7%	48,0%
4.2.3 Investigadoras predoctorales (% sobre total 1.1.3 de "1.Capacidades")	69,3%	69,3%	69,3%	69,3%

