INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES – ITBA

ESCUELA DE POSTGRADO

PROYECTO

COMERCIALIZACIÓN DEL SISTEMA DIONISIO

CÓDIGO QUE PREDICE EL COMPORTAMIENTO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR BAJO IRRADIACIÓN

AUTOR: Mg. Rubinstein Borruel, Elena Virginia
DIRECTOR: Mg. Cal, Mariana

TESIS PRESENTADA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN DIRECCION ESTRATEGICA Y TECNOLOGICA (ARGENTINA) Y MASTER EXECUTIVE EN DIRECCION ESTRATEGICA Y TECNOLOGICA (ESPAÑA)

BUENOS AIRES
SEGUNDO CUATRIMESTRE, 2018

Miembros del Jurado:

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Comisión Nacional de Energía Atómica, en particular a la Gerencia de Ciclo de Combustible Nuclear, a cargo del Lic. Daniel Marchi, por permitir y apoyar este trabajo.
A todo el equipo de la Sección Códigos y Modelos, Dra. Alicia Denis, Dr. Alejandro Soba, Mgs. Martín Lemes Lapasta y Emilio M. González por proporcionarme acceso a todos los datos relativos al Código DIONISIO y enseñarme el modo en que dicha Sección funciona.
Al Ing. Ezequiel Goldberg, por proporcionarme los resultados gráficos del código.

También agradezco al Banco Galicia por el soporte y ayuda brindada para la realización de esta Maestría.

INDICE DE CAPÍTULOS

RESUMEN EJECUTIVO **7**
CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN - CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL **10**
CAPÍTULO 2 – FUNCIONAMIENTO DE DIONISIO **19**
CAPÍTULO 3 – MERCADO, DEMANDA Y OFERTA **29**
CAPÍTULO 4 – ESTRATEGIA **39**
CAPÍTULO 5 – ESTRUCTURA Y CAPACIDADES **55**
CAPÍTULO 6 – PLAN OPERATIVO **61**
CAPÍTULO 7 – ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO **69**
CAPÍTULO 8 – CONCLUSIONES **83**
BIBLIOGRAFÍA **84**
GLOSARIO **92**
ANEXOS **93**

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1: Ejemplo de entrada principal de DIONISIO 2.0 22
Cuadro 3.1: Relación entre los competidores y DIONISIO 38
Cuadro 4.1: Canvas del proyecto de comercialización del código DIONISIO 39
Cuadro 4.2. Fortalezas y debilidades 44
Cuadro 4.3. Stakeholders 45
Cuadro 4.4. Probabilidad, impacto y prioridad de los riesgos 51
Cuadro 4.5. Registro de los riesgos principales identificados y evaluados 51
Cuadro 6.1: Supuestos del proyecto 61
Cuadro 6.2: Parámetros generales del modelo financiero 62
Cuadro 7.1: Ingresos y Costos por ventas 2019 – 2023 73
Cuadro 7.2: Detalle de los gastos 2019 – 2023 76
Cuadro 7.3: Resultado 2019 - 2023 77
Cuadro 7.4: Presupuesto económico proyectado 2019 – 2023 79
Cuadro 7.5: Presupuesto financiero proyectado 2019 - 2023 80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Centrales y repositorios de energía nuclear del mundo 11

Figura 1.2: Centrales y repositorios de energía nuclear en Argentina. 13

Figura 2.1: modo de discretización del dominio y división por sectores de la barra en DIONISIO 2D 23

Figura 2.2: Distribución de tensiones para un dominio tridimensional en un dado instante de potencia lineal en DIONISIO 3D. Vision sistema completo. 23

Figura 2.3: Distribución de tensiones para un dominio tridimensional en un dado instante de potencia lineal en DIONISIO 3D. Visión medio dominio 24

Figura 2.4: Distribución de temperaturas para un dominio tridimensional en un dado instante de potencia lineal en DIONISIO 3D. Vista axial y dominio dividido. 24

Figura 2.5: a) Modo de discretización del dominio de la PLACA combustible para DIONISIO 3D/PLACA. b) y c) Distribución de temperatura sobre dominio completo 25

Figura 2.6: Ciclo de Combustible Nuclear 28

Figura 4.1: Diagrama influencia / importancia 49

Figura 4.2: Mapa de calor de los riesgos identificados 52

Figura 5.1: Organigrama de CNEA 55

Figura 5.2: Organigrama de la Gerencia de Ciclo de Combustible Nuclear de CNEA a nivel de Sección 56

Figura 5.3: Organigrama de la Sección Códigos y Modelos 57

Figura 6.1: Distribución del personal y costos asociados 66

Figura 7.1: Costo de ventas directo 69

Figura 7.2: Detalle de los ingresos 2019 - 2023 71

Figura 7.3: Unidades vendidas totales y Licencias 2019 - 2023 72

Figura 7.4: Ingresos y Costos por ventas 2019 - 2023 73

Figura 7.5: Gastos totales 2019 - 2023 75

Figura 7.6: Detalle de los gastos 2019 - 2023 75

Figura 7.7: Resultado 2019 - 2023 77

Figura 7.8: Cobertura de Gastos 2019 - 2023 78

Figura 7.9: Presupuesto financiero, Ingresos y Gastos proyectados 2019 - 2023 81

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto que se presenta en este documento propone la comercialización del código DIONISIO, el cual está dedicado a simular el comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación dentro de un reactor que opera en condiciones normales y/o de accidente. DIONISIO fue desarrollado por la Sección Códigos y Modelos de la Gerencia Ciclo de Combustible Nuclear (GCCN) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Dicha sección sigue actualmente a cargo del desarrollo de nuevos modelos así como de las actualizaciones y adaptaciones. A través de la comercialización de DIONISIO es esperable obtener los fondos necesarios para cubrir total o parcialmente los costos directos de la Sección. En este sentido, es importante resaltar que actualmente la CNEA invierte en el código y es utilizado en su ámbito para satisfacer necesidades internas, de manera que la totalidad de los gastos vinculados a DIONISIO son parte de los costos hundidos. Con este proyecto de comercialización se busca lograr ingresos adicionales que permitirán cubrir no solo las erogaciones propias de la comercialización, sino además parte de los gastos que actualmente cubre la CNEA como los vinculados a remuneración de los investigadores, así como asistencia a congresos, capacitaciones y adquisición de equipos.

DIONISIO es considerado un producto innovador en el área nuclear, ya que permite analizar el rendimiento y la seguridad de los combustibles que alimentan distintos reactores, sean de los llamados de investigación o los destinados a producir energía. Analiza las principales situaciones termohidráulicas, termomecánicas y termoquímicas a las que el combustible nuclear se ve sometido durante su permanencia dentro del reactor en operación. Para ello posee más de 60 modelos uni, bi y tridimensionales, interconectados y acoplados entre sí, destinados a la simulación de los complejos fenómenos involucrados en la vida de un combustible nuclear.

El desarrollo de DIONISIO comenzó aproximadamente en el año 2001 y actualmente el código forma parte de los planes estratégicos de la GCCN, siendo el único en Argentina con las capacidades mencionadas. Actualmente es utilizado no solo para predecir el rendimiento de combustibles nucleares, sino también para el diseño de nuevos combustibles y mejoras de servicio de los mismos.

El código se empleó para simular una extensa serie de experimentos y participó también en diversos proyectos internacionales patrocinados por la IAEA (*Internacional Atomic Energy Agency*). Su desarrollo dio lugar hasta el momento a 12 publicaciones en revistas de primer nivel internacional, más de 10 congresos internacionales y más de 50 presentaciones en congresos y reuniones de carácter nacional. Ha generado también una patente y su desarrollo ha dado lugar hasta el momento a 9 trabajos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

En esta propuesta se evalúa la venta de licencia, servicios y capacitaciones a clientes internos de CNEA y a grupos externos nacionales e internacionales, incluyendo las Empresas e Instituciones que adquieren reactores nucleares construidos en Argentina, que son el principal segmento al cual se quiere alcanzar. Para ello se espera vender licencias con y sin soporte y asistencia, instalaciones de módulos especializados, *upgrades* de la licencia y de cada módulo adicional, y las capacitaciones y formación necesarias para la utilización por parte de los clientes del código para su completo aprovechamiento.

La proyección de venta entre 2019 y 2023 es de 6 (seis) licencias y adicionalmente el soporte y asistencia, 6 (seis) módulos especiales, 21 (veintiún) servicios de capacitación que incluyen la utilización de las licencias base y de los módulos específicos, y las renovaciones y mejoras de las licencias correspondientes a cada cliente.

Con estas ventas se estima cubrir alrededor del 80% de los gastos directos en promedio durante el período analizado. Es importante decir que actualmente el código se comparte solo en el ámbito de la CNEA y en contraprestación se reciben equipos computacionales o bienes muebles, en función del proyecto en el que se esté participando, que son utilizadas dentro de la Sección Códigos y Modelos.

A partir de este Proyecto se encuentra abierta una negociación para la venta de licencias, módulos y capacitaciones de DIONISIO a un país que en su momento fue comprador de un reactor nuclear (la información de detalle es confidencial) y actualmente negocia nuevos servicios con la empresa INVAP.

Respecto de los riesgos, no se observa ninguno que tenga un impacto determinante en el proyecto de comercialización del código, ya que se trata de un desarrollo interno de la CNEA que se encuentra estabilizado y es conocido académicamente a nivel internacional, siendo el mismo considerado de alta calidad y resultados. El equipo de profesionales

involucrado en su desarrollo está compuesto por varios integrantes que garantiza que el conocimiento se encuentre distribuido y de este modo los riesgos de desactualización y/o falta de investigadores para brindar soporte a los clientes y prospectos es muy bajo, por lo que los mismos no se considerarán en el análisis. Se observa un potencial riesgo por la falta de experiencia del equipo en las funciones de comercialización, por lo que se proponen planes para su mitigación; lo mismo con los posibles riesgos técnicos que pudieran existir en el desarrollo de entregas a medida de los clientes.

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN - CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

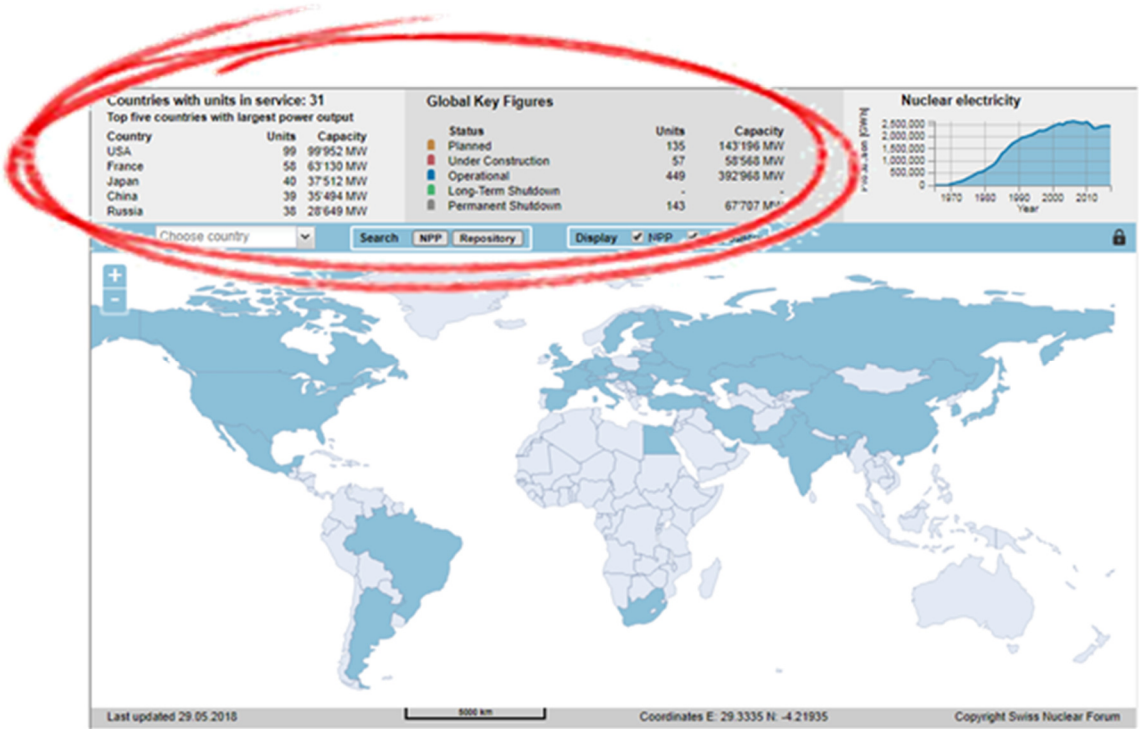
Existe un fuerte consenso a nivel internacional en cuanto a los beneficios que provee la energía nuclear. Diferentes gobiernos de distintas ideologías apuestan por el mantenimiento de centrales nucleares y por la construcción de nuevas plantas, a partir de la toma de conciencia de los problemas energéticos, medioambientales y económicos. La energía nuclear es una fuente esencial para el presente y el futuro global, ya que garantiza el abastecimiento eléctrico, frena las emisiones contaminantes y produce electricidad de forma constante con precios estables y predecibles (http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl), (https://www.foronuclear.org/es), (https://elpais.com/internacional).

Como puede observarse en la Figura 1.1. los países más importantes del mundo poseen numerosos reactores nucleares, los principales se encuentran en Estados Unidos (99), Francia (58), Japón (40), China (39) y Rusia (38), mientras que Argentina posee 3 reactores operativos (http://www.nuklearforum.ch/de). En el caso de Francia, país partidario de esta fuente de energía, el 72% de su electricidad es de origen nuclear. Otros países que cuentan también con energía nuclear son Finlandia con 4 reactores nucleares operativos que proveen el 34% de la electricidad; el Reino Unido con 15 reactores que brindan el 20% de la electricidad, y está planeando la construcción de otras 13 centrales. En el caso de Suecia, el 40% de su electricidad es de origen nuclear, posee 8 centrales y acordó eliminar la prohibición de construir nuevos reactores nucleares (limitación originada a partir de un referéndum en 1980).

En Europa existe una fuerte dependencia energética por lo que se observa la necesidad de diversificar las fuentes de abastecimiento, diversos factores como los altos precios de la electricidad, la dependencia del carbón o del gas de algunos países, así como el calentamiento global y el cambio climático, motivan a los dirigentes políticos a considerar la energía nuclear como una alternativa a esta problemática, parte de la solución es el aumento de la potencia de las centrales existentes e incluso la construcción de nuevas plantas. Los programas nucleares de los diferentes países, así como todas las instalaciones nucleares, se encuentran bajo la supervisión y control del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA) con sede en Viena, Austria, del cual la Argentina es miembro desde el 29 de Julio de 1957 cuando entró en vigor su Estatuto (https://www.iaea.org).

Figura 1.1: Centrales y repositorios de energía nuclear del mundo

(Incluye la capacidad de la planta y el número de unidades planificadas, en construcción, en operación o fuera de servicio).



Fuente: http://www.nuklearforum.ch/de/en/nuclearplanet

En América Latina los países con plantas nucleares son: Argentina con 3 plantas y 2 planificadas, Brasil con 2 plantas y 1 en construcción, y México con 2 plantas.

Como se observa en la Figura 1.2, en Argentina en particular, la energía generada mediante fisión nuclear en territorio nacional es alrededor de 6% del total de suministro eléctrico (llegando en algún período al 8%), existiendo un alto potencial de alcanzar un mayor porcentaje debido a la alta profesionalización del sector, como se verá más adelante.

En el país la investigación en tecnología nuclear se inició en 1948 durante el primer gobierno de Juan D. Perón. En 1950 se crea la Comisión Nacional de Energía Atómica con uno de sus centros principales situado en Bariloche (Centro Atómico Bariloche, CAB), lugar en donde en 1955 se crea el Instituto Balseiro, centro de formación profesional (ver el apartado siguiente de este Capítulo "1.1 La Comisión Nacional de Energía Atómica").

En 1974 comienza a operar la central nuclear Atucha I, primera instalación de energía nuclear de Argentina y de América Latina destinada a la producción de energía eléctrica.

Diez años después, en 1984, se inaugura la segunda central nuclear en Embalse, Córdoba. En 1994 se construyó una planta de agua pesada en Arroyito (Neuquén) lo que permitió que nuestro país produjera agua pesada para sus centrales y exportase los excedentes, siendo actualmente uno de los 10 países del mundo que pueden hacerlo. En el año 1978 comenzó la construcción de la Planta de Pilcaniyeu del Limay para enriquecimiento de uranio (https://www.casarosada.gob.ar/informacion/archivo).

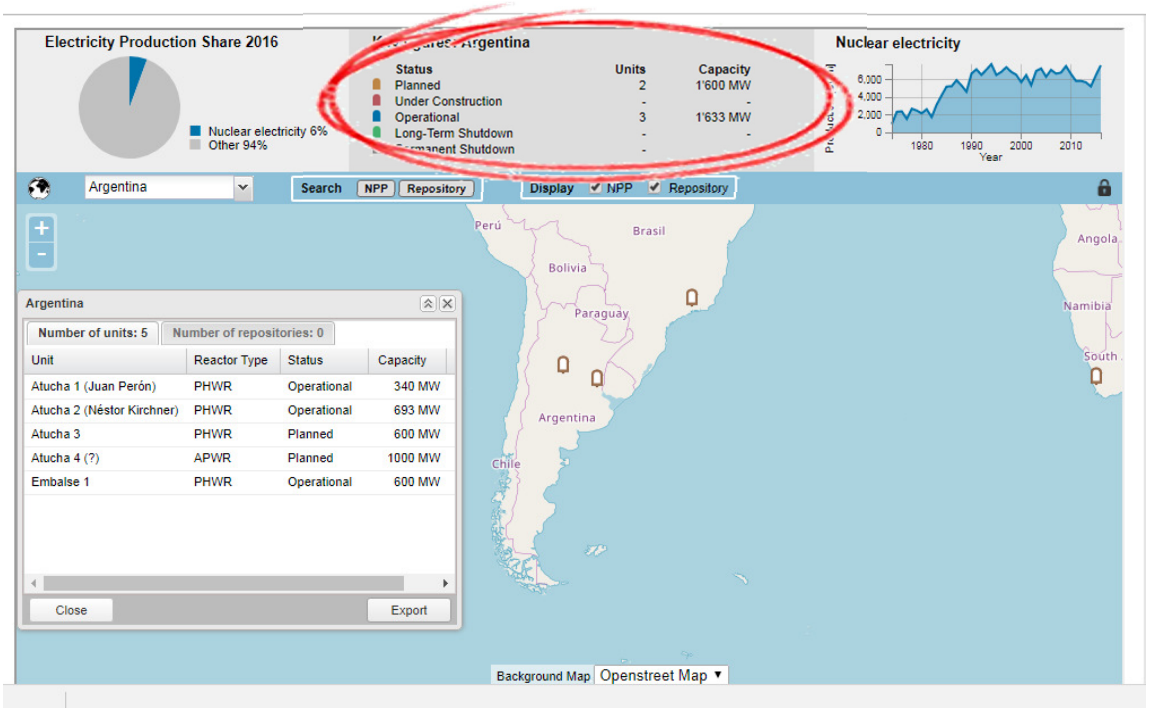
A partir del gobierno del presidente Raúl R. Alfonsín la energía nuclear dejó de ser considerada estratégica. La Secretaría de Energía consideró que las reservas de gas natural halladas en el territorio (principalmente en Loma de La Lata, Neuquén), podrían reemplazarla, por lo que se detuvo la construcción de Atucha II.

No le fue mejor al país a partir del gobierno de Carlos S. Menem, cuando se intentó vender todo el paquete nuclear junto con la central de bombeo de Río Grande (Córdoba), y con las centrales hidroeléctricas binacionales, pero la operación finalmente no tuvo lugar, por lo que las dos centrales nucleares operativas permanecieron en poder del Estado.

Después de la gran crisis del país a principios del siglo XXI, con el arribo al poder del presidente Néstor C. Kirchner, el desarrollo nuclear pasó a ser relevante nuevamente. Gracias a dicho empuje se finalizó la tercera central nuclear Atucha II en el año 2014 y con un esfuerzo importante se lograron recuperar los equipos técnicos especializados que se habían perdido en el país debido a la masiva emigración de los especialistas (https://www.laizquierdadiario.com).

A finales de la presidencia de Cristina E. Fernández se contrató la construcción de una nueva central nuclear (Atucha III) con financiación de capitales chinos y tecnología similar a la Central Embalse. El diseño, construcción y puesta en marcha de una cuarta central nuclear es para el país un objetivo estratégico, tal como lo establece la Ley 26.566 sancionada en 2009, por la cual el Congreso de la Nación Argentina la declaró de “interés nacional” (http://infoleg.gov.ar/infolegInternet/). Sin embargo en 2018 se dio por terminado el proyecto y se cancelaron los contratos que proyectaban la construcción de una quinta y sexta centrales (Atucha IV y Atucha V), (Krakowiak, 2018).

Figura 1.2: Centrales y repositorios de energía nuclear en Argentina.
(Incluye la capacidad de la planta y el número de unidades planificadas, en construcción, en operación o fuera de servicio).



Fuente: http://www.nuklearforum.ch/de/en/nuclearplanet

1.1 La Comisión Nacional de Energía Atómica

1.1.1 Creación y objetivos

La CNEA es una entidad autárquica creada el 31 de mayo de 1950 mediante el Decreto N° 10.936 del Poder Ejecutivo Nacional durante el Gobierno de Juan D. Perón, con el objetivo de estudiar y desarrollar aplicaciones vinculadas con la utilización pacífica de la energía nuclear. Las actividades de la CNEA se desarrollan dentro de un marco legal definido por el Decreto-ley n.° 22.498/56, ratificado por la Ley n.° 14.467, y la Ley Nacional de la Actividad Nuclear, promulgada en abril de 1997, con su Decreto Reglamentario n.° 1.390/98. Esta legislación la dota de plena capacidad para actuar pública y privadamente en los órdenes científico, técnico, industrial, comercial, administrativo y financiero.

Depende del Ministerio de Energía y Minería de la Nación[1], cuyas competencias, obligaciones y facultades están establecidas en la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.084) y la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018). Además, la CNEA implementa, en representación del Estado Nacional, la aplicación de la Convención (internacional) Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión de los Combustibles Gastados y la Seguridad en la Gestión de los Residuos Radiactivos, refrendada por Ley N° 25.279 promulgada en julio del año 2000.

Desde sus comienzos la CNEA puso énfasis en la formación profesional en las ciencias y tecnologías asociadas, la creación de laboratorios y en todas las actividades relacionadas con la radioquímica, la metalurgia nuclear y la minería del uranio. En este sentido, la CNEA propulsó la construcción y operación de reactores de investigación y sus combustibles, la producción de radioisótopos, siendo Argentina líder en la región, y el empleo de las radiaciones ionizantes para diagnóstico y tratamiento médico; además la CNEA produce molibdeno-99 y exporta radioisótopos, como el iodo-131 y el cobalto 60, necesarios para el tratamiento de ciertos tipos de cáncer.

Las funciones de la CNEA son las de:

a. Asesorar al Estado Nacional en materia de política nuclear.

b. Desarrollar actividades científicas, tecnológicas e industriales dirigidas hacia las aplicaciones pacíficas de las propiedades nucleares que resulten en bienes de interés socio-económico.

c. Realizar desarrollos tecnológicos innovadores en el área nuclear y eventualmente contribuir con esos desarrollos en el área no nuclear.

d. Incrementar las capacidades y asegurar la operación eficiente de sus reactores de investigación y producción.

e. Proveer de insumos nucleares al mercado nacional.

f. Contribuir a mejorar la calidad de vida de la sociedad argentina, a preservar la salud de la población y a asegurar la calidad del medio ambiente.

[1] El 5 de septiembre de 2018, el presidente Mauricio Macri degradó el Ministerio de Energía de la Nación al rango de Secretaría dentro del Ministerio de Hacienda, a partir del Decreto 801/18 que modifica la Ley de Ministerios 22.520/92, texto ordenado por decreto 438/92.

g. Mantener el nivel de seguridad, disponibilidad y confiabilidad en el desempeño de sus instalaciones nucleares.

h. Gestionar los combustibles gastados y los residuos radiactivos generados por la actividad nuclear en el ámbito nacional.

i. Preservar los conocimientos adquiridos en el área nuclear.

j. Formar recursos humanos de alta especialización en disciplinas de interés para la actividad nuclear.

En el marco del Plan Estratégico de la CNEA, se encararon actividades y se obtuvieron logros institucionales significativos en los campos de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la producción, en un entorno dinámico en función del nivel de logro de los objetivos y de las variantes de los contextos político, económico-financiero y tecnológico.

Dentro de la CNEA existen 21 (veintiuna) Gerencias, siendo una de ellas la Gerencia Ciclo de Combustibles Nucleares (GCCN) cuya misión es

> Estudiar, planificar y ejecutar las actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico, diseño, operación de instalaciones, prestación de servicios y participación en proyectos relacionadas con combustibles y materiales nucleares, y asesorar a la presidencia de CNEA, (Comisión Nacional de Energía Atómica, 2016, *p.* 22).

Esta es la Gerencia donde se desarrolló el código DIONISIO que simula el comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación.

Los objetivos estratégicos institucionales de la GCCN son (Memoria y Balance 2016, 2017, *p.* 6):

1. Fortalecer e intensificar la capacidad de investigación y desarrollo en el campo de los elementos combustibles para futuras centrales nucleares de potencia y futuros reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

2. Ser el soporte tecnológico y de ingeniería para la fabricación de elementos combustibles de reactores nucleares.

3. Garantizar el suministro al país, y eventual exportación, de elementos combustibles para los reactores experimentales y de blancos de irradiación para la producción de radioisótopos.

Mientras que los objetivos estratégicos de la GCCN (Memoria y Balance 2016, 2017, *p.* 22):

1. Mantener y acrecentar la autonomía tecnológica para el desarrollo, el diseño, la ingeniería y la fabricación de los elementos combustibles para las centrales nucleares argentinas, actuales y futuras.

2. Mantener y acrecentar la autonomía tecnológica para el desarrollo, el diseño, la ingeniería y fabricación de los elementos combustibles y blancos de irradiación para los reactores experimentales y de producción de radioisótopos, actuales y futuros.

3. Consolidar el dominio de la tecnología de reprocesamiento de elementos combustibles irradiados.

De acuerdo a la Memoria y Balance de la Comisión Nacional de Energía Atómica, los principales Proyectos de Combustibles Nucleares están asociados a los objetivos estratégicos mencionados, entre ellos se puede nombrar el desarrollo del proyecto de una Planta Industrial para Elementos Combustibles de Reactores de Investigación, el desarrollo de combustibles para reactores de agua presurizada tipo PWR *(pressurised water reactors*)[2]. Están en marcha además como grandes proyectos nucleares la Central Nuclear Argentina CAREM-25 que tiene por objeto la construcción y puesta en marcha de un prototipo de la Central Argentina de Elementos Modulares de baja potencia (25 MW), diseñado íntegramente en el país, que brinda la posibilidad de atender necesidades locales de pequeñas poblaciones alejadas de los grandes centros urbanos o polos fabriles con altos consumos de energía. Respecto de los Reactores de Investigación, sirven para la producción de radioisótopos que luego son utilizados en medicina, agro e industria, pero además se realizan distintos tipos de ensayos. En la actualidad la CNEA gestiona los reactores de investigación y producción de radioisótopos RA-0, RA-1, RA-3, RA-4, RA-6, RA-8, RA-10 (en construcción), este último (Reactor Nuclear Argentino Experimental Multipropósito RA-10) tiene la finalidad de incrementar la producción de radioisótopos para asegurar el abastecimiento a nivel nacional y contribuir a las necesidades futuras de la región y potencialmente al mercado mundial.

[2] Para una definición de 'PWR' ver Glosario.

La CNEA tiene también entre sus principales objetivos la Investigación y Desarrollo, con el fin de fortalecer las ciencias básicas y aplicadas que contribuyan a los desafíos del sector nuclear, de manera de consolidar a CNEA como centro de referencia nacional e internacional en investigación básica, aplicada y tecnología del área nuclear. Con estas capacidades es posible la transferencia al sector privado de los conocimientos y desarrollos generados en CNEA como consecuencia de los proyectos nucleares. Se busca también fortalecer las relaciones tanto nacionales como a nivel internacional, para lograr establecer asociaciones estratégicas robusteciendo la posición de Argentina como referente en los usos pacíficos de la energía nuclear.

Otro eje fundamental es el desarrollo de las personas, sus conocimientos y su formación académica, lo que permite a la Comisión efectuar una gestión estratégica de los recursos humanos de un modo planificado para asegurar el desarrollo, la preservación y la transferencia de conocimientos y experiencias, contribuyendo a la sostenibilidad de la actividad nuclear. El modo de lograrlo es afianzando las actividades de educación y capacitación de los centros de formación de CNEA, lo que además permite retener el capital humano calificado (Memoria y Balance 2016, 2017, *p.* 6).

1.1.2 Infraestructura y Formación Profesional

La infraestructura de CNEA da soporte a los objetivos estratégicos planteados. Este Organismo cuenta con una Sede Central, tres Centros Atómicos -Bariloche, Constituyentes y Ezeiza-, el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu y el Complejo Minero Fabril San Rafael. Dispone, además, de cuatro Delegaciones Regionales: Centro, Cuyo, Noroeste y Patagonia.

Su Sede Central está situada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, es sede de la Presidencia de la CNEA, y el Centro Administrativo de la Institución.

A través de acuerdos con diferentes universidades argentinas, se crearon tres institutos de nivel universitario localizados en los centros atómicos de CNEA. El Instituto Balseiro, ubicado en el Centro Atómico Bariloche, fue inaugurado en 1955 y depende de la Universidad Nacional de Cuyo. En esta sede se desarrollan los programas de Doctorados y las Licenciaturas en Física e Ingeniería Nuclear.

En el Centro Atómico Constituyentes se encuentra el Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sábato, fue creado en 1993 junto a la Universidad Nacional de San Martín, allí se dictan las

carreras relacionadas con las Ciencias en los Materiales tanto de grado como de Posgrado (Maestrías).

Por último, el Instituto de Tecnología Dr. Dan Beninson que está ubicado en el Centro Atómico Ezeiza, también está vinculado con la Universidad Nacional de San Martín, inicia sus actividades en 2006 siendo el más reciente, aquí se dictan las Maestrías en Reactores Nucleares y Radioquímica e Ingeniería nuclear con aplicaciones industriales.

La CNEA también capacita en medicina nuclear a partir de cursos y residencias de Física Médica en la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), en colaboración con el Instituto Balseiro, la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear (FCDN) y los servicios de medicina nuclear de centros hospitalarios públicos que cuentan con el apoyo de CNEA y la colaboración del Instituto de Tecnología Dr. Dan Beninson.

1.1.3 Empresas y Organismos

LA CNEA también fomentó el crecimiento de empresas e instituciones que conforman el sector nuclear. Se puede mencionar entre ellas a:

a. Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR): fabricante de elementos combustibles para reactores de potencia experimentales;

b. Fábrica de Aleaciones Espaciales S.A. (FAE): fabricante de tubos y semiterminados de zircaloy;

c. INVAP: diseñadora y constructora de reactores e instalaciones nucleares;

d. Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S.E. (ENSI): productora de agua pesada;

e. DIOXITEK: productora de dióxino de uranio y fabricante de fuentes de irradiación para uso médico e industrial;

f. Polo Tecnológico Constituyentes S.A. (PTC): prestadora de servicios tecnológicos;

g. Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN): se centra en la aplicación de técnicas nucleares para diagnóstico y terapia;

h. Fundación Centro Diagnóstico Nuclear (FCDN): dedicada al radiodiagnóstico;

i. Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS): se encarga de la investigación y el desarrollo de energías en general y también del desarrollo sustentable;

CAPÍTULO 2 – FUNCIONAMIENTO DE DIONISIO

2.1 DIONISIO - Código que predice el comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación

DIONISIO es un código de simulación que resuelve el comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación. Para el caso de un combustible de potencia, el código tiene en cuenta la interacción termo-mecánica y, bajo estas condiciones de contacto, se ha desarrollado un módulo que permite considerar la presencia y evolución de una fisura. En lo que respecta a combustibles para reactores de investigación, el código resuelve un dominio tridimensional (Soba, A., Denis, A., Lemes, M., González, M. E., 2014, *Vol.* 53-54), (Soba, A., Lemes, M., González, M. E, Denis, A., Romero, L., 2014).

En línea con los objetivos de la CNEA y desarrollando actividades científicas dirigidas hacia las aplicaciones pacíficas de las propiedades nucleares, este desarrollo innovador en el área nuclear puede contribuir e incrementar las capacidades y asegurar la operación eficiente de los reactores de investigación y producción, tanto a nivel nacional como internacional (Comisión Nacional de Energía Atómica, 2016).

En este sentido, DIONISIO ha participado en diversos proyectos internacionales de inter-comparación de códigos para reactores de potencia, con muy buenos resultados. Ha sido validado contra más de 70 experimentos completos obtenidos de la base de datos de la IAEA y fuentes similares, incluyendo datos de las centrales argentinas.

La versión para combustibles de investigación fue contrastada con experimentos controlados publicados en diferentes ámbitos obteniéndose una muy buena concordancia con los datos medidos.

En la Argentina existe un código de similar funcionamiento denominado BACO, escrito en los años ’70 y, si bien hay equipos que trabajan con él, no tuvo actualizaciones desde entonces. No solo está desactualizado en cuanto a modelos sino también en cuanto a herramientas de software, lo que implica un cambio estructural para incluir cualquier mejora. Por estos motivos su relevancia dentro de la CNEA y el ámbito internacional es limitada ya que no incluye en su diseño, por ejemplo, códigos de accidente o modelos de alto quemado, lo que lo deja afuera del mercado. Además todos los modelos del BACO son

unidimensionales, mientras que DIONISIO suma dos y hasta tres dimensiones (Soba, Denis, Lemes, González, 2014, *Vol.* 53-54), (Soba y Denis, 2015, *pp.* 213-221).

El desafío de DIONISIO es posicionarse como un código de referencia, no solo localmente sino a nivel internacional, las múltiples colaboraciones de Argentina con países como Rusia y China ubican a DIONISIO en una posición estratégica y con un alto potencial.

Es así que después de numerosas y exitosas pruebas en cuanto a la confiabilidad de esta aplicación, existe una oportunidad de ubicar al código en una esfera de comercialización y de referencia en países no solo productores de energía, sino también que poseen reactores de investigación.

2.1.1 Objetivos y Misión del Proyecto de comercialización del código DIONISIO

Argentina es, a través de la CNEA y de las empresas del área, un país productor y generador de tecnología nuclear y, al igual que otros países de similares aspiraciones, necesita contar con herramientas modernas de simulación numérica de desarrollo propio, además de los paquetes adquiridos en el extranjero.

DIONISIO se presenta como una alternativa sólida destinada a proveer soluciones en el área de la simulación del combustible nuclear tanto a grupos dedicados al diseño, como la experimentación o la predicción del comportamiento bajo irradiación.

Actualmente, el grupo Códigos se encuentra trabajando en perfeccionar los modelos incluidos en el código, ampliar sus capacidades de predicción, además de incluir modelos de accidente del tipo de pérdida de refrigerante (LOCA, *Loss of coolan accident*)[3] en reactores de potencia así como en modelos destinados a describir el comportamiento de combustibles de cuarta generación, los que serán oportunamente incluidos en la versión de producción del programa.

Por tal motivo, se observa una oportunidad en la comercialización de este código, tanto a nivel nacional como, y sobre todo, internacional. Así mismo, la baja cantidad de códigos accesibles a diferentes mercados potenciales, intensifica las capacidades de DIONISIO y aumenta su competitividad en el mercado.

[3] Para una definición de 'LOCA' ver Glosario.

Es así que el objetivo primario de nuestro proyecto es el de fomentar la investigación con la potencialidad de obtener "rentabilidad", además de facilitar el desarrollo y la investigación a partir de la reducción de costos asociados por la utilización del código DIONISIO.

2.2 Descripción general del Código y métodos utilizados

Como se ha mencionado, el código funciona para casos de combustible de potencia y combustibles para reactores de investigación. Para el caso de un combustible de potencia, el código resuelve una barra completa mediante la división de la misma en sectores en la dirección axial, cada uno de ellos sometido a las condiciones locales de potencia lineal, temperatura del refrigerante y flujo neutrónico. En cada sector se selecciona un dominio representativo bi o tridimensional, que corresponde a la pastilla, el *gap* y la vaina, sobre el que se determinan la distribución de temperatura; la tensión-deformación elastoplástica de cada material debida a la dilatación térmica, el *swelling* (en la pastilla), el *creep* y el crecimiento por irradiación (en la vaina); la liberación de gases de fisión y el porcentaje del mismo presente en el volumen libre de la barra. La interacción termo-mecánica entre la pastilla y la vaina es analizada con especial detalle y, dado que bajo estas condiciones de contacto las exigencias sobre la vaina pueden llegar a ser extremas, llegando aún a la rotura, se ha desarrollado un módulo que permite considerar la presencia y evolución de una fisura. En lo que respecta a combustibles para reactores de investigación, el código resuelve un dominio tridimensional para diversos tipos de placas constituidas por el material físil (que puede ser monolítico o disperso) y la vaina que puede ser de aluminio o zircaloy.

2.2.1 Modos de uso del código. Versatilidad e instalaciones

DIONISIO se distribuye a través de un sistema de control de versiones *(SVN, Subversion open source)* que además de contener el código permite llevar un registro de versiones del mismo. El código se distribuye en dos versiones: Windows, que utiliza el compilador Intel FORTRAN para Visual Studio (Microsoft, 2010) y una versión bajo sistema operativo UNIX.

DIONISIO posee una serie de archivos de entrada en formato texto que deben estar incluidos en una carpeta input. El archivo principal DIONISIO.inp posee la descripción del

tipo de problema a resolver, el nombre de los archivos que el código llama durante esa ejecución así como información relativa al modo de paralelización y formato de salida gráfica. En la tabla del Cuadro 2.1 se presenta un ejemplo de este archivo principal. Los datos suministrados por el usuario están resaltados mientras que las palabras de uso obligatorio se resaltan en azul.

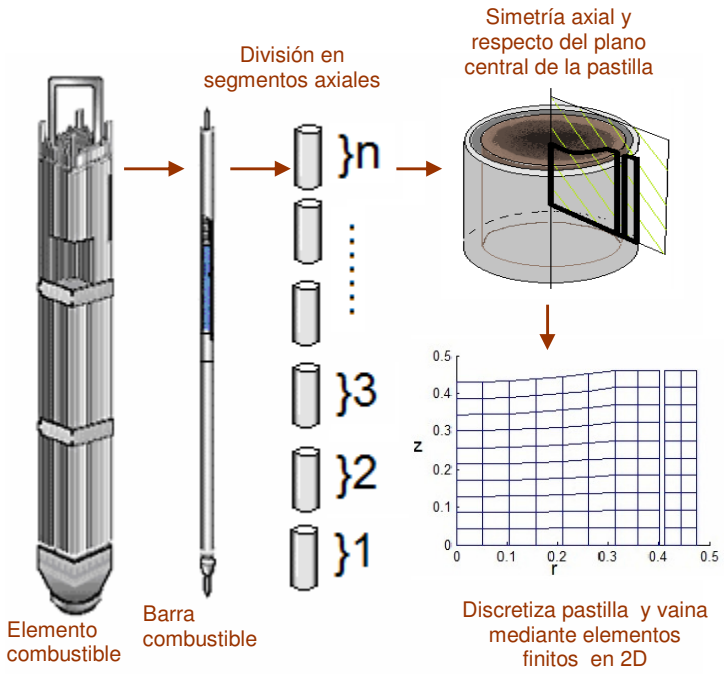
Cuadro 2.1: Ejemplo de entrada principal de DIONISIO 2.0

```
#Initial file for DIONISIO 2.0
DIO_DATA
NAME:          TEST                  # Un nombre para el caso
CASE:          RUN                   # tipo de ejecución  AHP/MESH/POWER/RUN
RUN_TYPE:      NO_restart            # si hay restarting o no
GEOMETRY:      CILINDRICA            # placa o cilíndrica
DIMENSION:     2                     # una, dos o tres dimensiones
SECTORES:      1                     # número de sectores a calcular
DATA_FILE:     cilindro.dio          # archivo con los datos particulares del
problema
HYSTORY_FILE:  HistotestHB.dio       # archivo con la Historia de potencia
FLUX_FILE:     fluxtest.dio          # archivo con la Historia de flujo rápido
ELEMENT_TYPE:  PWR                   # PWR, PHW, BWR, CAR, PLA, PLG
PARALLEL:      default               # tipo de paralelización
POSTPROCESO:   Paraview              # tipo de post proceso
END_DIO_DATA
```

Fuente: Alejandro Soba, Alicia Denis, Martín Lemes, Martín Emilio González, *Modelado del comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación mediante DIONISIO 2.0,. Revista de la CNEA*, Vol. 53-54, 2014.

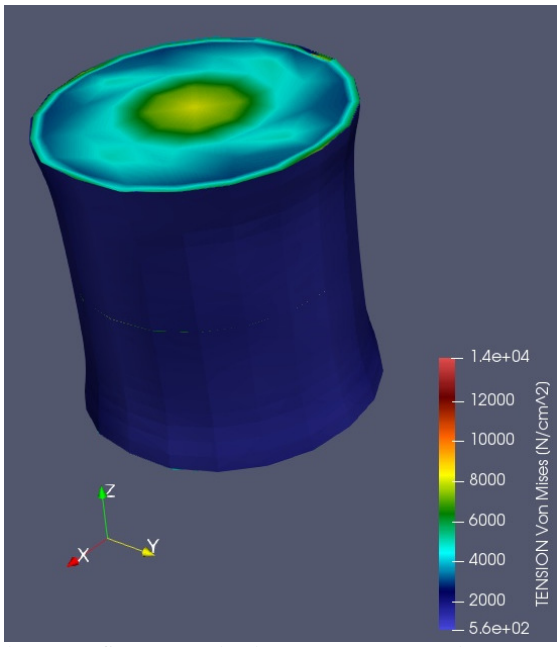
DIONISIO permite direccionar sus salidas para utilizar el programa PARAVIEW, un paquete dedicado a la visualización de sistemas de información científica. Las figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 presentan algunas de las posibilidades gráficas relacionadas a distintas ejecuciones de la versión tridimensional del código.

Figura 2.1: Modo de discretización del dominio y división por sectores de la barra en DIONISIO 2D



Fuente: Alejandro Soba, Alicia Denis, Martín Lemes, Martín Emilio González, *Modelado del comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación mediante DIONISIO 2.0,. Revista de la CNEA*, Vol. 53-54, 2014.

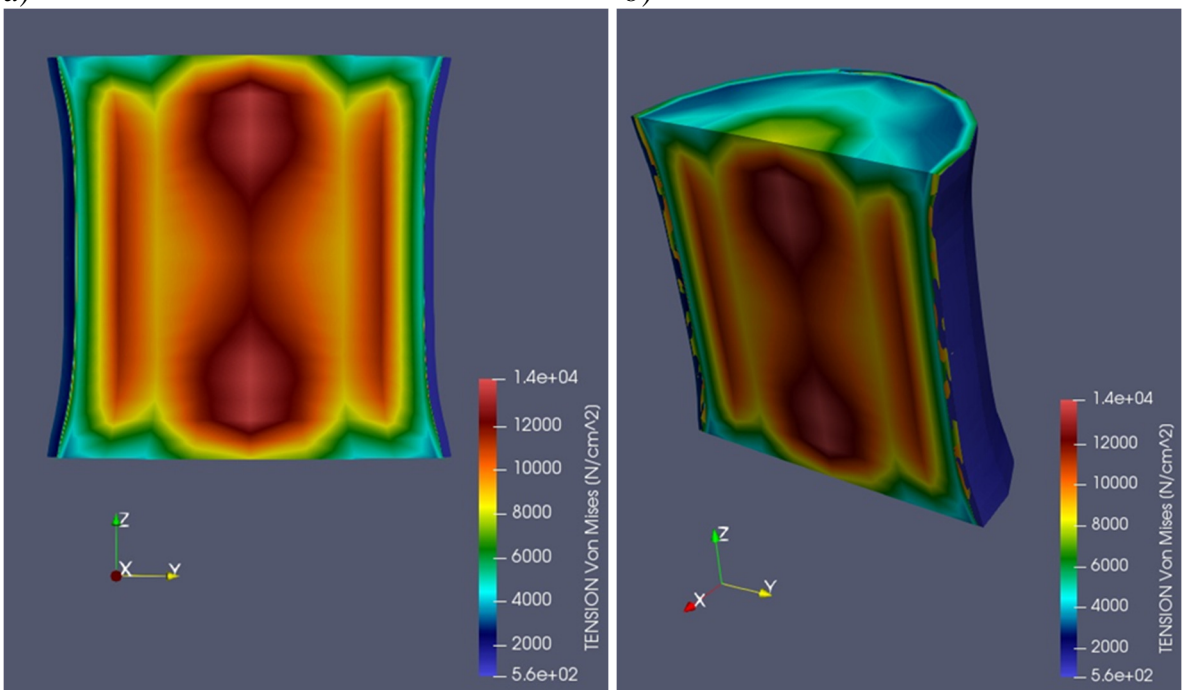
Figura 2.2: Distribución de tensiones para un dominio tridimensional en un dado instante de potencia lineal en DIONISIO 3D. Visión sistema completo



Fuente: Gráfico diseñado específicamente desde DIONISIO para la presentación en este proyecto.

Figura 2.3: Distribución de tensiones para un dominio tridimensional en un dado instante de potencia lineal en DIONISIO 3D. Visión medio dominio

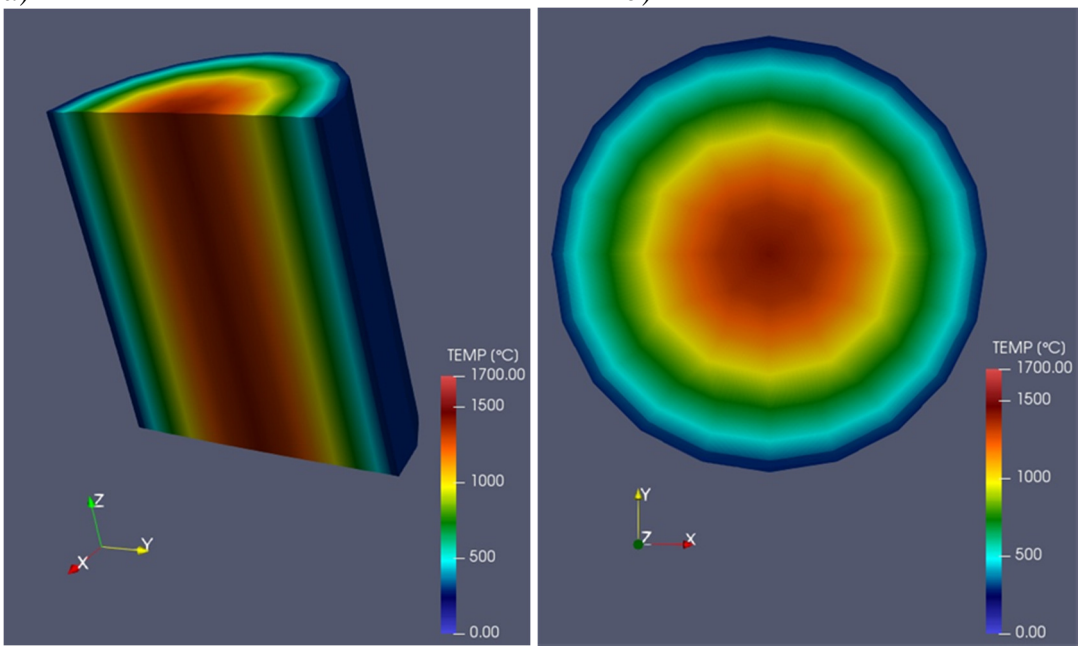
a) *b)*



Fuente: Gráfico diseñado específicamente desde DIONISIO para la presentación en este proyecto.

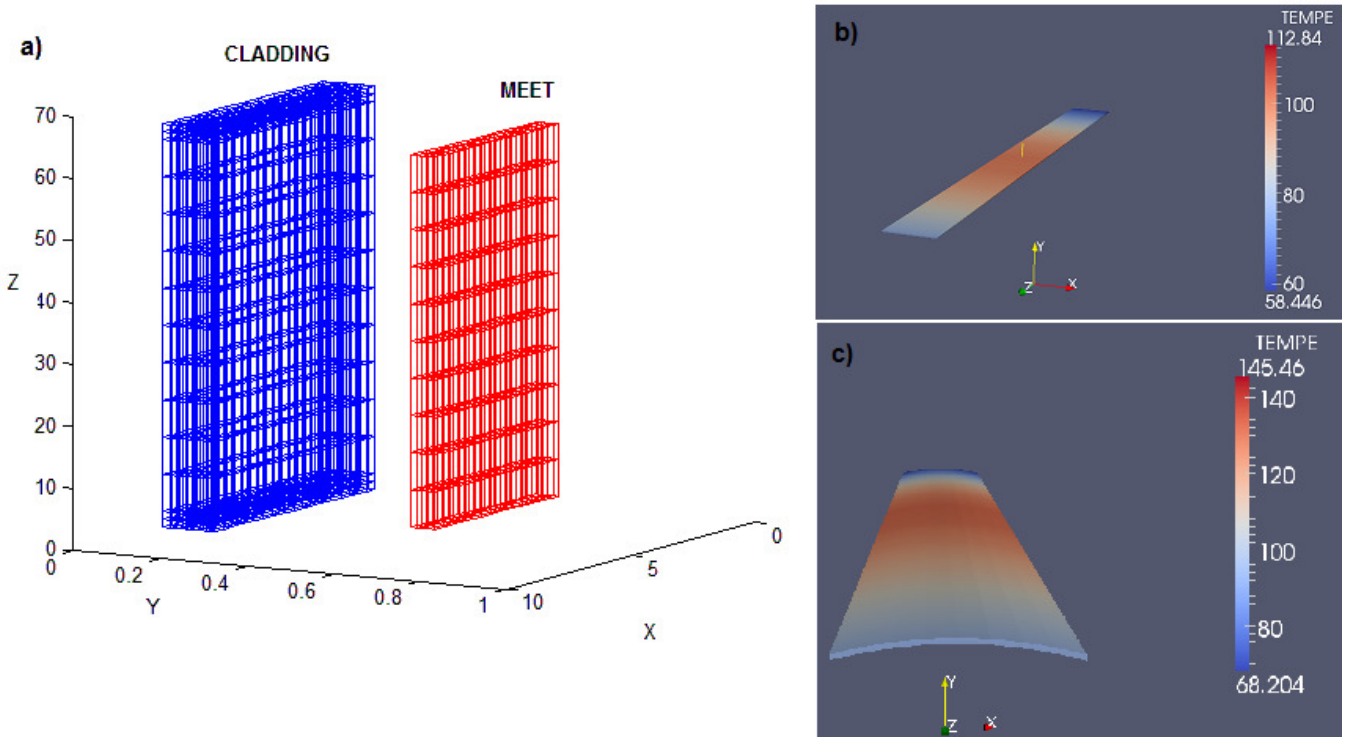
Figura 2.4: Distribución de temperaturas para un dominio tridimensional en un dado instante de potencia lineal en DIONISIO 3D. Vista axial y dominio dividido

a) *b)*



Fuente: Gráfico diseñado específicamente desde DIONISIO para la presentación en este proyecto.

Figura 2.5: a) Modo de discretización del dominio de la PLACA combustible para DIONISIO 3D/PLACA. b) y c) Distribución de temperatura sobre dominio completo



Fuente: Alejandro Soba, Alicia Denis, Martín Lemes, Martín Emilio González, *Modelado del comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación mediante DIONISIO 2.0,. Revista de la CNEA*, Vol. 53-54, 2014.

2.2.2 *Tests* internacionales en los que participó DIONISIO

El código se empleó para simular una extensa serie de experimentos, en particular las irradiaciones de combustibles de óxidos mixtos (MOX, *mixed oxide*)[4]. fabricados por Argentina en 1986 (Marino, Pérez, Adelfang, 1996, *p.* 229), los de la serie *FU(el) M(odelling) at EX(tended) Burnup* (FUMEX) I y II que contienen casos de reactores de agua liviana presurizada (LWR, *light water reactor*)[5] así como de reactores de agua pesada presurizada (PHWR)[6] (IAEA, 1998). Participó en un experimento ciego organizado por la IAEA (Sah, Viswanathan, Viswanadham, Unnikrishnan, Rath, 2008, *p.* 383) a partir de

[4] Para una definición de 'MOX' ver Glosario.
[5] Para una definición de 'LWR' ver Glosario.
[6] Para una definición de 'PHWR' ver Glosario.

datos obtenidos sobre reactores PHWR y durante el trienio 2008-2011 DIONISIO fue seleccionado por la IAEA como el código para representar a la Argentina en el experimento internacional FUMEX III, destinado a la comparación de los resultados de distintos códigos de simulación frente a una serie de experimentos proporcionados por la propia entidad organizadora (IAEA, 2013). Esta edición del experimento, la tercera, poseía el objetivo primordial de analizar el rango de predictibilidad de los modelos dedicados a analizar quemado extendido, incluidos en los diferentes códigos del proyecto. Como resultado de esta participación DIONISIO desarrolló una batería de modelos que permiten extender el rango de sus simulaciones hasta el denominado Alto quemado.

Durante el trienio 2015-2017 participa del proyecto patrocinado por la IAEA FUMAC *(Fuel Modelling in Accident Conditions) con el objetivo de incluir* modelos de condiciones de accidente. Durante 2015 y 2016 participó en el proyecto internacional de modelo de referencia OECD *(The Organisation for Economic Co-operation and Development)* de la NEA *(Nuclear Energy Agency)* sobre el modelo de interacción mecánica revestido de pellets con códigos de rendimiento de combustible, organizado en Lucca, Italia.

2.3 Alineación del Proyecto con los objetivos estratégicos de CNEA

Es evidente la alineación del proyecto DIONISIO con la planificación estratégica de la CNEA, con sus objetivos estratégicos institucionales y con los grandes proyectos nucleares, además contribuye, junto con el resto de los proyectos existentes en la GCCN, en el desarrollo de combustibles para reactores de potencia y reactores de investigación, así como en el estudio de combustibles gastados y recuperación de materiales nucleares.

Además del objetivo principal del Proyecto de Comercialización del código DIONISIO, gran parte de los objetivos planteados para la CNEA están en línea con el desarrollo de dicha herramienta y es por ello que el Proyecto contribuye a su cumplimiento en cuanto representa una actividad científica, tecnológica y que colabora con el desarrollo de la industria dirigida hacia las aplicaciones pacíficas de las propiedades nucleares que resulten en bienes de interés socio-económico.

En este sentido, DIONISIO es en sí mismo un desarrollo tecnológico innovador en el área nuclear, por otro lado ayuda al incremento de las capacidades y, como eje principal, asegura una operación eficiente de los reactores de investigación y producción. A

continuación se menciona la colaboración de DIONISIO con grandes proyectos nucleares nacionales y de competencia internacional:

Elementos combustibles:

a. Realización de cálculos suplementarios al Informe Técnico IN-CN2002-01/15 Rev. 0, "Análisis de los elementos combustibles del reactor RA-10 mediante el código DIONISIO"; contribución al análisis del comportamiento de las placas combustibles para dicho reactor durante la etapa de ingeniería de detalle del proyecto.

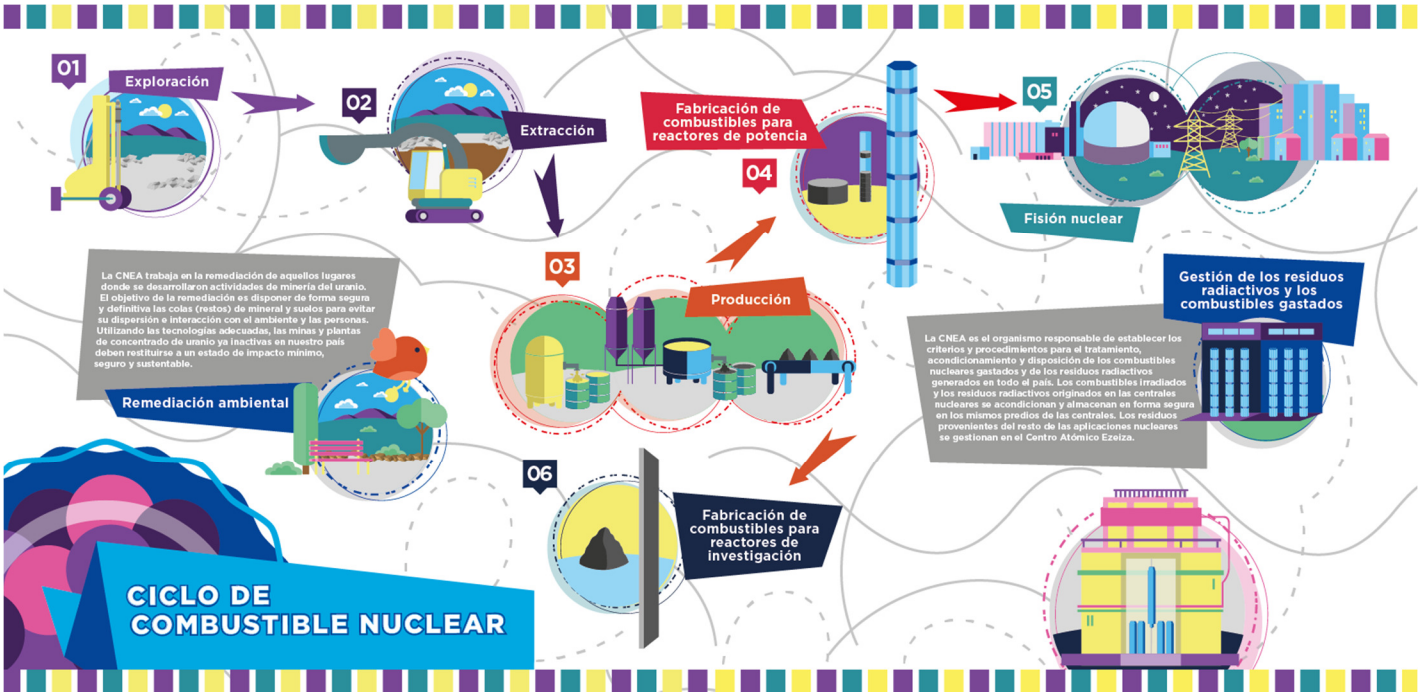
b. Realización de cálculos predictivos de comportamiento del combustible del reactor RA-10 en diferentes condiciones de operación mediante el código DIONISIO.

Desarrollo de combustibles para reactores de potencia:

c. Primeras contribuciones al "Coordinated Research Programme on Fuel Modelling in Accident Conditions (FUMAC)" del OIEA empleando el código DIONISIO, el cual fuera seleccionado por dicho organismo para representar a la Argentina. El programa tiene por finalidad la intercomparación de códigos de simulación de comportamiento de combustibles en condiciones de accidente.

En la figura 3.4 se muestra el ciclo de combustible nuclear en cuyas etapas 4, 5 y 6 participa DIONISIO a través de la simulación del comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación, anticipándose a los resultados que se percibirán una vez puesto en marcha el reactor:

Figura 2.6: Ciclo de Combustible Nuclear



Fuente: https://www.cnea.gob.ar

CAPÍTULO 3 – MERCADO, DEMANDA Y OFERTA

3.1 Potenciales Clientes y Competencia

En este capítulo se realiza un análisis detallado tanto de los potenciales clientes como de los competidores existentes en el mercado actual teniendo en cuenta los contextos nacional e internacional.

Respecto de los clientes, en su mayoría son Organismos y Empresas locales o extranjeras vinculadas con la investigación y el desarrollo (I+D) de tecnología nuclear, que tienen la necesidad de contar con un código de las características de DIONISIO principalmente para el avance de investigaciones en torno al desarrollo del combustible y seguridad del reactor, tanto en el ámbito de la fisión nuclear dedicada a la producción energética, como en reactores de investigación, tratándose en este caso de un mercado más acotado.

Desde el punto de vista de los competidores, se busca la comparación con otros códigos similares a través de un análisis de las ventajas competitivas existentes y de las desventajas identificadas.

3.1.1 ¿Quiénes podrían demandar DIONISIO?

Quienes requieran contar con códigos de simulación numérica que posean la capacidad de predecir el comportamiento del combustible nuclear. Esto involucra a organismos y empresas nacionales e internacionales vinculadas con la investigación y el desarrollo de la energía nuclear para su uso pacífico en reactores de investigación, para la generación específica de la energía nuclear a través de reactores de producción, así como para los grupos de diseño de combustibles y, en menor medida, grupos de diseño de reactores nucleares o algunos de sus componentes.

3.1.2 Potenciales Clientes

Se detectó como potenciales clientes a diferentes Organismos e Instituciones las cuales se detallan a continuación y se identifican con el objetivo que persiguen:

Grupos internos de la CNEA:

a. Grupos de diseño y Grupos de seguridad: a estos equipos de trabajo se les provee el código de manera gratuita para los trabajos habituales de investigación; en el caso de tratarse de un proyecto que recibe fondos de otro Organismo o Institución, se incorporan tarifas diferenciales por el uso de DIONISIO.

b. Proyectos del tipo RA-10 y CAREM 25, son potenciales clientes para el uso del código, si bien están bajo el ámbito de INVAP se manejan como proyectos independientes con recursos asignados específicamente.

Grupos externos nacionales:

a. Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR): fabricante de elementos combustibles para reactores de potencia y experimentales.

b. DIOXITEK: productora de dióxino de uranio y fabricante de fuentes de irradiación para uso médico e industrial.

c. Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA): generadora de energía eléctrica, operadora de las centrales nucleares argentinas y encargada de la gestión de algunos de los proyectos nucleares del país.

d. INVAP: dedicada al diseño y construcción de sistemas tecnológicos complejos, este organismo provee de servicios a terceros de diseño, seguridad y generación de energía.

Grupos internacionales:

a. Empresas públicas y/o privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear:
    - IBERDROLA: Empresa prestadora de servicios con fuentes energéticas limpias.
    - ENUSA: Dedicada al negocio de energía nuclear a través del aprovisionamiento de uranio, diseño e ingeniería.
    - FRAMATOME: Diseñador y proveedor de sistemas de suministro de vapor nuclear y equipos, servicios y combustibles nucleares para altos niveles de seguridad y rendimiento.

b. Empresas y/u organismos estatales de gestión de reactores nucleares y residuos:
    - ENRESA: Empresa pública que da solución a la gestión de los residuos radiactivos.

c. Empresas y/o instituciones que adquirieron y/o se muestran interesados en adquirir un reactor nuclear construido en Argentina:
    - Reactor nuclear de investigación NUR, Argelia
    - Reactor de Potencia RP-0, Perú
    - Reactor de Potencia térmica RP-10, Perú

- Reactor de Investigación OPAL, Lucas Heights, Australia
- Planta de producción de radioisótopos RP, India
- Reactor nuclear de investigación y producción de radioisótopos para usos medicinales PALLAS, Holanda
- Reactor ETRR-2, Egipto

d. Organismos y empresas vinculados al desarrollo, diseño y construcción de elementos combustibles:
   - ENUSA
   - FRAMATOME

Estas empresas también pueden acceder a otros códigos similares a DIONISIO, los cuales se detallan a continuación, teniendo en cuenta las características de cada uno, así como los precios y formas de pago.

Fuera de los mencionados, existen también otros códigos desarrollados en el pasado, que debido a un dominio de trabajo de baja dimensionalidad (1D vs. 2D/3D), menor capacidad de descripción de la geometría, códigos antiguos no actualizados en su *core*, menor performance, interface poco atractiva para el usuario, falta de posibilidad de paralelizar[7] el código (funcionamiento en multiprocesos) y menos posibilidad de '*customización'*, no son considerados en este análisis de posicionamiento en el mercado.

3.2 Oferta: Posicionamiento en el mercado y Competidores

3.2.1 Principales Competidores

Existen varias Instituciones que desarrollan sus propios códigos de combustible, o incluso los desarrollan para uso bajo licencia restringida no comercial, con solicitud específica, sin embargo son muy pocas las que los comercializan. Los principales códigos son:

3.2.2 Códigos no comercializados

ALCYONE

Es un código de rendimiento de combustible multidimensional (1D, 2D o 3D) dedicado a reactores de agua a presión. Fue desarrollado en Francia conjuntamente por CEA (*Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives*), EDF (*Electricité de*

[7] Para una definición de 'paralelización' ver Glosario.

France) y AREVA (Conglomerado multinacional francés líder en energía nuclear, actualmente cambió su denominación a ORANO).

Simula las evoluciones de los pellets de combustible y del revestimiento durante la radiación base, las rampas de potencia y las situaciones accidentales. Se utilizan modelos químicos y físicos sofisticados. El comportamiento térmico y mecánico se resuelve con el método de elemento finito.

La aplicación ALCYONE, está diseñada para modelar el comportamiento de los reactores de agua presurizada (*PWR*) en operación normal e incidental. En Cadarache,[8] la plataforma de simulación del comportamiento del combustible nuclear PLEIADES, reúne los códigos de rendimiento de todos los sectores de reactores, en particular dos códigos principales: ALCYONE y GERMINAL para reactores de investigación. Alberga todos los modelos físicos, así como todas las bases de datos del CEA y sus socios (Thomas, 2006).

Es utilizada por los socios industriales AREVA y EDF.

3.2.3 Código de uso bajo requerimiento especifico (sin tarifas asociadas)

FEMAXI

El código FEMAXI (*Finite Element Method AXIsymmetric*) es un código de análisis de combustible para reactores de agua ligera (tipo LWR), con el objetivo de analizar el comportamiento del combustible tanto en condiciones normales como en condiciones transitorias anticipadas. Se basa en el método numérico de elementos finitos[9] y es un código bidimensional, con simetría axisimetrica.

Modulariza[10] las subrutinas y funciones. Es una herramienta analítica versátil para análisis de comportamiento de combustible. Es de origen japonés, perteneciente a la *JAEA* (*Japan Atomic Energy Agency*) y es de uso restringido, bajo requerimiento específico.

Los usuarios de este código son Empresas públicas y privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear, Organismos estatales de gestión de reactores nucleares, Empresas vinculadas al desarrollo, diseño y construcción de elementos combustibles.

[8] Cadarache es uno de los 9 centros de investigación de la *Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA)*.

[9] Para una definición de 'elementos finitos' ver Glosario.

[10] Para una definición de 'modularización' ver Glosario.

3.2.4 Códigos bajo comercialización

BISON

Es un código de rendimiento de combustible nuclear basado en elementos finitos desarrollado desde 2009 en el Laboratorio Nacional de Idaho (*Idaho National Laboratory - INL*) en los Estados Unidos de América. El código es aplicable tanto al comportamiento del combustible constante como transitorio y se usa para analizar geometrías axisimétricas 2D o 3D.

La licencia de las tecnologías INL le permite a una empresa reproducir, fabricar, vender o usar este código. INL otorga licencias de propiedad intelectual en términos similares a las universidades, otras organizaciones de investigación y empresas industriales.

Se ha aplicado a una variedad de formas de combustible, incluidas barras de combustible de agua ligera LWR, partículas de combustible revestidas con TRISO (combustible en base a uranio revestido con materiales cerámicos de formato esférico) y combustible metálico de varillas y placas.

Los términos comerciales de la licencia se negocian en cada caso, ya que dependerán del campo de uso, la propiedad intelectual que está siendo autorizada, tarifas, regalías, hitos y restricciones. Dichos términos pueden negociarse o modificarse a partir de los acuerdos, estos pueden variar según la cantidad de patentes autorizadas, la demanda de la tecnología y la exclusividad de la licencia.

Los potenciales clientes de este código son empresas públicas y privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear, organismos estatales de gestión de reactores nucleares, Empresas vinculadas al desarrollo, diseño y construcción de elementos combustibles.

TRANSURANUS

El programa fue desarrollado en ITU (*Institute for Transuranium Elements*) de Alemania.

Es un código que sirve para el control térmico y análisis mecánico de barras de combustible en reactores nucleares. Se utiliza para modelar combustibles para reactores de agua ligera (LWR), también hay una versión para reactores rusos del tipo WWER o VVER *(water-*

water energetic reactor)[11] y posee modelos para combustibles conformados por òxidos mixtos (MOX).

Analiza los fenómenos acoplados teniendo en cuenta las propiedades térmicas, mecánicas e isotópicas relevantes del combustible nuclear, la mayoría de los cuales cambian durante la operación del reactor o en el almacenamiento a largo plazo.

El código se aplica tanto para el diseño como para la licencia del combustible nuclear, por parte de diversos centros de investigación, universidades, autoridades de seguridad nuclear y socios industriales de toda Europa.

Otros potenciales clientes de este código son Empresas públicas y privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear, Organismos estatales de gestión de reactores nucleares, Empresas vinculadas al desarrollo, diseño y construcción de elementos combustibles.

Los términos comerciales de la licencia se negocian en cada caso y están en función de los acuerdos que varían según la cantidad de patentes autorizadas, la demanda de la tecnología y la exclusividad de la licencia, entre otras variables.

FALCON

El nuevo código de licenciamiento y análisis de combustible *(Fuel Analysis and Licensing Code–New – FALCON)* se desarrolló para la técnica de análisis del rendimiento del combustible de reactores de agua ligera (LWR) y para el modelado de alto quemado.

Basado en elementos finitos, este código es capaz de analizar comportamientos de combustible tanto de estado estacionario como transitorio con una transición sin interrupciones entre los dos modos.

Su desarrollo está a cargo de EPRI *(Electric Power Research Institute, Inc.)* de los Estados Unidos de América.

Los potenciales clientes de este código son empresas públicas y privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear, organismos estatales de gestión de reactores nucleares, empresas vinculadas al desarrollo, diseño y construcción de elementos combustibles.

Los términos comerciales de la licencia se negocian en cada caso y están en función de los acuerdos que varían según la cantidad de patentes autorizadas, la demanda de la tecnología y la exclusividad de la licencia, entre otras variables.

[11] Para una definición de 'WWER' ver Glosario.

FRAPCON

El programa de análisis de la barra de combustible conservador *(Fuel Rod Analysis Program Conservative - FRAPCON)* es un código que calcula la respuesta térmico-mecánico de estado estable de las barras de combustible del reactor de agua ligera (LWR) durante el quemado a largo plazo. El código calcula la temperatura, presión y deformación de una barra de combustible en función de la potencia de la barra dependiente del tiempo y de las condiciones de límite del refrigerante.

Está programado para su uso bajo Windows, pero el código fuente puede compilarse en cualquier computadora con Fortran 90. Se diseñó para generar condiciones iniciales para la barra de combustible transitoria analizadas por el código FRAPTRAN (ver a continuación).

Fue desarrollado por la NRC *(Nuclear Regulatory Comisión)* de los Estados Unidos de América.

Los potenciales clientes de este código son empresas públicas y privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear, organismos estatales de gestión de reactores nucleares, Empresas vinculadas al desarrollo, diseño y construcción de elementos combustibles.

Algunas versiones anteriores del código, con mayores limitaciones respecto de la última versión, se ofrecen gratuitamente a través de la NEA *(Nuclear Energy Academy)* (http://www.oecd-nea.org/).

A continuación se muestran los precios asociados a los códigos FRAPCON/FRAPTRAN (ver apartado "3.2.5 Precios asociados a los códigos FRAPCON/FRAPTRAN" de este capítulo).

FRAPTRAN

El programa de análisis de la barra de combustible transitoria *(Fuel Rod Analysis Program Transient - FRAPTRAN) es* un código que calcula el rendimiento transitorio de las barras de combustible del reactor de agua ligera (LWR) teniendo en cuenta accidentes como la pérdida de refrigerante. Se puede usar de modo independiente y a menudo se usa junto con otros códigos. Está programado para su uso bajo Windows, pero el código fuente puede compilarse en cualquier computadora con compiladores Fortran.

Los parámetros dependientes pueden inicializarse a partir del código de rendimiento de combustible FRAPCON ya explicado. Fue desarrollado por la NRC de los Estados Unidos de América.

Los potenciales clientes de este código son Empresas públicas y privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear, Organismos estatales de gestión de reactores nucleares, Empresas vinculadas al desarrollo, diseño y construcción de elementos combustibles. Si se trata de una institución académica estadounidense o un contratista de NRC, el código se proporciona sin costo.

A continuación se muestran los precios asociados a los códigos FRAPCON/FRAPTRAN (ver apartado "3.2.5 Precios asociados a los códigos FRAPCON/FRAPTRAN" de este capítulo).

3.2.5 Precios asociados a los códigos FRAPCON/FRAPTRAN

Si el comprador es una organización comercial estadounidense hay dos niveles de soporte provistos:

Costo de envío con asistencia de instalación	USD 1.000 (por única vez)
Costo Soporte anual	USD 5.000

Esta tarifa permite ser miembro del grupo de usuarios estadounidenses con acceso a soporte técnico y actualizaciones periódicas del código.

Si se trata de una institución académica estadounidense o un contratista de NRC, el código se proporciona sin costo, aunque no se brinda asistencia técnica.

Los precios vinculados al acceso al código y su renovación a partir de la unión al grupo de usuarios del código FRAPCON / FRAPTRAN son:

Costo primer año	USD 2.500
Costo años siguientes (dentro del contrato)	USD 1.500
Renovación contrato primer año(*)	USD 1.500

(*)*Habrá un período de gracia de un mes después del final del contrato, durante el cual el precio de renovación será el estándar de $ 1.500 por año. Después de este período de gracia, el precio a renovar será de $ 2.500 para el primer año y de $ 1.500 para cada año subsiguiente.*

Se da acceso a este código también para las organizaciones internacionales de los países miembros del *Code Applications and Maintenance Program* (CAMP) con condiciones especiales, y de no ser miembro se puede solicitar el código a través de la Oficina de Programas Internacionales de la NRC (https://frapcon.labworks.org), (https://www.nrc.gov/).

3.3 Conclusiones acerca de la Demanda y de la Oferta

3.3.1 La Demanda

La demanda potencial se enfoca principalmente en aquellas Empresas y Organismos vinculados a la Argentina a partir de la adquisición de reactores nucleares (los que se definen como 'cautivos'), ya que son los que pueden permitir la obtención de un beneficio a partir de la comercialización. Si bien existen otros potenciales clientes, los mismos no permiten, por lo menos en una primera instancia, obtener beneficios.

3.3.2 La Oferta

El código DIONISIO, si bien en su performance es competitivo a nivel internacional, tiene que hacer un fuerte trabajo vinculado al posicionamiento respecto de sus competidores para poder captar otros mercados además de los clientes llamados 'cautivos' por estar vinculados comercialmente con la CNEA.

En el Cuadro 3.1 puede verse el detalle de las principales variables de los códigos competidores y de DIONISIO:

Cuadro 3.1: Relación entre los competidores y DIONISIO

Códigos	Dimensiones	Tipo de reactor	Interface	Puntos débiles	Origen	Condiciones comerciales
ALCYONE	Multidimensional (1D, 2D o 3D)	Potencia LWR	Interface visual	Inaccesible	Francia	N/A
FEMAXI	Bidimensional (1D, 2D)	Potencia LWR	Código plano	Uso restringido	Japón	Bajo requerimiento específico
BISON	Multidimensional (1D, 2D o 3D)	Potencia LWR	Interface gráfica 3D	No está completo Faltan modelos En desarrollo	Estados Unidos	Se negocian en cada caso
TRANSURANUS	Unidimensional (1D, 1 y 1/2D)	Potencia LWR	Código plano	Difícil de *customizar* Código antiguo	Alemania	Se negocian en cada caso
FALCON	Bidimensional (1D, 2D)	Potencia LWR	Código plano	Difícil de *customizar* Código antiguo	Estados Unidos	Se negocian en cada caso
FRAPCON	Unidimensional (1D, 1 y 1/2D)	Potencia LWR	Código plano	Difícil de *customizar* Código antiguo	Estados Unidos	Predefinidas
FRAPTRAN	Unidimensional (1D, 1 y 1/2D)	Potencia LWR	Código plano	Difícil de *customizar* Código antiguo	Estados Unidos	Predefinidas
DIONISIO	Multidimensional (1D, 2D o 3D)	Investigación y Potencia LWR/PHWR	Interface amigable. Interface gráfica 3D	En desarrollo continuo No pensado para comercialización	Argentina	Predefinidas Se negocian en cada caso

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4 – ESTRATEGIA

4.1 Modelo de Negocio

En este capítulo se detalla el modelo del Proyecto planteado, las ventajas competitivas detectadas, los *stakeholders* y lo riesgos identificados, entre otras variables clave, las que pueden verse en el siguiente Cuadro 4.1:

Cuadro 4.1: Canvas del proyecto de comercialización del código DIONISIO



Fuente: Elaboración propia.

A partir del Canvas presentado, se profundiza a continuación en las principales variables que componen el proyecto de comercialización planteado:

1. Segmentos de clientes TARGETING

Hay cuatro grandes segmentos que agrupan a los clientes potenciales a los que se va a dirigir la oferta del código DIONISIO y sobre los cuales se enfoca la estrategia, estos son los grupos internos de la CNEA, en los que se encuentran las gerencias a cargo de los diseños y de la seguridad, también los Proyectos que las mismas tienen a su cargo. El segundo grupo es el de las empresas externas argentinas como CONUAR, DIOXITEK, NASA o INVAP, que solicitan los servicios de DIONISIO para el análisis de distintos comportamientos del combustible nuclear.

El tercer grupo contiene los organismos internacionales, como las Comisiones de energía atómica de otros países y las empresas públicas o privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear, de gestión de reactores nucleares y residuos, y aquellos vinculados al desarrollo, diseño y construcción de elementos combustibles.

Por último las empresas e instituciones que adquirieron o se muestran interesados en adquirir un reactor nuclear construido en Argentina, los que se consideran como clientes 'cautivos' debido a que el mismo organismo que construyó el reactor les ofrece un código que les permite utilizar más eficientemente dicho reactor.

2. Propuesta de valor

DIONISIO es un desarrollo innovador del área nuclear que asegura la operación eficiente de los reactores de investigación y producción, a partir del cálculo y proyección de forma económica y segura, reduciendo significativamente la cantidad de ensayos y recreando varios años de historia en unos minutos, lo que permite ahorrar tiempo de reactor y optimizar la preparación de experimentos.

3. Canales de distribución

La forma en la que se establece el contacto con los clientes es a través de la promoción directa en congresos de áreas vinculadas con la energía nuclear, publicaciones en revistas científicas especializadas, conferencias, reuniones con Organismos ad hoc, entre otros canales.

4. Relación con el cliente

Se va a establecer una relación con los clientes a partir de una atención personalizada, de manera presencial pero sobre todo remota para la venta y prestación de los servicios de: licencia código, asistencia de instalación, soporte técnico, instalación de módulos adicionales especializados, actualizaciones *(upgrade)* de licencias del código y de los módulos adquiridos, capacitaciones y formación por módulo.

5. Fuentes de ingreso

El flujo de ingresos esperado tiene que ver con la venta de licencias del código, la instalación del código y de los módulos adicionales, el soporte y asistencia técnica y funcional, las renovaciones de contratos, las actualizaciones *(upgrade)* tanto de las licencias base del código como de los módulos adicionales, las capacitaciones y formación por cada módulo solicitado. Estos ingresos están en función de las ventas y de los servicios ofrecidos para cada contrato, los cuales se adaptan a la demanda (*customized solutions*).

6. Recursos clave

Los activos necesarios para el desarrollo de este proyecto tienen que ver sobre todo con los RR.HH., que son la clave para el desarrollo, mantenimiento y crecimiento del código (investigadores, desarrolladores, capacitadores). También son importantes los equipos tecnológicos como computadoras de escritorio y notebooks, servidores, impresoras, y aquellas vinculadas con el acceso a las redes, por ejemplo. La llegada a la información relacionada con la energía nuclear y las tecnologías es otro de los recursos fundamentales; lo mismo que la obtención de subsidios y becas para el sostenimiento de este Proyecto, en tanto los ingresos no permitan cubrir la totalidad de los costos directos.

7. Actividades clave

La actividad clave es el desarrollo y mantenimiento de un código de simulación que resuelve el comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación. Esto brinda una propuesta de valor al mercado, optimiza potenciales relaciones con clientes y es una fuente para la generación de ingresos.

8. Socios clave

Los agentes con los que se trabajará para desarrollar el negocio son la propia CNEA, en sus roles vinculados con el desarrollo y sostenimiento científico, y el de comercializadora del código, tanto para el mercado local como externo. El INVAP y NASA como actores clave a través de los cuales se accede a los clientes identificados como 'cautivos'. Además la IAEA como Organismo que nuclea todas las instituciones vinculadas con la energía atómica es un nexo fundamental para la validación del código y el acceso a los potenciales clientes.

9. Estructura de costos

La estructura de costos está formada por los costos directos para el desarrollo, mantenimiento y comercialización del código DIONISIO. Está compuesta principalmente por los sueldos y cargas sociales de los recursos humanos que participan del desarrollo, mantenimiento, capacitación, entre otras funciones. Además hay costos vinculados con las necesidades de capacitaciones internas, viáticos para la asistencia a Congresos e intercambios internacionales. También los honorarios e inscripciones vinculados con patentes y licencias. El resto de gastos no se consideran por estar absorbidos totalmente por la Sección Códigos y Modelos de la GCCN.

Otra variable significativa es:

10. Formación del precio

En el análisis de ingresos y gastos se tiene en cuenta que si bien es un proyecto a efectuarse dentro de CNEA, ya que el código fue desarrollado en este ámbito, por sus características es importante la asignación de recursos dedicados, por lo que se define la estructura de costos e ingresos y la asignación de recursos teniendo en cuenta esta necesidad.

El código DIONISIO es comparable[12] con FRAPTRAN por lo que se tomará este código y el de FRAPCON (ambos descriptos en "3.2 Oferta: Posicionamiento en el mercado y Competidores" del Capítulo 2) como base para el análisis de costos y precios de comercialización.

[12] Análisis realizado a partir de entrevistas con el Investigador Principal, PhD Alejandro Soba.

4.2 Ventajas competitivas del Código Dionisio

La propuesta de valor que diferencia a DIONISIO en el Mercado y es una de las variables que capta la atención de los segmentos de clientes identificados como potenciales, es que el código a partir de sus tres aplicaciones permite el acercamiento a los distintos modelos de la barra de combustible en un entorno común que reúne los diferentes modelos y parámetros que describen fenómenos físico-químicos y mecánicos: 1D, 2D y 3D.

Es importante resaltar además que DIONISIO es el único código en el mundo capaz de simular tanto el comportamiento de combustibles destinados a reactores de investigación, tipo *Material Test Reactors* (MTR)[13], como de reactores de potencia o generación de energía, lo que le otorga un valor adicional por encima del resto de códigos con características similares, los cuales utilizan códigos diferenciados para cada tipo de reactor.

Esto permite identificar las fortalezas y debilidades asociadas a la comercialización del código. En el Cuadro 4.2 se muestran las características internas (fortalezas y debilidades) y la situación externa (oportunidades y amenazas) del Proyecto bajo análisis:

[13] Para una definición de 'MTR' ver Glosario.

Cuadro 4.2. Fortalezas y debilidades

Contexto interno		Contexto externo	
Fortalezas	**Debilidades**	**Oportunidades**	**Amenazas**
- Único código que simula el comportamiento de combustibles de reactores de investigación y de potencia - Único código de estas características en la Argentina - Código robusto y estable - Capacidad de resultados bi y tri dimensionales - Personal altamente calificado - Buena imagen de CNEA percibida por los compradores - CNEA participa en la construcción de reactores nucleares, por lo que existe el conocimiento internamente - El código posee una herramienta de control de versiones lo que facilita su actualización y mantenimiento	- Falta de experiencia en la comercialización de códigos de este tipo en la Argentina - Colisiones de la cultura interna de CNEA - No hay una dirección estratégica que apunte al mercado. - Instalaciones limitadas - Falta de oportunidad y talento gerencial - Seguimiento deficiente en la implantación de la estrategia - Crecimiento lento	- Grupos de clientes desatendidos - Diversificar en productos relacionados - Posible complementación entre los competidores - Novedoso en el mercado - Potenciales clientes "cautivos" compradores de reactores nucleares a CNEA	-Los Códigos competidores poseen una trayectoria mas larga - Mayor credibilidad de los países desarrollados frente a la Argentina - Códigos consolidados en el mercado internacional - Entrada de competidores con costos más bajos - Incremento en las ventas y productos sustitutos por complementariedad

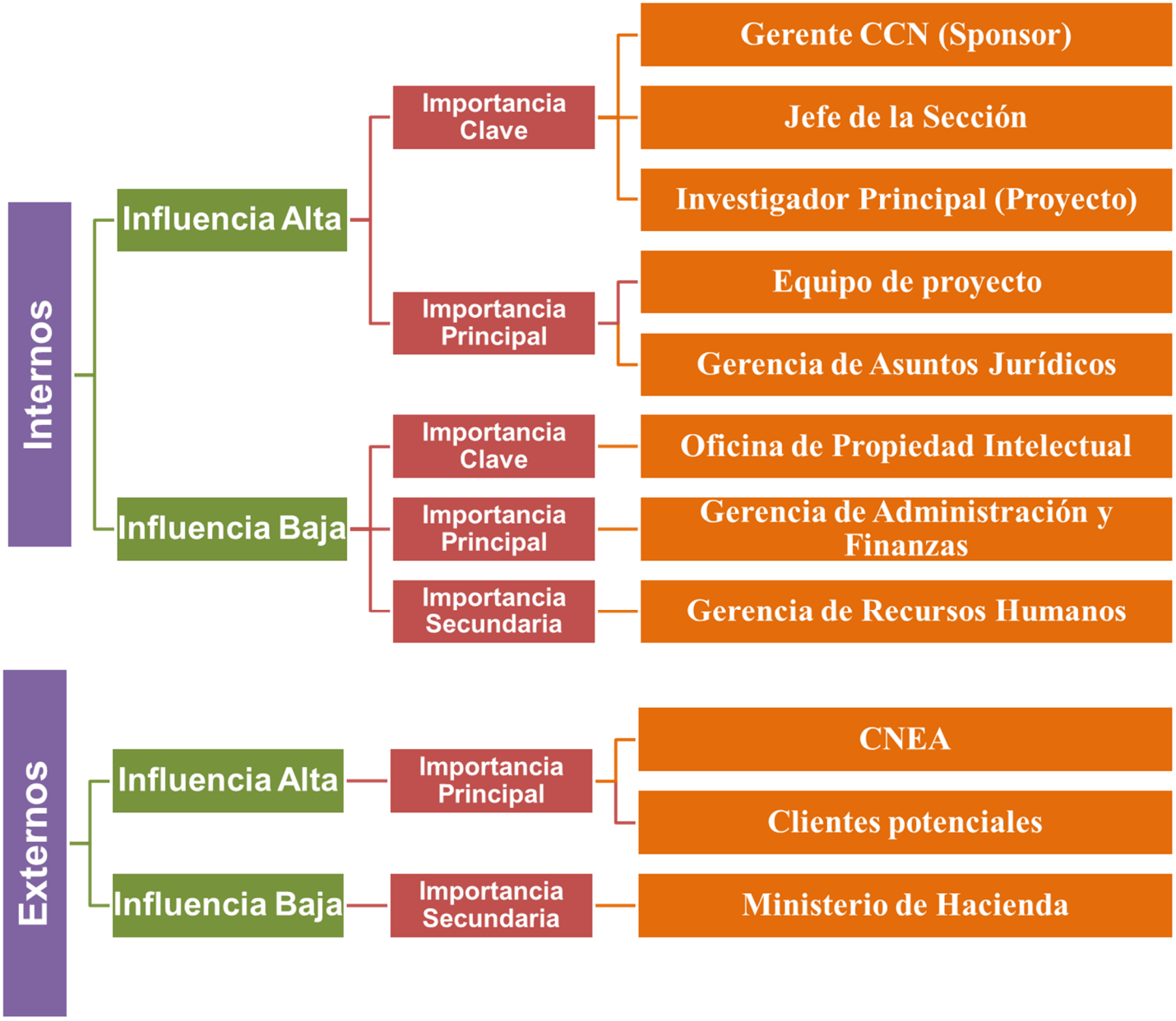
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Análisis de *Stakeholders*

A partir de la identificación de los *stakeholders* del proyecto, es posible definir a los principales interesados en su realización, ellos son quienes pueden ejercer cierta influencia sobre él, de este modo es posible anticipar resistencias, conflictos u objetivos contrapuestos tanto con otros proyectos como entre los distintos actores. Se tomó como *stakeholders* a todas las personas u organizaciones que afectan o son afectadas por el proyecto, ya sea de forma positiva o negativa.

En el Cuadro 4.3 se detallan los participantes considerados clave para la puesta en marcha y continuidad del proyecto en análisis, allí se identifican los que influyen en mayor (A) o menor (B) medida, los que tienen una importancia clave (C), principal (P) y secundaria (S), y se tiene en cuenta si son internos (I) o externos (E).

Cuadro 4.3. Stakeholders



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se profundiza en las principales variables vinculadas con cada actor identificado y se detallan sus funciones inherentes en el marco del proyecto:

1. Gerente CCN (Sponsor):

La responsabilidad del Gerente de Ciclo de Combustible Nuclear es la de negociar con organismos oficiales y las gerencias de la CNEA las condiciones políticas y económicas de la contratación de los servicios vinculadas al código DIONISIO. A su vez deberá validar y supervisar la proyección de ventas y flujo de fondos estimado, así como los posibles desvíos respecto de los reales. También deberá relacionarse con la prensa y medios de comunicación internos a CNEA y externos, y participar en reuniones claves.

2. Jefe de la Sección:

Es potestad del Jefe de la Sección Códigos y Modelos garantizar el correcto funcionamiento de la Sección, colaborar con la elaboración de documentación técnica y legal vinculada a la comercialización del proyecto. También debe coordinar el trabajo conjunto con otras áreas e interactuar con clientes internos. Debe velar y coordinar el aprovisionamiento interno y gestionar los activos vinculados al desarrollo y mantenimiento del código DIONISIO.

3. Investigador Principal (Proyecto):

El Investigador Principal a cargo, debe velar por el adecuado funcionamiento del proyecto y supervisar la gestión de los investigadores. Es fundamental que planifique, coordine y administre los procesos vinculados directamente al desarrollo y mantenimiento del código DIONISIO, y gestionar aquellos que indirectamente pudieran afectarlo. Es también el responsable de evaluar la necesidad de incorporación de perfiles técnicos y científicos, y en este sentido, es el encargado de realizar las entrevistas y evaluaciones individuales de los candidatos que por su perfil técnico no puede ser gestionada por la Gerencia de Recursos Humanos. Es su tarea proponer el plan anual vinculado al proyecto, y elaborar planes de contingencia para garantizar su funcionamiento y la prestación de los servicios que se comercialicen.

4. Equipo de proyecto:

El equipo de proyecto está integrado por los investigadores y becarios, ellos tienen a cargo la ejecución y el funcionamiento del proyecto, a partir de las definiciones del Investigador

Principal. Son quienes llevan a cargo las tareas de desarrollo sobre el código, el material de capacitación y su puesta en práctica, de manera coordinada.

5. Gerencia de Asuntos Jurídicos:

Es una función de este actor la de analizar las consultas y peticiones que pudieran haber vinculadas con contratos de servicios relacionados con el código y redactar los informes preliminares y dictámenes que se pudieran requerir. También debe negociar las cláusulas legales de los convenios y acuerdos, y colaborar en la confección de los contratos de comercialización y prestación de servicios relacionados con el código DIONISIO.

6. Oficina de Propiedad Intelectual

Esta Oficina debe velar por el resguardo de la propiedad intelectual de CNEA y asegurar el correcto cumplimiento de las leyes vinculadas con esta materia en todas las operaciones relacionadas con el código DIONISIO, protegiendo así los intereses de la Comisión en relación con sus creaciones.

7. Gerencia de Administración y Finanzas

Esta Gerencia tiene como función a su cargo la de brindar soporte administrativo a la Sección Códigos y Modelos para colaborar con la correcta gestión y administración de los servicios que presta, dando soporte también en la elaboración de la documentación técnica y legal. Debe efectuar los registros administrativos y actuar como soporte en la comercialización de los servicios que se prestan vinculados con DIONISIO. Es su obligación también archivar la documentación en los legajos correspondientes de acuerdo a los procedimientos existentes.

8. Gerencia de Recursos Humanos

Son funciones de esta Gerencia las de relevar, reclutar y seleccionar los perfiles requeridos por la Sección junto con el Investigado Director. Debe participar y gestionar las entrevistas y evaluaciones individuales y grupales que considere necesarias para asegurar que los candidatos cumplen con los requisitos solicitados. Es también su función organizar y mantener la base de datos interna con los perfiles específicos.

9. CNEA

La Comisión tiene dentro de sus principales funciones la de asegurar el desarrollo tecnológico y científico en materia de energía nuclear, la de garantizar la demanda de energía nuclear a nivel nacional, así como la de facilitar el entorno y relacionamiento con otras entidades; estas funciones impactan directamente en la Sección Códigos y Modelos, y en particular en la promoción de la comercialización del código.

10. Clientes potenciales

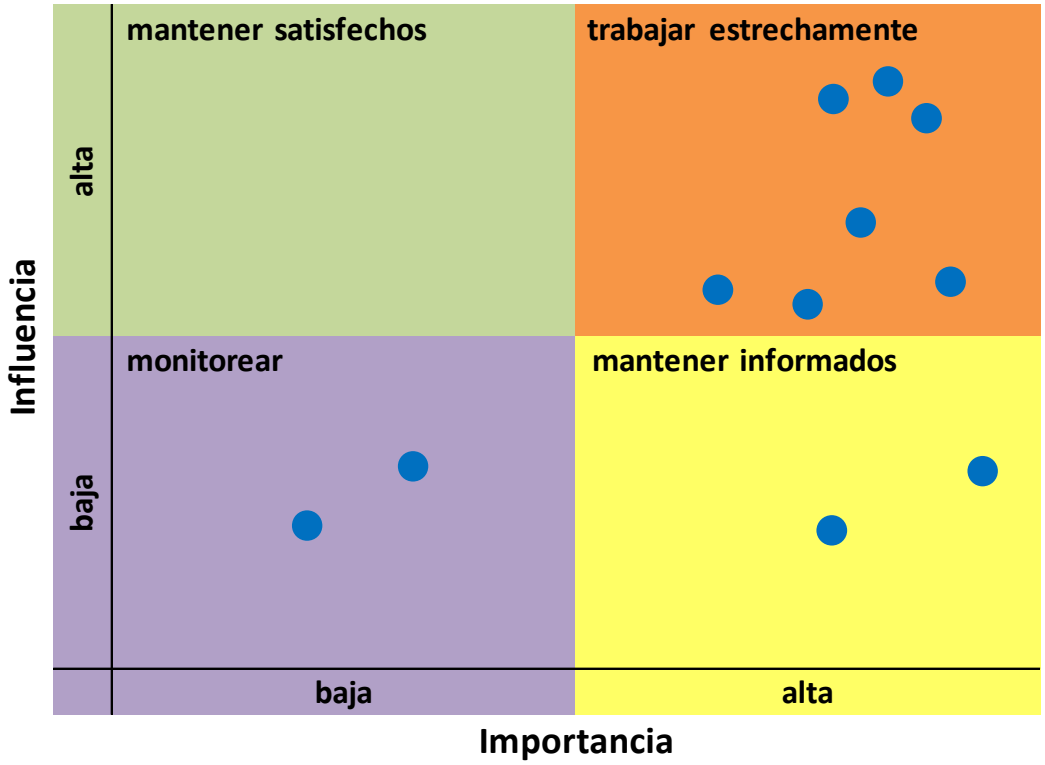
Los clientes que se identificaron como potenciales son quienes van a definir las prestaciones que desean recibir del código, a partir de sus necesidades se acuerdan los servicios a prestar y se realizan los desarrollos y entregables del código con altos niveles de calidad, flexibilidad y oportunidad en las entregas. Se espera así poder generar la fidelización de los mismos y lograr principalidad.

11. Ministerio de Hacienda

A partir de finales de 2018 la CNEA depende de este Ministerio cuyas funciones, teniendo en cuenta el ámbito energético, son la de regular el correcto uso de la energía nuclear y velar por el cumplimiento de las regulaciones energéticas; asegurar el correcto funcionamiento de los reactores nucleares; garantizar el funcionamiento de la CNEA; asegurar el desarrollo tecnológico y científico así como la demanda de energía nacional. Cualquier cambio regulatorio que este Ministerio determine en el ámbito energético, podría impactar directamente en la CNEA y con ello en el proyecto bajo análisis.

A partir de las variables claves identificadas vinculadas con la importancia, influencia y tipo, se definió el siguiente diagrama de relacionamiento en donde se pueden ver las diferentes acciones a efectuar en función del mapa obtenido:

Figura 4.1: Diagrama influencia / importancia



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Figura 4.1 que existen cuatro *stakeholders* principales, quienes podrían influenciar fuertemente en el proyecto y con los que hay que trabajar estrechamente. Estos son la CNEA y los responsables del proyecto: Jefe, Gerente e Investigador Principal.

4.3.1 Acciones para la gestión de los Stakeholders

En este apartado se detallan las acciones identificadas para lograr una eficiente gestión de los *stakeholders* del proyecto a partir de la consecución de un equilibrio entre las distintas partes, así como del conocimiento y la comprensión de sus necesidades y expectativas.

Para ello es fundamental lograr la participación de todos los interesados a través de una comunicación activa y efectiva, la que se espera conseguir con las siguientes acciones:

a. Conocer a cada *stakeholder* así como la forma de trabajar de la organización a la que pertenece, en particular a los principales interesados (Gerente CCN, Jefe de la

Sección, Investigador Principal), y a aquellos con los que habrá una directa y continua interrelación (Equipo de proyecto, Gerencia de Asuntos Jurídicos, CNEA y potenciales Clientes).

b. Definir los canales de comunicación del proyecto identificando los más adecuados de acuerdo a cada etapa, y los tiempos a involucrar en cada caso que ayuden a una gestión eficiente (SLA, *Service Level Agreement* o Acuerdos de nivel de servicio).

c. Acordar qué tipo de información y/o documentación será requerida, bajo qué modalidad y frecuencia. Estar atentos ante posibles cambios en las necesidades y/o formas de información.

d. Definir los niveles y jerarquías para la toma de decisiones en el ámbito del proyecto, estableciendo reuniones efectivas para su gestión.

e. Entender cuáles son los posibles conflictos e intereses contrapuestos que pueden haber entre los *stakeholders*, plantear formas de negociación y escenarios posibles que involucren a los decisores claves.

f. Monitorear el involucramiento de los *stakeholders* para gestionar adecuadamente sus expectativas y alcanzar los objetivos del proyecto, minimizando los posibles riesgos.

g. Establecer alianzas con los potenciales clientes para fomentar la necesidad de contar con el código, así como con los principales interesados, asegurando relaciones favorables entre todas las partes y a la vez influir en las personas que representan posibles barreras al proyecto (detractores) para elevar su nivel de compromiso.

h. Trabajar conjuntamente para la resolución de los problemas que pudieran surgir, así como promover niveles de compromiso que permitan llevar adelante el proyecto exitosamente.

4.4 Análisis de Riesgos

Identificar y gestionar los riesgos permite que el proyecto fluya y se desarrolle dentro de la planificación establecida. Con la identificación y cuantificación de los riesgos, es posible su mitigación y monitorización, lo que facilita la correcta ejecución del proyecto.

Debido a ello se realizó un análisis de los riesgos inherentes al proyecto de comercialización del código DIONISIO, a partir del cual se detectaron los riesgos potenciales y se determinaron los planes y acciones a implementar para su eliminación o mitigación. Adicionalmente se establecieron los distintos niveles posibles de riesgos en

función de los criterios que se muestran en el Cuadro 4.4, mientras que en el Cuadro 4.5. se puede observar la relación entre los riesgos, probabilidades e impactos definidos, cuyo resultado es la prioridad asignada para el inicio de las acciones para su mitigación:

Cuadro 4.4. Probabilidad, impacto y prioridad de los riesgos

Nivel	Probabilidad (0-1)	Impacto (1-10)	Prioridad (1-10)
Cierta	1 - 0,9	10 - 9	P x I
Alta	0,8 - 0,7	8 - 7	P x I
Media	0,6 - 0,5	6 - 5	P x I
Baja	0,4 - 0,3	4 - 3	P x I
Casi nula	0,2 - 0,05	2 - 0	P x I

Fuente: Elaboración propia.

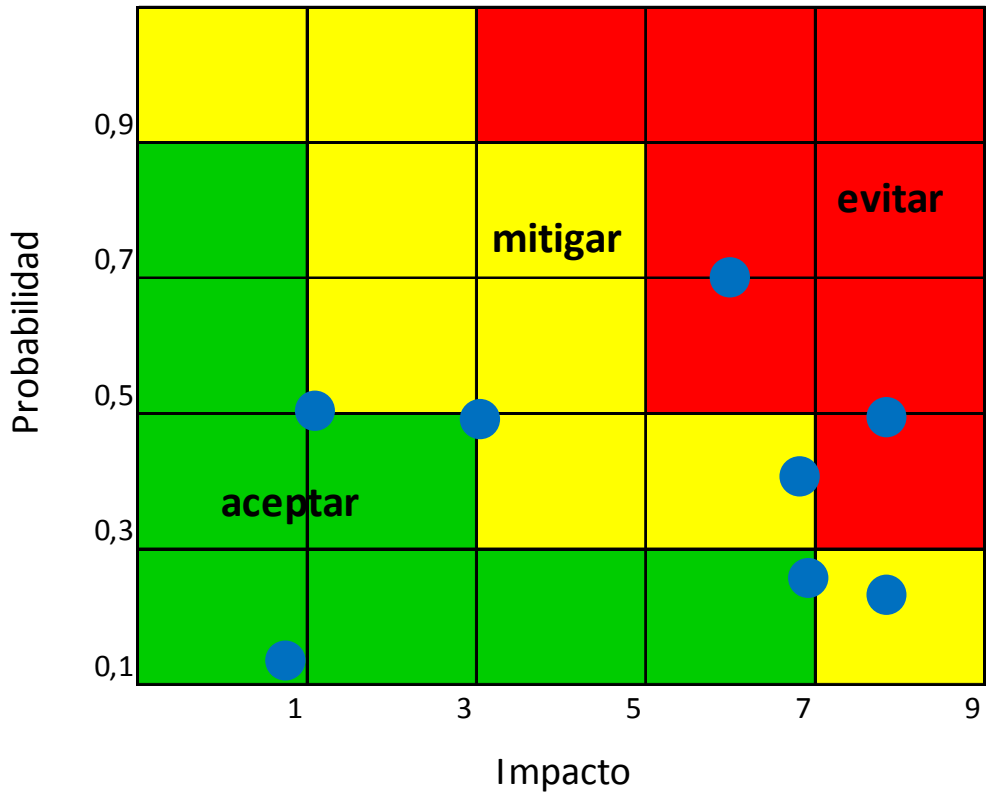
Cuadro 4.5. Registro de los riesgos principales identificados y evaluados

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Prioridad	Plan de Mitigación
Falta de experiencia en la comercialización	0,70	6,00	4,20	Definir un plan de comercialización y asignar responsabilidades claras al equipo
Fallas técnicas	0,50	8,00	4,00	Definir planes de acción ante posibles errores del código en los desarrollos a medida
Falta de recursos técnicos	0,40	7,00	2,80	Crear un fondo para adquisición de recursos tecnológicos
Falta de consolidación del código en el mercado internacional	0,25	8,00	2,00	Asistir a Congresos, publicaciones, conferencias, etc.
Solicitud compleja en un pedido a medida	0,50	3,50	1,75	Realizar estudios de casos de otros códigos
				Definir un plan de capacitación para los investigadores
Desvíos en las fechas de entrega	0,20	7,00	1,40	Realizar la planificación de cada entrega y manetner los tiempos comprometidos.
				Definir planes de contingencia ante posibles desvíos
Colisiones de la cultura interna de CNEA	0,50	1,50	0,75	Desarrollar un plan para fomentar el conocimiento sobre la comercialización de productos y servicios obtenidos desde la investigación
Entrada de competidores con costos más bajos	0,10	1,00	0,10	Definir una estrategia que permita al equipo del proyecto conocer las novedades del mercado

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.2 se observa el mapa de calor de los riesgos que se identificaron y a partir del cual se pueden visualizar las acciones necesarias para su eliminación o mitigación:

Figura 4.2: Mapa de calor de los riesgos identificados



Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Planes de mitigación propuestos para los riesgos identificados

A continuación se detallan los planes para la mitigación de los riesgos encontrados en el proyecto:

a. Falta de experiencia en la comercialización: Si bien la Sección Códigos y Modelos no tiene antecedentes vinculados a estas funciones, si lo tiene la GCCN a partir de la comercialización de otros servicios y productos, por lo que es posible mitigar el impacto de este potencial riesgo con el desarrollo de un plan de formación por parte de los colaboradores de la Gerencia que poseen los *skills*; además es necesario realizar un plan de comercialización y definir las responsabilidades y funciones comerciales dentro de las GCCN y Sección que ayuden al Investigador Principal y al Jefe a la difusión del código y su posterior venta.

b. Fallas técnicas: En los desarrollos de *software* es importante tener en cuenta este tipo de riesgos, ya que suelen presentarse de manera habitual, por lo que para su mitigación y pronta resolución, es necesario definir los planes de acción ante

posibles errores del código en los desarrollos a medida. Es importante remarcar que si bien la probabilidad es media y con un alto impacto, debido al *expertice* de los investigadores es de fácil y rápida mitigación.

c. Falta de recursos técnicos: Es muy probable que el equipo requiera computadoras o servidores con buena *performance* y que por restricciones presupuestarias de la GCCN no se puedan adquirir oportunamente, para cubrir este punto se creará un fondo para adquisición de recursos tecnológicos con el ingreso de las primeras ventas y/o fondos de becas y subsidios conseguidos a partir de la presentación del código DIONISIO para participar de los mismos. Se entiende que si bien la probabilidad es media el impacto es altos, por lo que es fundamental la ejecución de esta acción para mitigar el riesgo.

d. Falta de consolidación del código en el mercado internacional: Como se expuso en los capítulos precedentes, el código compite con otros que en la actualidad son muy reconocidos internacionalmente, para lograr el posicionamiento de DIONISIO es fundamental continuar asistiendo a Congresos y Conferencias locales e internacionales, realizar publicaciones en revistas de renombre mundial, y otras acciones que ayuden al código a tener promotores y lograr principalidad. Se considera una probabilidad de ocurrencia baja ya que DIONISIO tiene presencia a nivel internacional a través de la participación en experimentos, congresos y otras actividades, sin embargo de ocurrir este riesgo su impacto podría ser alto, por lo que es importante mantener esta presencia e incluso incrementarla para minimizar los riesgos.

e. Solicitud compleja en un pedido a medida: para mitigar este riesgo se proponen dos acciones, una de ellas es la de realizar estudios de casos (casos de uso) que resuelven otros códigos y que podrían ser complejos, esto permitiría al equipo estar preparado para la recepción de un requerimiento de similares características; otra acción es definir un plan de capacitación para los investigadores que tenga en cuenta estos problemas a resolver y otros casos que podrían considerarse complejos. La probabilidad de ocurrencia se considera media y, debido a los *skills* de los integrantes del equipo del proyecto, de factible resolución y por ende de bajo impacto.

f. Desvíos en las fechas de entrega: Para mitigar este riesgo es necesaria la realización de la planificación de cada entrega y realizar un estricto cumplimiento manteniendo los tiempos de entrega comprometidos, ya que estos incumplimientos tienen un alto impacto en los clientes. Para poder cubrirse de estos desvíos también se aconseja definir planes de contingencia.

g. Colisiones de la cultura interna de CNEA: Debido a la naturaleza de la Sección Códigos y Modelos, no se realizaron hasta el momento funciones ni tareas específicas vinculadas a la comercialización de productos o servicios desarrollados dentro de ese ámbito, es por ello que se torna necesario trabajar en acciones para gestionar el cambio cultural que ayuden a fomentar el conocimiento de estas funciones a partir de charlas internas, contactos con otros centros, etc.

h. Entrada de competidores con costos más bajos: Se comprende que la probabilidad de ocurrencia y el impacto de este riesgo son muy bajos, sin embargo es importante definir una estrategia que permita al equipo del proyecto conocer las novedades del mercado que puedan tener un impacto directo en los costos y precios de venta de los códigos competidores.

CAPÍTULO 5 – ESTRUCTURA Y CAPACIDADES

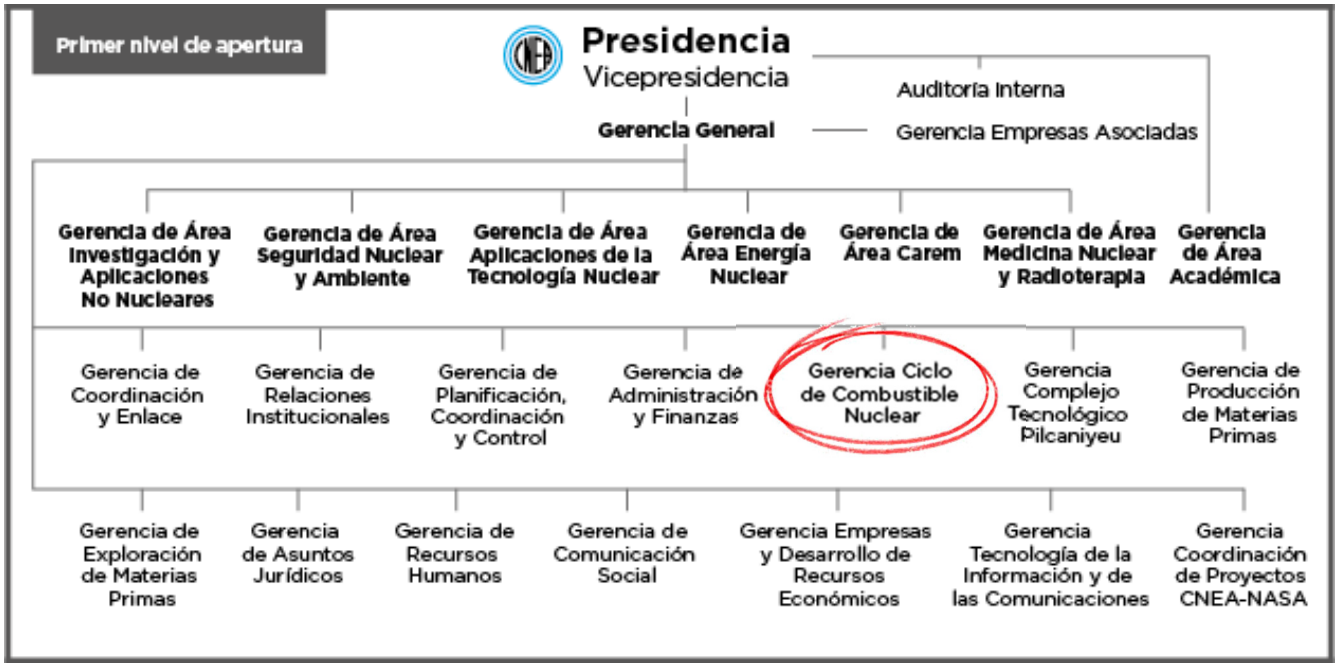
En este capítulo se describen algunas de las variables sensibles imprescindibles para que el proyecto se lleve a cabo en el marco de la CNEA, tanto en lo que respecta a los requisitos para distribuir el código gratuitamente o a través de la comercialización. En el análisis se tiene en cuenta la estructura de la Comisión, cuáles son sus objetivos primarios encuadrados dentro de su misión y visión, las capacidades con las que cuenta y, a partir de ello, cómo la GCCN gestionará el proyecto.

5.1 Estructura de la CNEA

La CNEA cuenta con alrededor de 2.500 empleados distribuidos en 55 dependencias entre Subgerencias, Secciones, Departamentos y Divisiones (ver el detalle en "Detalle del Organigrama de CNEA" incluido en el Anexo).

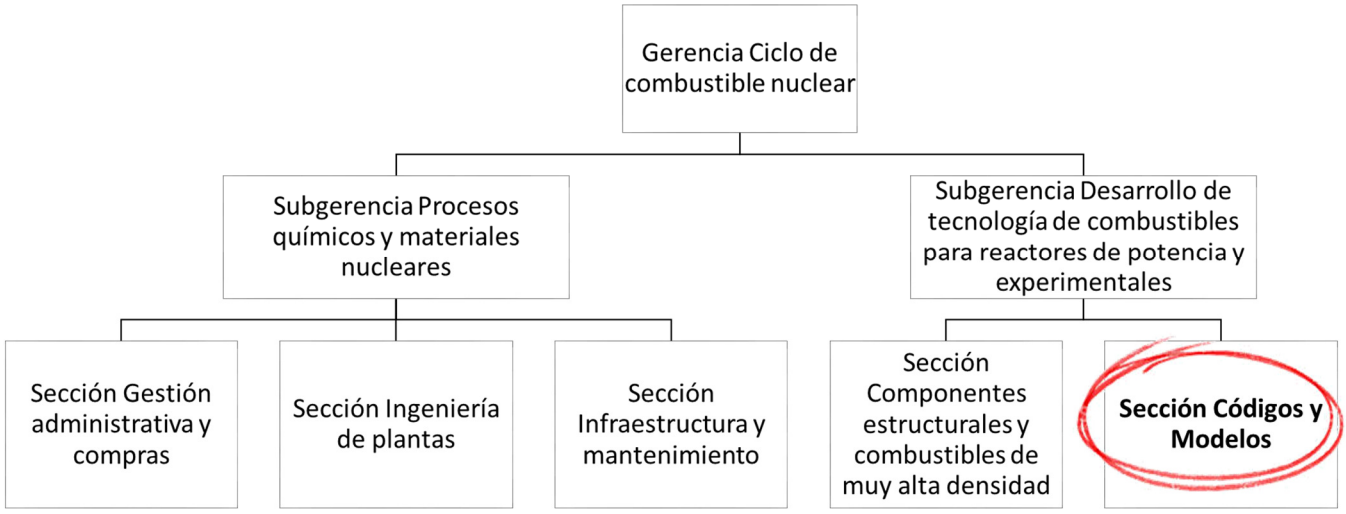
A continuación se muestra la estructura hasta el nivel Gerencia de toda la Comisión, y los dos primeros niveles de la Gerencia Ciclo de Combustible Nuclear.

Figura 5.1: Organigrama de CNEA



Fuente: https://www.cnea.gob.ar/es/institucional/quienes-somos/organigrama-institucional/

Figura 5.2: Organigrama de la Gerencia Ciclo de Combustible Nuclear de CNEA a nivel de Sección



Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por personal de CNEA.

Dentro de la Sección Códigos y Modelos trabaja un equipo dedicado al código DIONISIO. Además del Investigador Principal, uno de los Investigadores Sr. también están dedicados a otras actividades científicas no vinculadas con el código. En el grupo trabajan también otros Tesistas en proyectos e investigaciones vinculadas con sus trabajos finales de carrera que son *staff* a la Sección.

En la Figura 5.3 se detalla la estructura de dicha Sección:

Figura 5.3: Organigrama de la Sección Códigos y Modelos



Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por personal de CNEA.

5.1.1 Misión y Visión

A continuación se describen las misiones y visiones de la CNEA y en particular del Área Temática Combustibles Nucleares, ámbito en el que se encuentra la GCCN de la cual depende la Sección Códigos y Modelos, en donde se desarrolla el proyecto de la comercialización del código DIONISIO.

La Misión de la CNEA es

> Asesorar al Poder Ejecutivo en la definición de la política nuclear, llevar a cabo investigaciones y desarrollos tecnológicos, ingeniería y servicios en el área, dentro del marco de los usos pacíficos de la energía nuclear, (Comisión Nacional de Energía Atómica, 2015).

La Visión es

> Consolidar la posición de CNEA como organismo de referencia del desarrollo nuclear argentino, siendo la entidad sobre la que se respalde toda la actividad nuclear del país y fortalecer la posición de Argentina en el mundo como líder en los usos pacíficos de la energía nuclear, (Comisión Nacional de Energía Atómica, 2015).

En línea con la CNEA, la Misión del Área Temática Combustibles Nucleares es

> Estudiar, planificar y ejecutar las actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico, diseño, operación de instalaciones, prestación de servicios y participación en proyectos relacionadas con combustibles y materiales nucleares, y asesorar a la presidencia de CNEA, (Comisión Nacional de Energía Atómica, 2015).

Y la Visión es

> Ser referentes con autonomía científico tecnológica en los combustibles nucleares, para satisfacer las necesidades nacionales, sustentando una política soberana en los organismos y foros internacionales, con activa participación en los mercados regionales y mundiales, (Comisión Nacional de Energía Atómica, 2015).

Como puede observarse de la lectura de la misión del Área Temática Combustibles Nucleares, el proyecto de comercialización del código DIONISIO está enmarcado en ella ya que se trata de un desarrollo que permite la prestación de un servicio y facilita la participación en proyectos directamente vinculados con combustibles nucleares.

Además, cumple con la premisa de que todas las actividades deben desarrollarse enmarcadas en los usos pacíficos de la energía nuclear, en forma planificada, siguiendo los lineamientos fijados por las políticas de calidad y ambiente de la Institución, de acuerdo a las normativas de seguridad y protección radiológica establecidas por la Autoridad Regulatoria Nuclear y cumpliendo con toda la legislación vigente y con los compromisos internacionales asumidos por el país.

5.1.2 Capacidades de Management

Se observan roles bien definidos y responsabilidades formalizados en la estructura organizativa matricial de acuerdo a los organigramas que se muestran en este capítulo (ver apartado “5.1 Estructura de la CNEA”).

En materia de conocimientos existe integración tanto dentro de la Gerencia Ciclo de Combustible Nuclear como en la misma Sección Códigos y Modelos. Esto permite que existan mecanismos de medición adecuados del funcionamiento del código. Por otra parte se observa un alineamiento de la tecnología utilizada con la estrategia de negocio siendo de vanguardia.

La Sección Códigos y Modelos está integrada a la estrategia tecnológica de CNEA como se anticipó en el Capítulo 2 – Funcionamiento de DIONISIO. Lo mismo ocurre en cuanto a los valores de la Institución.

Respecto de la comunicación interna dentro de la Gerencia es abierta e integral, no se observan barreras ni limitaciones.

Los factores que pueden ser oportunidades de mejora son la velocidad del proceso de decisión, siendo burocrático y por ende lento, y los incentivos adecuados y acciones de promoción para los empleados.

5.1.3 Capacidades en los Procesos de negocios

Los procesos vinculados a la comercialización de software no forman parte de las funciones habituales de la Sección Códigos y Modelos. Sin embargo, y como factores de mitigación, el equipo cuenta con un alto conocimiento y capacidades respecto de los procesos de energía nuclear asociados al código, así como del desarrollo del software. Esto les brinda varias ventajas estratégicas como la posibilidad de identificar e interpretar las necesidades del cliente, la capacidad de mantener el código actualizado tanto a nivel técnico como de las necesidades de investigación y desarrollo vinculados con la energía nuclear, pudiendo de este modo adaptar rápidamente el producto.

Además el equipo está asociado estratégicamente con otras instituciones tanto nacionales como a nivel internacional, lo que resulta clave para la penetración en el mercado.

El código si bien es flexible, está estandarizado lo que facilita su comercialización, mantenimiento y capacitación, esto le brinda estabilización y trazabilidad de los procesos.

5.1.4 Capacidades Operativas

La buena Gestión del Conocimiento que se observa en la Sección de Códigos y Modelos, a partir de la capacitación, planificación y documentación existente, permite transferir el

conocimiento eficientemente tanto dentro de la CNEA como a cualquier lugar en donde se utilice el código, esto a través de instructivos y manuales, teniendo en cuenta que quienes usan DIONISIO tienen las competencias técnicas necesarias.

Potenciando este punto, existen planes de formación y capacitaciones constantes internamente o a través de diferentes Instituciones como el Instituto Balseiro, el Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sábado o el Instituto de Tecnología Dr. Dan Beninson, entre otras.

5.1.5 Recursos

Como se anticipó en los párrafos anteriores, la CNEA y en particular la GCCN cuentan con profesionales altamente capacitados, experimentados, comprometidos con el proyecto y con la Institución, y en permanente actualización de sus conocimientos.

Adicionalmente la CNEA es prestigiosa tanto a nivel nacional como internacional, lo que le otorga ventajas competitivas, siendo parte de su cultura la búsqueda permanente de la calidad, innovación, vanguardia y alto rendimiento.

Como oportunidades de mejora se pueden mencionar la falta de experiencia del sector en la gestión de proyectos, sin embargo este punto se ve mitigado por la alta experiencia del equipo en los trabajos colaborativos con otras entidades, sobre todo a nivel internacional.

Otro factor que se detectó como oportunidad de mejora es la necesidad de desarrollar los *skills* de comercialización y creación de *networking*, punto que se ha analizado en el Capítulo 4 – Estrategia, en la sección Análisis de Riesgos.

5.1.6 Gestión del Proyecto

La GCCN será la responsable de gestionar el Proyecto de comercialización del código DIONISIO, dentro de esta Gerencia la Sección Códigos y Modelos es la encargada de la detección de prospectos y clientes, así como de la negociación de los contratos, licencias y relación con los *stakeholders* identificados como internos.

CAPÍTULO 6 – PLAN OPERATIVO

6.1 Supuestos del Proyecto

A continuación se detallan los supuestos tomados en cuenta para el desarrollo del Proyecto de comercialización del código DIONISIO que predice el comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación:

Cuadro 6.1: Supuestos del proyecto

Supuestos	Descripción del Supuesto
Duración del proyecto	Se muestran los primeros 5 (cinco) años.
Moneda y Tipo de cambio	Precios en dólares expresados en la misma moneda.
Inflación	No se prevén fluctuaciones inflacionarias para esta moneda ya que si bien existen, no son determinante para este análisis por ser de bajo impacto.
Impuestos	La CNEA se encuentra exenta de todos los impuestos nacionales y provinciales. Decreto Ley 22.498/56, "ARTICULO 18. - Impuestos. La Comisión Nacional de Energía Atómica está exenta de todo impuesto o gravamen nacional, debiendo satisfacer las tasas retributivas de servicios. Gestionará en cada caso ante las autoridades provinciales o municipales la exención de los impuestos cuya aplicación corresponda a las mismas."
Tasa de descuento	Parámetro general del modelo 7 % anual en dólares.
Participación del equipo de la Sección	El equipo cuenta con 8 (ocho) personas de las cuales el 50% tiene una participación full time y el resto menor, en el caso del Gerente de CCN su participación es ad hoc, por lo que como parámetro se tomó un 2%.
Salarios y Cargas sociales	Si bien hay dos investigadores de CONICET, uno de ellos recibe su remuneración exclusivamente del CONICET por lo que no representa un costo para la CNEA, del otro se tomó la parte correspondiente a cargo de CNEA. El resto depende totalmente de la Comisión.
Amortizaciones	Todos los muebles y útiles se amortizarán en 60 meses. Se toman los equipos y PC abocadas al proyecto DIONISIO, no se tiene en cuenta el mobiliario ya que es propiedad de CNEA y se encuentra amortizado totalmente.
Recupero Inversiones	No se tiene en cuenta un recupero de la inversión en maquinarias ya que no se proyecta su venta.
Precio de referencia del mercado	Se tomaron precios del mercado de códigos similares a DIONISIO con un descuento asociado ya que el resto están estabilizados en el mercado desde hace mayor tiempo y son más conocidos.
Precios	Los precios de referencia se bajaron en promedio un 17% y se incluyeron servicios adicionales. Se manejan cuatro segmentos: - grupos internos de la CNEA - empresas externas argentinas - grupos externos internacionales - empresas que adquirieron un reactor nuclear construido en Argentina 'cautivos'
Crecimiento	Se estima una venta estable del código, con un crecimiento en los servicios prestados. Se prevé la instalación del código en instituciones nacionales sin cargo.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante resaltar que dada la incertidumbre acerca de la inflación y el tipo de cambio a futuro, se tomaron todos los costos e ingresos en dólares para este análisis, sustentada esta decisión además en que la comercialización de este tipo de códigos se realiza en esta moneda por ser en la mayoría de los casos transacciones internacionales.

6.2 Parámetros generales del modelo financiero

En este apartado se detallan los parámetros base tomados para el desarrollo del proyecto de comercialización del código DIONISIO:

Cuadro 6.2: Parámetros generales del modelo financiero

Parámetros	Valores
Precios por servicios	– Licencia código con asistencia de instalación (clientes cautivos) USD 8.000 – Licencia código con asistencia de instalación (por única vez) USD 2.000 – Institución académica nacional (no incluye asistencia técnica) USD - – Soporte y asistencia adicional anual USD 3.000 – Licencia código con soporte y asistencia anual USD 3.500 – Costo primer año USD 1.500 – Costo años siguientes (dentro del contrato) USD 1.000 – Renovación contrato anual USD 2.000 – Instalación por módulo adicional USD 1.000 – *Upgrade* de licencias código y módulos USD 2.500 – Capacitaciones y formación por módulo USD 1.000
Cantidad estimada de ventas 2019-2023	– Licencia código con asistencia de instalación (clientes cautivos) 6 – Licencia código con asistencia de instalación (por única vez) - – Institución académica nacional (no incluye asistencia técnica) 6 – Soporte y asistencia adicional anual 6 – Licencia código con soporte y asistencia anual - – Costo primer año 6 – Costo años siguientes (dentro del contrato) 5 – Renovación contrato anual 4 – Instalación por módulo adicional 6 – *Upgrade* de licencias código y módulos 6 – Capacitaciones y formación por módulo 21
Renovación de contratos	Bienal.
Crecimiento anual promedio	24% en unidades.
Impuestos	La CNEA está exenta de impuestos.
Bienes de Uso	Período de amortización 5 años.
Tipo de cambio del dólar	Para la dolarización de los salarios se tomó el tipo de cambio del BNA vendedor del 31 de octubre de 2018 equivalente a $36,80/USD.
Salarios	USD 510 promedio mensual, teniendo en cuenta que parte de los investigadores cobran su sueldo a través del CONICET por lo que no representan un costo para la CNEA.

Cargas sociales	32%	
Participación de acuerdo a la función	– Investigador Principal	25 %
	– Investigador Sr.	100 %
	– Investigador Jr.	25 %
	– Becario Sr.	100 %
	– Becario Sr.	100 %
	– Becario Sr.	100 %
	– Jefe	10 %
	– Gerente	2 %

Fuente: Elaboración propia.

6.2.1 Proyecciones realizadas sobre las variables inflación, tipo de cambio y salarios

Se prevé un escenario complejo y de poco crecimiento (recesivo) en la Argentina, con reducción del Gasto Público, lo que implicaría un 'congelamiento' de los salarios del Estado. Teniendo en cuenta este escenario y por razones de simplificación, la proyección de la inflación, junto con la evolución de los salarios y del tipo de cambio, se considera que no impactarán y se mantiene la relación entre estas variables constantes durante toda la estimación (*céteris páribus*), por lo que los salarios se mantienen a valor en dólares estable para todo el período analizado.

Se toma el dólar como moneda de comercialización del producto, debido a que en el mercado bajo análisis este es el modelo estándar por tratarse, en la mayoría de los casos, de transacciones internacionales en donde intervienen dos o más países. El tipo de cambio para la conversión peso-dólar toma como base el valor del 31 de octubre del año 2018 de acuerdo a la cotización del Banco de la Nación Argentina, tipo vendedor.

6.3 Estructura de Ingresos y Gastos de DIONISIO

6.3.1 Precios por servicios del código DIONISIO

Licencia código con asistencia de instalación (Por única vez)	USD 2.000
Licencia código con asistencia de instalación (Por única vez - clientes cautivos)	USD 8.000
Soporte y asistencia adicional anual (Esta tarifa permite el acceso al soporte y asistencia técnica)	USD 3.000
Licencia código con soporte y asistencia anual	USD 3.500

Costo primer año	USD 1.500
Costo años siguientes (Dentro del contrato)	USD 1.000
Renovación contrato anual	USD 2.000
Instalación por módulo adicional	USD 1.000
Upgrade de licencias código y módulos	USD 2.500
Capacitaciones y formación por módulo	USD 1.000

Si se trata de una institución académica nacional, el código se proporciona sin costo y no incluye asistencia técnica.

6.3.2 Ingresos

A continuación se describen las diferentes modalidades de comercialización del código DIONISIO:

a. Licencia código con asistencia de instalación: este concepto es por única vez ante la primera instalación del código fuente.

b. Soporte y asistencia adicional anual: en el caso de contratarse estos servicios en forma independiente a la licencia, se facturarán anualmente incluyendo la totalidad del soporte y asistencias requeridos por el cliente.

c. Licencia código con soporte y asistencia anual: este concepto incluye la licencia por el código fuente y un *fee* adicional por el servicio de soporte y asistencia.

d. Costo primer año: adicionalmente a la instalación se cobra un importe anual por el uso del código, el cobro del primer año es mayor al resto debido a los posibles incidentes por su estabilización.

e. Costo años siguientes (dentro del contrato): corresponde a la facturación por los años posteriores al primero dentro del marco del contrato firmado.

f. Renovación contrato anual: este concepto se factura ante renovaciones de contratos existentes.

g. Instalación por módulo adicional: adicionalmente al código estándar, se pueden sumar módulos especiales los cuales se facturan de manera independiente.

h. *Upgrade* de licencias del código y módulos: si el cliente desea una nueva versión del código y de sus módulos, se cobra adicionalmente.

i. Capacitaciones y formación por módulo: este servicio se brinda ante pedidos específicos de los clientes y se factura en función de los requerimientos.

En cuanto a la estructura de ingresos, la duración de los contratos es de dos años debido a los posibles cambios en el código por *upgrades* importantes y a las necesidades del mercado.

Existen otros ingresos en el Grupo vinculados a requerimientos específicos de trabajo, los cuales son facturados ad hoc. Se pueden mencionar algunos casos a modo de ejemplo:

a. "Estudio del comportamiento de barras combustibles para el reactor CAREM 25 mediante el código DIONISIO, Soba, IN-CN-01/12, (2013)"

b. Simulación del combustible destinado al CAREM 25: "Estudio del comportamiento de barras combustibles para el reactor CAREM 25 mediante el código DIONISIO. Soba, Denis, IN-CN-02/14, (2014)."

c. Simulación del combustible destinado al reactor RA-10 "Análisis de los elementos combustibles del reactor RA-10 mediante el código DIONISIO 2.0. Soba. IN-CN2002-01/15, (2016)."

d. Simulación del combustible destinado al CAREM 480. "Estudio del comportamiento de barras combustibles para el reactor CAREM 480 mediante el código DIONISIO, Soba IN-CN-2002-02/18 (2017)"

e. Análisis del comportamiento del LOOP de irradiación en casos de hipotéticas caídas de presión determinadas por un accidente del tipo LOCA: "Análisis de posibles casos de accidente tipo LOCA en el Módulo de irradiación (LOOP) del RA-10 mediante el código DIONISIO 2.3, (2018)".

Además el Grupo recibe otros ingresos por subsidios y becas que son utilizados internamente para capacitaciones, acceso a Congresos, compras de equipos, entre otros.

6.3.4 Costos

Los costos de venta directos que se muestran están vinculados a las horas de análisis y desarrollos a realizarse sobre el código, las cuales se relacionan principalmente con la toma de necesidades, relevamientos, diseño y *customización* del código para adaptarlo a las necesidades específicas de cada cliente.

El resto de las horas utilizadas en el desarrollo y actualizaciones del código por los investigadores y becarios, se toma como parte de los gastos y no se incluye en los costos de venta.

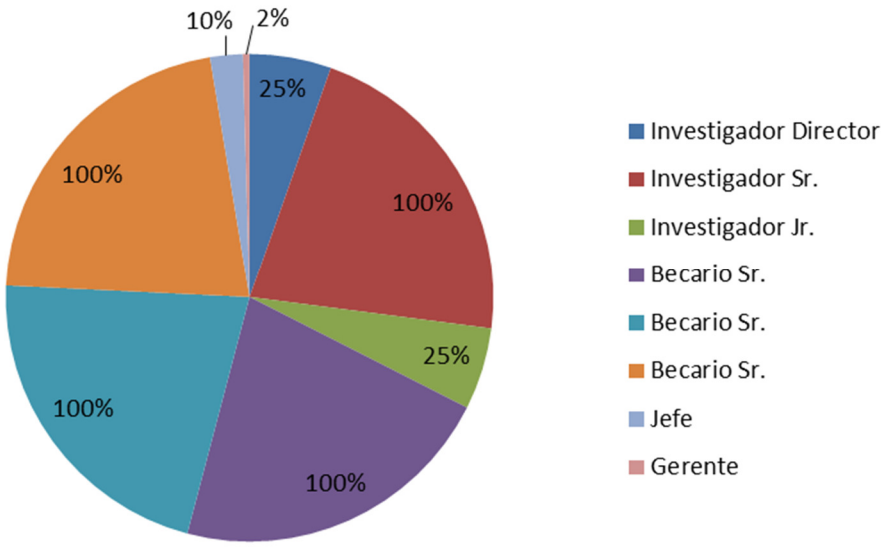
La dedicación de los investigadores y becarios, asi como del personal jerárquico en el desarrollo, mantenimiento, soporte y capacitación del código es la siguiente:

Personal y costos asociados e Investigación y Desarrollo (I+D):

Investigador Principal	25 %
Investigador Sr.	100 %
Investigador Jr.	25 %
Becario Sr.	100 %
Becario Sr.*	0 %
Becario Sr.	100 %
Jefe	10 %
Gerente	2 %

*Becario que cobra el sueldo a través de CONICET por lo que colabora con el equipo sin por ello implicar mayores costos.

Figura 6.1: Distribución del personal y costos asociados



Fuente: Elaboración propia.

Esta estructura funciona debido a que DIONISIO ya se encuentra estabilizado, si bien se requieren *upgrades* y mantenimiento, no es necesaria una dedicación exclusiva o full time.

A partir de ello los costos asociados son principalmente por remuneraciones y cargas sociales.

Los costos variables vinculados con los servicios u otros como mantenimiento, limpieza, entre otros, son absorbidos en su totalidad por el resto de las actividades que desarrolla la Sección Códigos y Modelos.

6.3.5 Gastos

Los gastos están vinculados principalmente a aquellos sueldos y cargas sociales de los investigadores que no son asociados directamente a las licencias comercializadas, pero que si lo están al desarrollo y mantenimiento del código. Adicionalmente existen otros gastos cuyos componentes se describen a continuación:

a. Activos Fijos: se considera la compra de equipos de soporte informático:
   - Computadoras, *notebooks*, servidores.
   - Licencias y paquetes de *software*.

b. Gastos variables:
   - Capacitaciones internas vinculadas con la formación de los investigadores y becarios.
   - Viáticos, para la asistencia a Congresos, foros, *workshops* y otros eventos vinculados a la energía nuclear.
   - Mantenimiento de computadoras, *notebooks* y servidores.
   - Varios, que incluye otros posibles gastos menores.

c. Necesidades y requisitos a cumplir:
   - Propiedad intelectual
   - Otros requisitos a considerar

En lo que se refiere a propiedad intelectual, es necesario el registro de la marca del producto a ser comercializado. En el caso de un *software*, el registro implica otorgarle la protección intelectual a los programas de computación, en tanto en su versión fuente como objeto, para que se encuentre amparado por la Ley 11.723 de Propiedad Intelectual. Esta ley establece que los programas de computación se consideran como las obras literarias, científicas o artísticas, e implica que al *software* se le aplica la misma normativa. Una vez registrado puede licenciarse el mismo e inscribirse el contrato.

Hay tres maneras de registrar un *software* en Propiedad Intelectual:

a. Obras Inéditas: son aquellas obras que los autores o titulares solamente utilizan en forma personal o dentro de una empresa.

b. Obras Publicadas: son aquellas obras que se venden, regalan, donan, distribuyen gratuitamente, etc. Este trámite contempla la inscripción de obras de *software* puestas en conocimiento del público.

c. Contratos de *Software* (licencias de uso, cesión de derechos y otros).

En el caso del código DIONISIO, se realizó la inscripción para su registro como Obra Inédita ante la oficina de Registro de *Software* ubicada en la CESSI (Cámara de Empresas de *Software* y Servicios Informáticos) cuyo número está en trámite.

CAPÍTULO 7 – ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

El objetivo del Proyecto bajo análisis es la cobertura de los costos fijos vinculados al desarrollo y *upgrade* del código DIONISIO, así como de parte de los gastos de la Sección Códigos y Modelos de la Gerencia Ciclo de Combustible Nuclear de la CNEA.

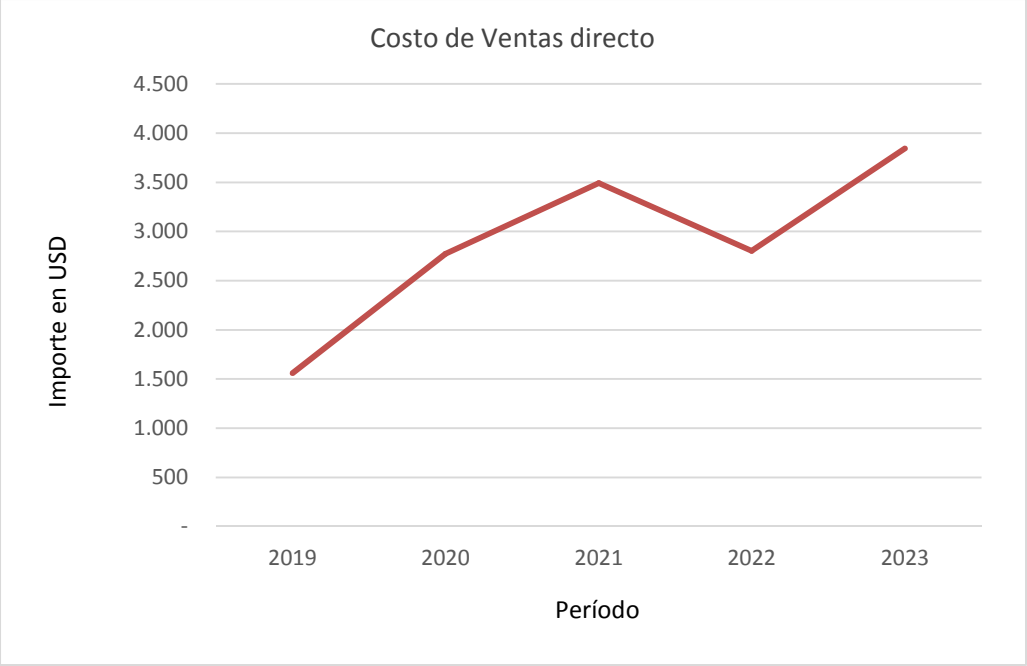
En este capítulo se analiza la evolución entre los años 2019 y 2023 de los ingresos originados por las ventas de las licencias del código y de los servicios asociados, asi como los costos de ventas, los gastos y los resultados proyectados a partir de estas variables.

También se muestra el flujo de fondos proyectado para el mismo período.

7.1 Costos directos e Ingresos

Los costos, como se menciona en el Capítulo anterior, están formados por los sueldos y cargas sociales directamente relacionados con el servicio comercializado, como se observa en la Figura 7.1 hay un crecimiento constante en el costo durante los años bajo análisis, el que está directamente relacionado al incremento estimado en las ventas.

Figura 7.1: Costo de ventas directo

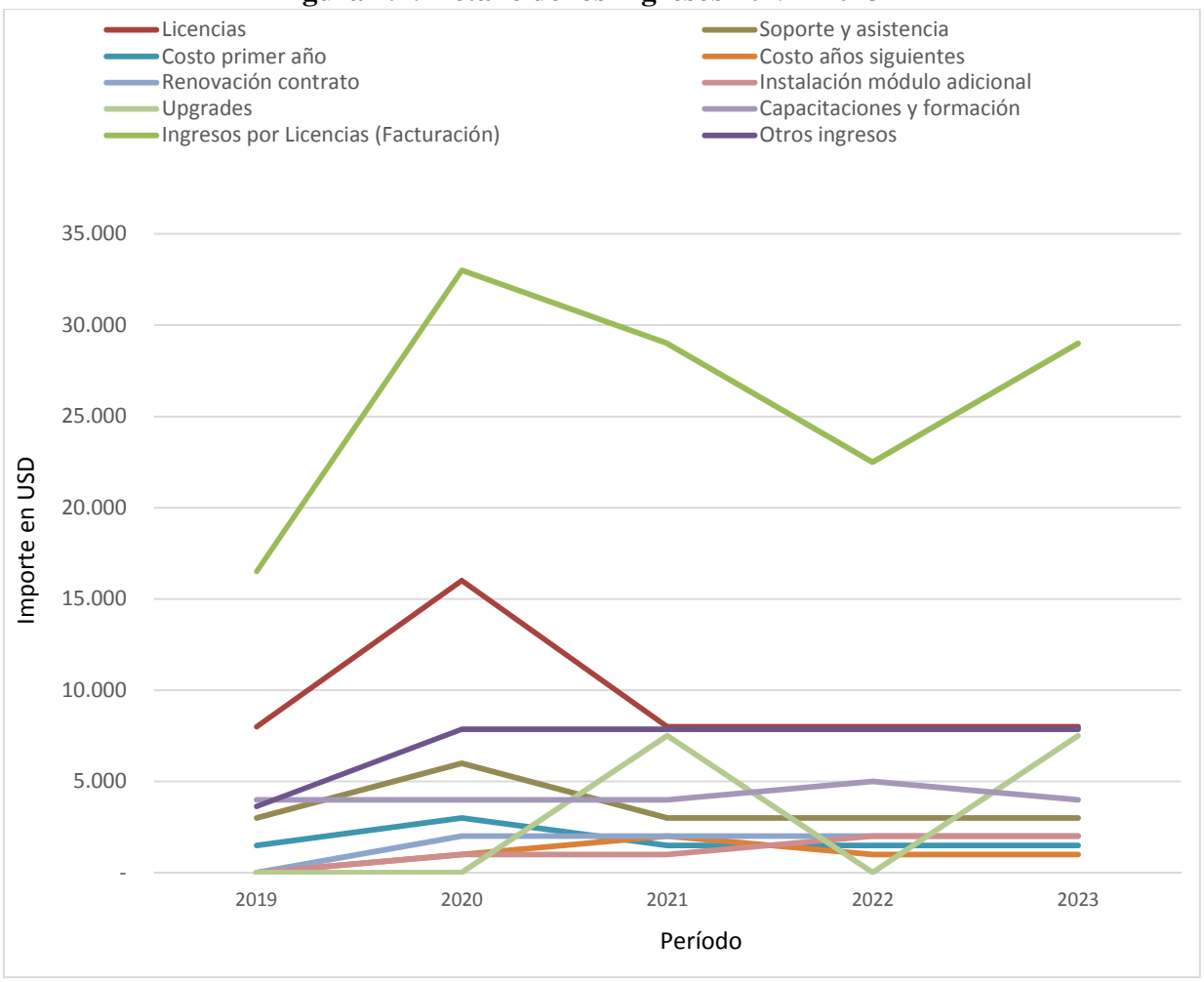


Fuente: Elaboración propia.

Analizando los ingresos, en el gráfico de la Figura 7.2 se puede observar que se proyecta un crecimiento sostenido a través del período analizado, siendo la línea de tendencia creciente.
Se pueden ver algunos incrementos mayores sobre el resto, como en el caso de la venta del servicio de *Upgrades*, esto se debe a que se estima una actualización del código cada dos años, siendo necesaria su implementación para todos los clientes, por lo que se observa un pico en la demanda de este servicio en los años 2021 y 2023; por otro lado, al proyectarse un incremento sostenido en las ventas de Licencias, también se estima una mayor demanda del resto de los servicios como Módulos adicionales, Soporte y Renovaciones de Licencias, Capacitaciones; siendo éstas últimas las de mayor demanda proyectada en unidades.
La Sección Códigos y Modelos también recibe subsidios como fuente de ingresos los cuales están relacionados directamente con DIONISIO. Ejemplos de los mismos fueron los proyectos FUMEX III (2008-2011) y FUMAC (2014-2017) en los cuales participó el código representando a la Argentina con contrato de la IAEA. Se proyecta su solicitud y aprobación para las próximas convocatorias que se estima durante el cuatrienio 2019-2023[14].

[14] Datos obtenidos a partir de entrevistas con el Investigador Principal, PhD Alejandro Soba.

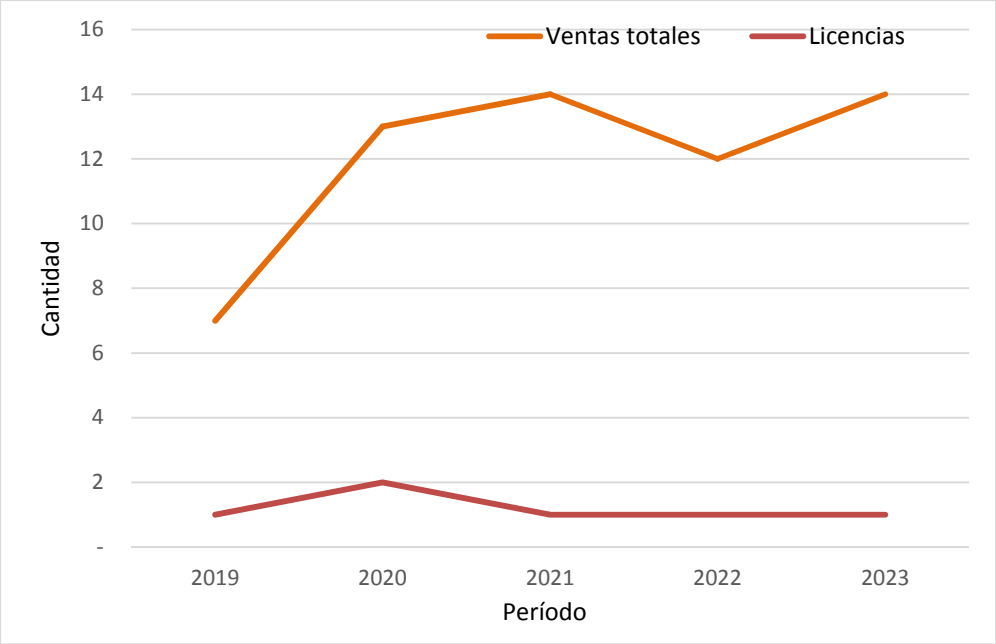
Figura 7.2: Detalle de los ingresos 2019 - 2023



Fuente: Elaboración propia.

Se proyecta una venta creciente en la cantidad de servicios, siendo constante y estable la venta de Licencias como puede observarse en el gráfico de la Figura 7.3 que se muestra a continuación:

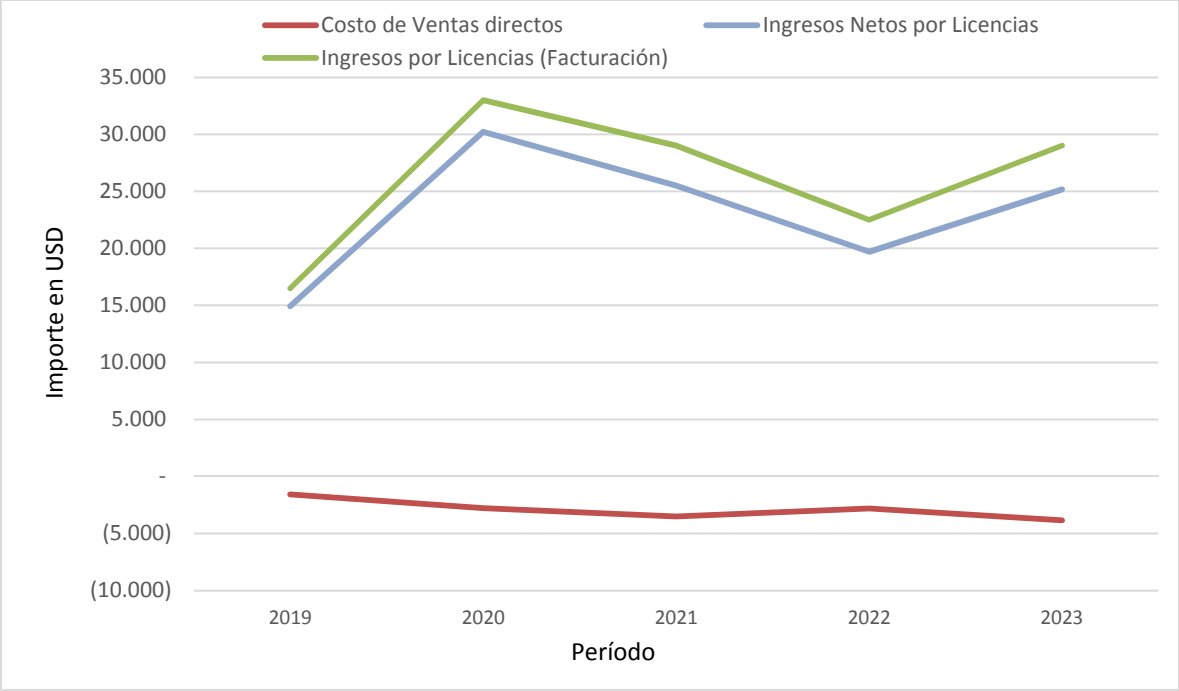
Figura 7.3: Unidades vendidas totales y Licencias 2019 - 2023



Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la facturación, se observa un incremento estable debido a la inclusión constante de nuevos clientes, lo que permite la venta de servicios adicionales y no solo mantiene, sino que aumenta los ingresos asegurándolos como puede observarse en el gráfico de la Figura 7.4 en donde se observan los ingresos y costos por ventas directos proyectados, cuyo detalle puede verse desglosado en el Cuadro 7.1.

Figura 7.4: Ingresos y Costos por ventas 2019 - 2023



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7.1: Ingresos y Costos por ventas 2019 – 2023

	Total 2019	Total 2020	Total 2021	Total 2022	Total 2023
Ingresos	**16.500,0**	**33.000,0**	**29.000,0**	**22.500,0**	**29.000,0**
Licencia código con asistencia de instalación (por única vez -	8.000,0	16.000,0	8.000,0	8.000,0	8.000,0
Licencia código con asistencia de instalación (por única vez)	-	-	-	-	-
Soporte y asistencia adicional anual	3.000,0	6.000,0	3.000,0	3.000,0	3.000,0
Licencia código con soporte y asistencia anual	-	-	-	-	-
Costo primer año	1.500,0	3.000,0	1.500,0	1.500,0	1.500,0
Costo años siguientes (dentro del contrato)	-	1.000,0	2.000,0	1.000,0	1.000,0
Renovación contrato anual	-	2.000,0	2.000,0	2.000,0	2.000,0
Instalación por módulo adicional	-	1.000,0	1.000,0	2.000,0	2.000,0
Upgrade de licencias código y módulos	-	-	7.500,0	-	7.500,0
Capacitaciones y formación por módulo	4.000,0	4.000,0	4.000,0	5.000,0	4.000,0
Total Ingresos por Licencias (Facturación)	**16.500,0**	**33.000,0**	**29.000,0**	**22.500,0**	**29.000,0**
Costo de Ventas directos	**1.560,3**	**2.774,6**	**3.491,3**	**2.802,8**	**3.842,8**
Costos	1.560,3	2.774,6	3.491,3	2.802,8	3.842,8
Total Costo de Ventas directos	**1.560,3**	**2.774,6**	**3.491,3**	**2.802,8**	**3.842,8**
Total Ingresos Netos por Licencias	**14.939,7**	**30.225,4**	**25.508,7**	**19.697,2**	**25.157,2**

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de venta representan en promedio el 10% de la facturación y se mantienen prácticamente constantes durante el proyecto analizado, fluctuando en función de las

ventas, por lo que las ventas netas crecen en la misma medida que los ingresos por facturación, siendo el margen prácticamente constante.

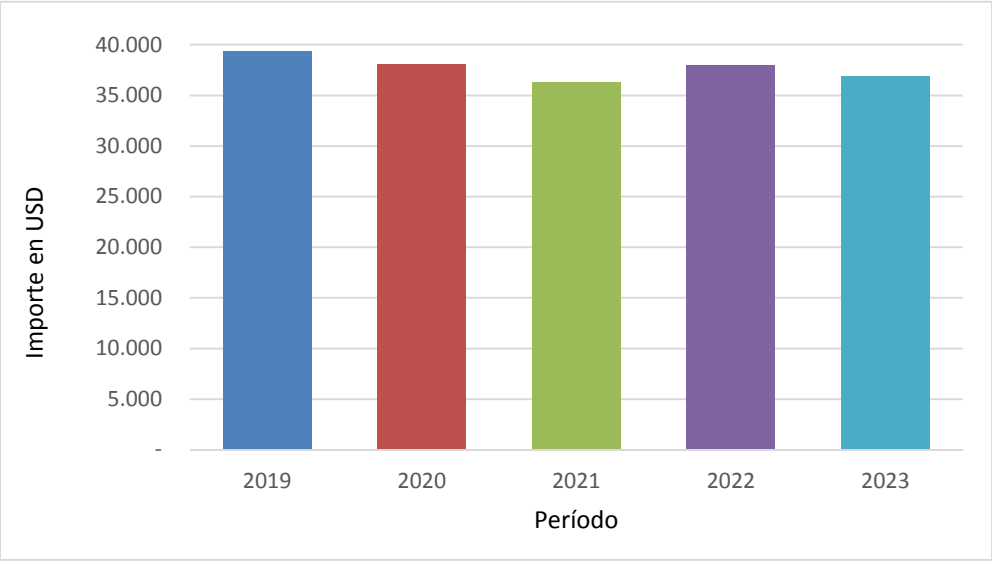
7.2 Gastos

Los Gastos, como se adelantó en el Capítulo 6, tienen como principal componente los salarios y cargas sociales del personal de CNEA que forma parte del proyecto bajo análisis. Otros gastos de menor impacto son aquellos que incluyen el equipamiento tecnológico, software, mantenimiento de máquinas y servidores; también se incluyen otros gastos variables vinculados con la formación de los investigadores y becarios, viáticos correspondientes a los viajes por traslado y el acceso a Congresos y eventos relacionados con la energía nuclear dentro del país; los recursos para la realización de viajes y Congresos internacionales se obtienen de subsidios por lo que no se consideran en este apartado. Como último grupo aquellos cuya erogación es por única vez como los vinculados a la inscripción como propiedad intelectual del código, sin embargo estos son absorbidos por la CNEA por lo que se muestran sin datos.

Los salarios y cargas sociales se mantienen constantes durante todo el período analizado por las razones de simplificación ya expuestas precedentemente en el apartado “6.2.1 Proyecciones realizadas sobre las variables inflación, tipo de cambio y salarios” del Capítulo 6.

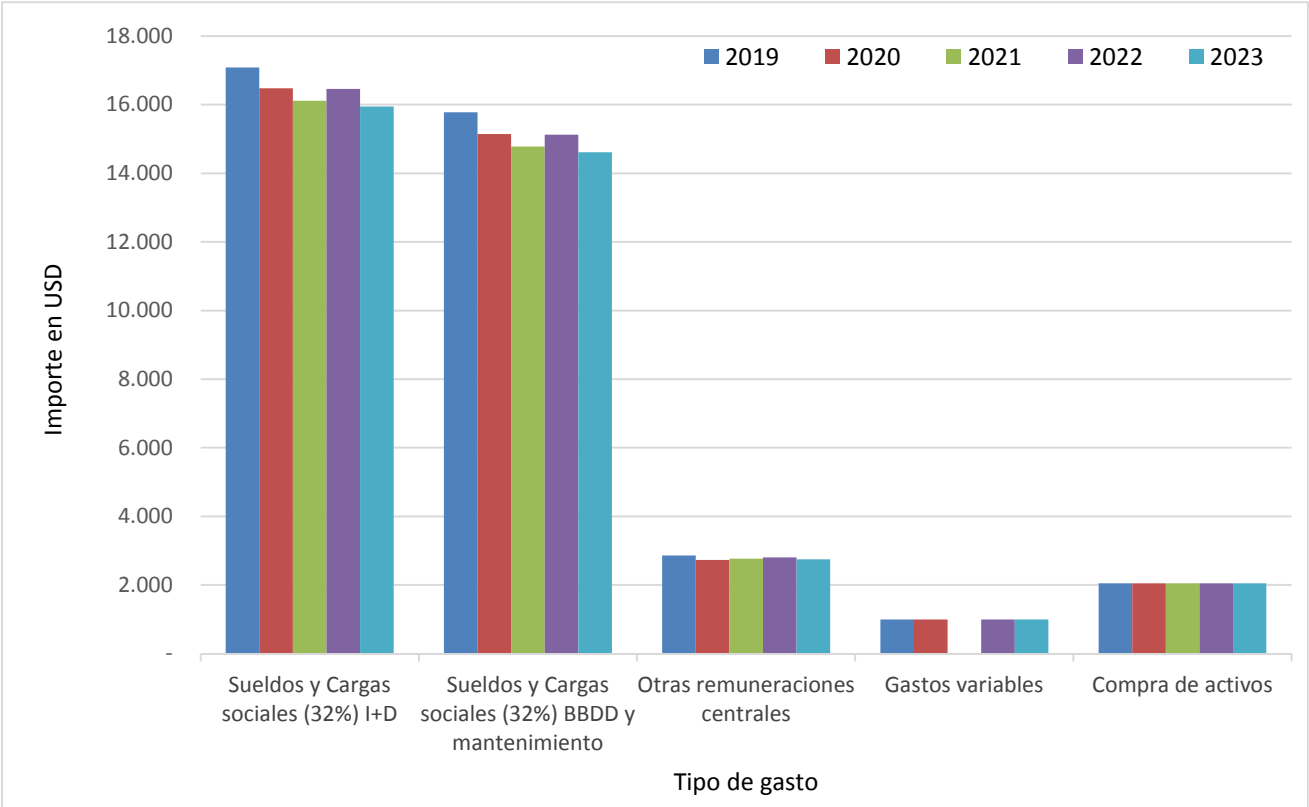
En los gráficos de las Figuras 7.5 y 7.6 se observa que los gastos se mantienen constantes, las variaciones son menores debido a varios factores, por un lado la absorción de parte de los gastos dentro de los costos de venta, por otro debido a la adquisición de computadoras y sus amortizaciones, y por las erogaciones vinculadas a gastos variables, cuyo detalle puede verse en el Cuadro 7.2:

Figura 7.5: Gastos totales 2019 - 2023



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.6: Detalle de los gastos 2019 - 2023



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7.2: Detalle de los gastos 2019 – 2023

	Total 2019	Total 2019	Total 2021	Total 2022	Total 2023
Gastos fijos	**35.729,1**	**34.348,1**	**33.670,1**	**34.393,0**	**33.301,0**
Sueldos y Cargas sociales (32%) I+D	17.082,9	16.475,7	16.117,4	16.461,7	15.941,7
Sueldos y Cargas sociales (32%) BBDD y mantenimiento	15.780,0	15.141,4	14.783,1	15.127,3	14.607,3
Otras remuneraciones centrales	2.866,2	2.731,0	2.769,6	2.804,0	2.752,0
Gastos variables	**2.054,3**	**2.054,3**	**2.054,3**	**2.054,3**	**2.054,3**
Viáticos y acceso a Congresos y evenos	2.054,3	2.054,3	2.054,3	2.054,3	2.054,3
Honorarios e inscripciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Propiedad intelectual	-	-	-	-	-
Otros Honorarios	-	-	-	-	-
Compra de activos	**1.000,0**	**1.000,0**	**-**	**1.000,0**	**1.000,0**
Equipos, Computadoras y Servidores	1.000,0	1.000,0	-	1.000,0	1.000,0
Teléfonos	-	-	-	-	-
Licencias de software	-	-	-	-	-
Paquetes de software	-	-	-	-	-
Otros Gastos	**554,9**	**636,2**	**520,0**	**550,8**	**572,1**
Amortizaciones	554,9	636,2	520,0	550,8	572,1
Total Gastos	**39.338,3**	**38.038,6**	**36.244,4**	**37.998,2**	**36.927,4**

Fuente: Elaboración propia.

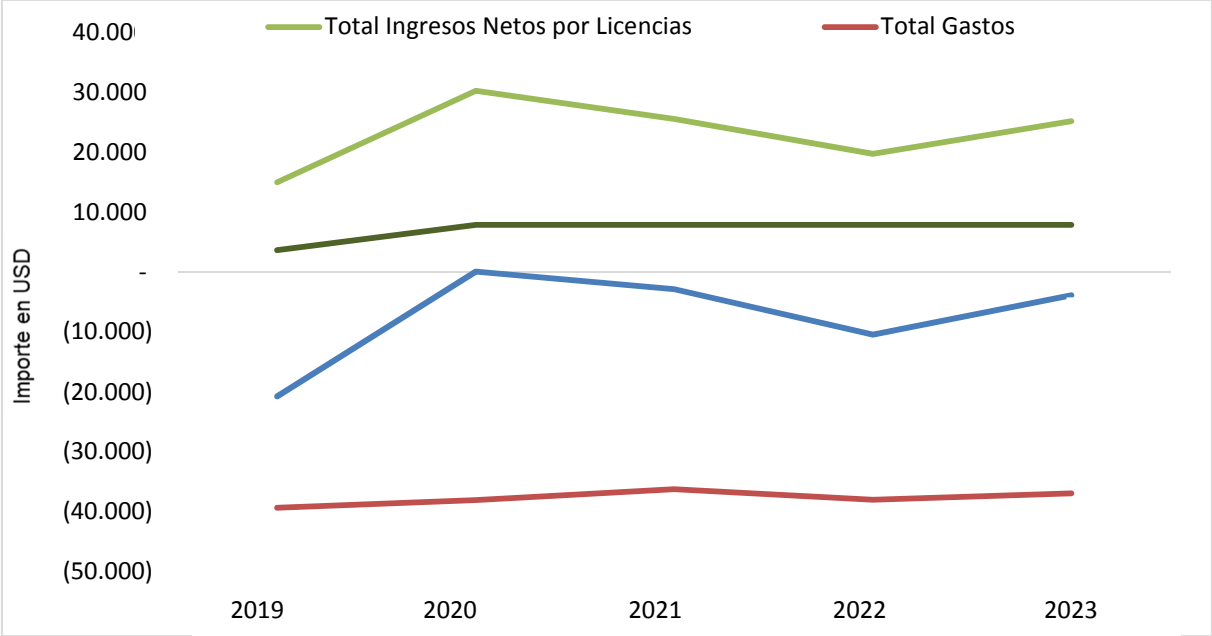
7.3 Resultados proyectados y análisis costo-beneficio

La venta de servicios relacionados con el código DIONISIO así como los subsidios recibidos a partir de la participación del código en proyectos patrocinados por la IAEA, permite cubrir una parte importante de los gastos, lo que incluso en algún año permite obtener resultados positivos.

Es así que en el 2019 cubre el 47%, en el año 2020 se proyecta que la venta de estos servicios y los subsidios obtenidos cubra la totalidad de los gastos, mientras que en el año 2021 los ingresos permiten afrontar casi la totalidad de los egresos con el 92%, mientras que en los años 2022 y 2023 la cobertura es del 73% y 89% respectivamente.

Esto puede analizarse en detalle en el gráfico de la Figura 7.7 y en el Cuadro 7.3 que se muestran a continuación:

Figura 7.7: Resultado 2019 - 2023



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7.3: Resultado 2019 - 2023

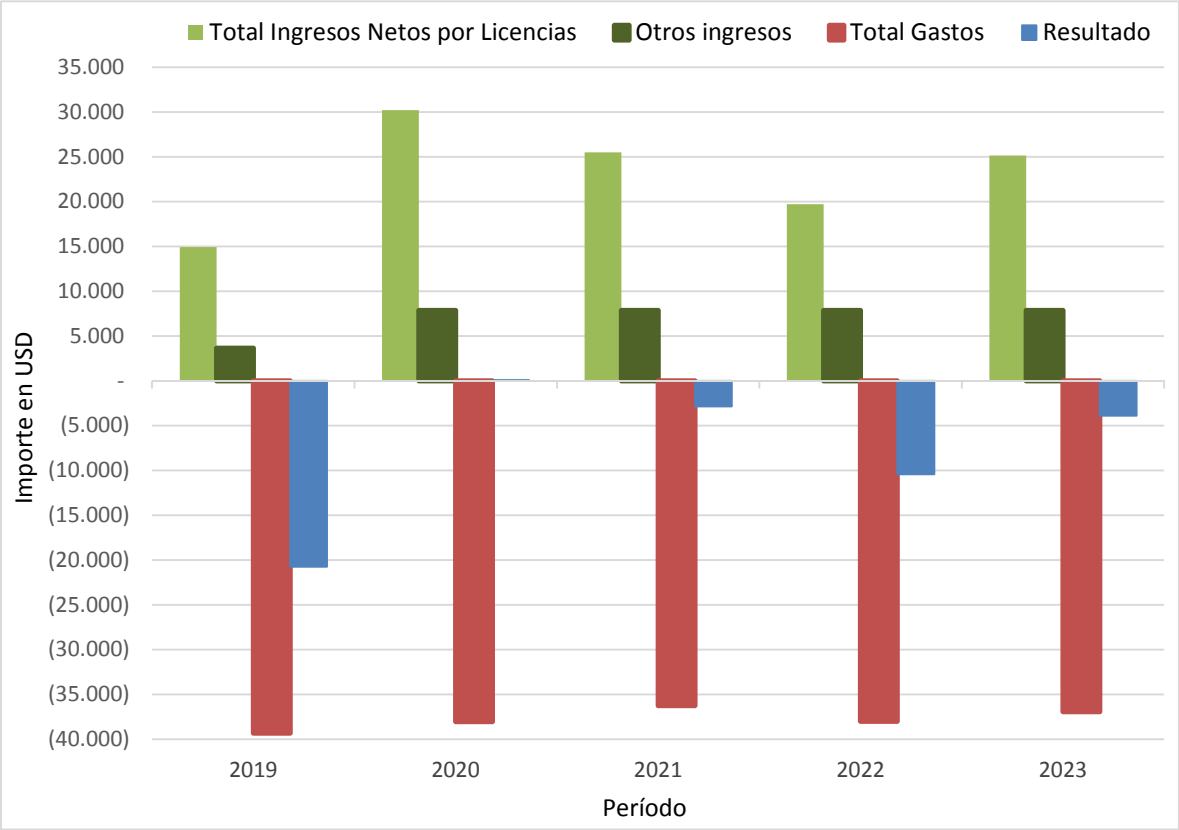
	Total 2019	Total 2020	Total 2021	Total 2022	Total 2023
Total Ingresos por Licencias (Facturación)	16.500,0	33.000,0	29.000,0	22.500,0	29.000,0
Total Costo de Ventas directos	1.560,3	2.774,6	3.491,3	2.802,8	3.842,8
Total Ingresos Netos por Licencias	14.939,7	30.225,4	25.508,7	19.697,2	25.157,2
Otros ingresos	3.630,0	7.865,0	7.865,0	7.865,0	7.865,0
Total Ingresos	18.569,7	38.090,4	33.373,7	27.562,2	33.022,2
Total Gastos	39.338,3	38.038,6	36.244,4	37.998,2	36.927,4
Resultado	-20.768,6	51,7	-2.870,7	-10.435,9	-3.905,2

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7.8 puede verse la relación entre los ingresos, costos, gastos y resultados desarrollados en los apartados anteriores, esto implica que la Sección Códigos y Modelos, a partir de este proyecto, podrá ser más eficiente a nivel financiero e incluso con parte de los ingresos obtenidos a través de la comercialización del código podrá autofinanciarse y participar en una mayor cantidad de congresos nacionales e internacionales, intercambios y

conferencias como expositor. Adicionalmente tendrán recursos propios para acceder a mejores equipamientos, lo que generará mayor eficiencia en la producción interna y en el desarrollo y *upgrades* del código DIONISIO.

Figura 7.8: Cobertura de Gastos 2019 - 2023



Fuente: Elaboración propia.

Si se analizan en detalle los ingresos, costos directos y gastos proyectados para los años 2019 a 2023, como se observa en el Cuadro 7.4, se espera un importante crecimiento en el año 2020 en los ingresos debido a un crecimiento en las ventas de Licencias del código a clientes 'cautivos', y la de los servicios de Soporte y asistencia adicionales y la Instalación de módulos adicionales. Además se espera cobrar el *fee* por los costos asociados a las renovaciones. Respecto de las capacitaciones y formación a brindar, se estima una prestación constante de este servicio. Se prevé la puesta en producción de los *upgrades* cada dos años por la evolución necesaria en el código.

Los cambios en las ventas, costos directos y gastos esperados para el período bajo análisis, tomando como base el año 2019, son los siguientes:

	2019	2020	2021	2022	2023
Evolución Ingresos por ventas	base	100%	-12%	-22%	29%
Evolución Costos de ventas	base	78%	-16%	-23%	28%
Evolución Otros Ingresos	base	117%	0%	0%	0%
Evolución Gastos	base	-3%	-5%	5%	-3%

Se confirma el mayor incremento en las ventas e ingresos en el año 2020 debido a que durante el 2019 se realizarán acciones comerciales que permitan promover la compra del código, luego se estima una estabilización con ventas crecientes, aunque en menor medida, para final del período analizado.

Cuadro 7.4: Presupuesto económico proyectado 2019 – 2023

	Total 2019	Total 2020	Total 2021	Total 2022	Total 2023
Ingresos	**16.500,0**	**33.000,0**	**29.000,0**	**22.500,0**	**29.000,0**
Licencia código con asistencia de instalación (por única vez -	8.000,0	16.000,0	8.000,0	8.000,0	8.000,0
Licencia código con asistencia de instalación (por única vez)	-	-	-	-	-
Soporte y asistencia adicional anual	3.000,0	6.000,0	3.000,0	3.000,0	3.000,0
Licencia código con soporte y asistencia anual	-	-	-	-	-
Costo primer año	1.500,0	3.000,0	1.500,0	1.500,0	1.500,0
Costo años siguientes (dentro del contrato)	-	1.000,0	2.000,0	1.000,0	1.000,0
Renovación contrato anual	-	2.000,0	2.000,0	2.000,0	2.000,0
Instalación por módulo adicional	-	1.000,0	1.000,0	2.000,0	2.000,0
Upgrade de licencias código y módulos	-	-	7.500,0	-	7.500,0
Capacitaciones y formación por módulo	4.000,0	4.000,0	4.000,0	5.000,0	4.000,0
Total Ingresos por Licencias (Facturación)	**16.500,0**	**33.000,0**	**29.000,0**	**22.500,0**	**29.000,0**
Costo de Ventas directos	**1.560,3**	**2.774,6**	**3.491,3**	**2.802,8**	**3.842,8**
Costos	1.560,3	2.774,6	3.491,3	2.802,8	3.842,8
Total Costo de Ventas directos	**1.560,3**	**2.774,6**	**3.491,3**	**2.802,8**	**3.842,8**
Total Ingresos Netos por Licencias	**14.939,7**	**30.225,4**	**25.508,7**	**19.697,2**	**25.157,2**
Otros ingresos	**3.630,0**	**7.865,0**	**7.865,0**	**7.865,0**	**7.865,0**
Subsidios	3.630,0	7.865,0	7.865,0	7.865,0	7.865,0
Total Ingresos	**18.569,7**	**38.090,4**	**33.373,7**	**27.562,2**	**33.022,2**
Gastos fijos	**35.729,1**	**34.348,1**	**33.670,1**	**34.393,0**	**33.301,0**
Sueldos y Cargas sociales (32%) I+D	17.082,9	16.475,7	16.117,4	16.461,7	15.941,7
Sueldos y Cargas sociales (32%) BBDD y mantenimiento	15.780,0	15.141,4	14.783,1	15.127,3	14.607,3
Otras remuneraciones centrales	2.866,2	2.731,0	2.769,6	2.804,0	2.752,0
Gastos variables	**2.054,3**	**2.054,3**	**2.054,3**	**2.054,3**	**2.054,3**
Viáticos y acceso a Congresos y evenos	2.054,3	2.054,3	2.054,3	2.054,3	2.054,3
Honorarios e inscripciones	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Propiedad intelectual	-	-	-	-	-
Otros Honorarios	-	-	-	-	-
Compra de activos	**1.000,0**	**1.000,0**	**-**	**1.000,0**	**1.000,0**
Equipos, Computadoras y Servidores	1.000,0	1.000,0	-	1.000,0	1.000,0
Otros Gastos	**554,9**	**636,2**	**520,0**	**550,8**	**572,1**
Amortizaciones	554,9	636,2	520,0	550,8	572,1
Total Gastos	**39.338,3**	**38.038,6**	**36.244,4**	**37.998,2**	**36.927,4**
Resultado	**-20.768,6**	**51,7**	**-2.870,7**	**-10.435,9**	**-3.905,2**

Fuente: Elaboración propia.

7.4 Presupuesto Financiero

En el *cash flow* proyectado puede observarse que se cubre la totalidad de los costos directos y una importante proporción del resto de los gastos vinculados, como ya se explicó en el capítulo anterior, con las remuneraciones y cargas sociales. El detalle puede verse en el Cuadro 7.5 a continuación:

Cuadro 7.5: Presupuesto financiero proyectado 2019 - 2023

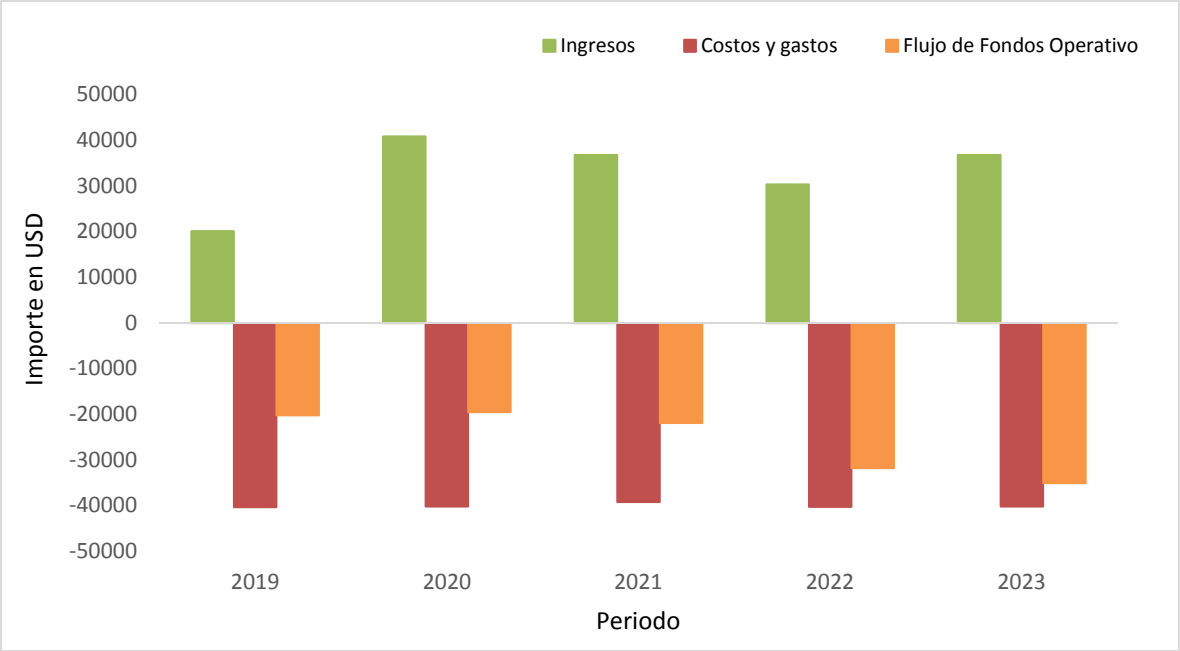
	2019	2020	2021	2022	2023
Saldo	**-**	**-20.214**	**-19.526**	**-21.876**	**-31.762**
Ingresos por ventas	16.500	33.000	29.000	22.500	29.000
Costos directos	-1.560	-2.775	-3.491	-2.803	-3.843
Otros ingresos	3.630	7.865	7.865	7.865	7.865
Sueldos y remuneraciones	-35.729	-34.348	-33.670	-34.393	-33.301
Gastos variables	-2.054	-2.054	-2.054	-2.054	-2.054
Otras erogaciones	-	-	-	-	-
Inversiones de Capital	-1.000	-1.000	-	-1.000	-1.000
Flujo de Fondos Operativo	**-20.214**	**-19.526**	**-21.876**	**-31.762**	**-35.095**

Fuente: Elaboración propia.

Si bien el flujo de fondos es negativo, con flujos positivos en algunos meses dentro de cada año, los ingresos permiten afrontar casi la totalidad de los costos disminuyendo fuertemente la carga para la CNEA; el primer año debido a los menores ingresos proyectados, el flujo es negativo y no se llega a cubrir la totalidad en los siguientes períodos. Es importante aclarar que si bien los saldos son negativos, es decir que se requieren fondos externos para cubrir los gastos de la Sección Códigos y Modelos, estos son absorbidos por la CNEA por lo que no se requiere recurrir a financiación para afrontarlos.

Esto se distingue claramente en el siguiente gráfico de la Figura 7.9, en donde el flujo de fondos negativo es menor al gasto total por la cobertura parcial de los ingresos por ventas, flujo positivo proyectado a partir de la puesta en marcha del proyecto de comercialización del código DIONISIO.

Figura 7.9: Presupuesto financiero, Ingresos y Gastos proyectados 2019 - 2023



Fuente: Elaboración propia.

7.5 Valor del Negocio

Se espera un crecimiento estable en las ventas del código en los próximos 5 (cinco) años del proyecto, debido principalmente a la venta de Licencias y *Upgrades*, los beneficios alcanzados permiten cubrir la totalidad de los costos directos y gran parte de los gastos asociados, logrando en algunos períodos resultados positivos en el negocio.

El valor del negocio está dado principalmente por la presencia en el Mercado, el cual es muy especializado y competitivo. La alta calidad del código y el servicio de *customización*, la flexibilidad del equipo para adaptarse a las solicitudes específicas de cada cliente, así como las capacidades únicas del código DIONISIO que permiten simular en una misma herramienta tanto el comportamiento de combustibles destinados a reactores de investigación, como el destinado a reactores de potencia o generación de energía, le otorgan un valor especial en comparación con la competencia.

Como contrapartida, se observa una falta de cobertura de la totalidad de los gastos y la ausencia de beneficios en ciertos períodos.

No se observan riesgos asociados al avance del proyecto, ya que actualmente la Sección Códigos y Modelos de la Gerencia Ciclo de Combustible Nuclear de la CNEA trabaja en este código, y una mayor exhibición y presencia que permitan lograr ventas y acompañar el modelo, no representas riesgos en relación a la reputación e imagen de la CNEA sino por el contrario, le otorgan una mejor imagen en cuanto al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la Comisión. Tampoco se observan riesgos monetarios asociados, como se detalló en el Capítulo 4 sobre Estrategias, en el apartado Análisis de Riesgos.

No se detectan costos adicionales importantes, salvo aquellos vinculados con la *customización* para la venta, los cuales son absorbidos en su totalidad con la facturación proyectada, ya que serán trasladados el 100% al precio de venta.

Por otro lado, como beneficio adicional, puede mencionarse la inmediatez del inicio del proyecto, ya que no requiere capital de trabajo adicional ni recursos organizacionales específicos, salvo aquellos con los que ya cuenta la Sección, el único costo adicional detectado es la necesidad del registro del software en Propiedad Intelectual, el cual tiene un bajo costo asociado y brinda un importante beneficio asegurando y garantizando los derechos vinculados a la propiedad intelectual de CNEA.

CAPÍTULO 8 – CONCLUSIONES

El análisis realizado a partir de este proyecto, en el que se plantea la comercialización del sistema DIONISIO, código que predice el comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación, demuestra que no solo está dentro de los objetivos estratégicos de CNEA y en particular de la GCCN, sino que contribuye ampliamente a potenciarlos.

Se pudo comprobar que el código tiene un alto rendimiento que le permite competir con el resto de los códigos conocidos y comercializados internacionalmente, habiendo competido en varios experimentos de renombre mundiales tanto a nivel local como internacional, ejemplo de ellos son FUMEX III y FUMAC.

Si bien el código actualmente se brinda a otros actores dentro del ámbito de CNEA, esto se hace acotadamente y sin cargo o a cambio de aportes en equipos cuando esta participación está relacionada a proyectos externos, por lo que existe la posibilidad de ampliar la cartera y ofrecerlo además a organismos internos y externos a CNEA, permitiendo la sinergia con otros departamentos con los que ya se poseen vínculos afianzados e incluso con empresas con las que se mantiene relación. Como se vio en el análisis, se han identificado potenciales clientes no explotados que podrían estar interesados en el código como lo son empresas argentinas entre las que se destacan CONUAR, DIOXITEK, NASA e INVAP, que podrían solicitar los servicios de DIONISIO en forma directa para el análisis de distintos comportamientos del combustible nuclear; organismos internacionales, como las comisiones de energía atómica de otros países y empresas públicas o privadas relacionadas al desarrollo de la energía nuclear; y finalmente instituciones que adquirieron o se muestran interesadas en adquirir un reactor nuclear construido en Argentina, es decir ‘cautivos’.

Si bien los costos de la Sección Códigos y Modelos son cubiertos totalmente por la CNEA, ya que el código forma parte de las actividades propias de la GCCN desde hace casi dos décadas, a partir de la comercialización de DIONISIO es posible obtener ingresos adicionales que hasta el momento no estaban previstos, lo que permitirá cubrir parte de las erogaciones propias de la comercialización y una importante proporción de los gastos en los que incurre la Sección, y a su vez fomentar la investigación interna y el desarrollo de innovaciones en materia de energía nuclear. Esto permitiría al equipo tener mayores recursos para su equipamiento técnico, formación interna, acceso a congresos, foros y otras actividades nacionales e internacionales vinculadas con la energía nuclear.

BIBLIOGRAFÍA

Direction de l'énergie Nucléaire. Rapport d'activité CEA DEN. 2014. Centre de Saclay, Gif-sur-Yvette cedex, Francia. Disponible en http://www.cea.fr/Documents/rapport-activites-CEA-DEN-2014.*pdf*.

Fuel Modelling at Extended Burn up. Report of the Co-ordinated Research Programme on Fuel Modelling at Extended Burnup — FUMEX 1993-1996. 1998. En IAEA TECDOC. Austria: Enero 1998. No. 998. Disponible en https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_998_prn.pdf

Fuel Performance Analysis Capability in FALCON. 2002. En *EPRI*. Palo Alto, Estados Unidos: 6 de Diciembre 2002. Producto 1002866. Disponible en https://www.epri.com/#/pages/product/1002866/?lang=en-US

GEELHOOD, K., LUSCHER, W., BEYER, C. 2011. FRAPCON-3.4: A Computer Code for the Calculation of Steady-State, Thermal-Mechanical Behavior of Oxide Fuel Rods for High Burnup. En *Office of Nuclear Regulatory Research*. Washington, Estados Unidos: Marzo 2011, *NUREG/CR-7022*. Volume 1, PNNL-19418.

GEELHOOD, K., LUSCHER, W., CUTA, J.M., PORTER, I. 2016. FRAPTRAN-2.0: A Computer Code for the Transient Analysis of Oxide Fuel Rods. En *Pacific Northwest National Laboratory*. Washington, Estados Unidos: Mayo 2016, report number: PNNL-19400, Vol.1 Rev2.

GEELHOOD, K., LUSCHER, W., RAYNAUD, P., PORTER, I. 2015. FRAPCON-4.0: A Computer Code for the Calculation of Steady-State, Thermal-Mechanical Behavior of Oxide Fuel Rods for High Burnup. En *Pacific Northwest National Laboratory*. Washington, Estados Unidos: Septiembre 2015, report number: PNNL-19418, Vol.1 Rev.2.

HELFER, T. 2016. *Étude de l'impact de la fissuration des Combustibles nucléaires oxyde sur le Comportement normal et incidentel des Crayons combustible.* En *Tesis para la obtención del grado de Doctor de l'École Centrale de Lyon Spécialité, Mécanique.* Lyon, Francia: Marzo 2006. Número de orden EC2006-10.

Improvementof Computer Codes Used for Fuel Behavior Simulation (FUMEX–III). 2013. En *Report of a Coordinated Research Project 2008–2012.*Viena, Austria: Marzo 2013, *IA IAEA-TECDOC-1697*.

KRAKOWIAK, F. 2018. Se agudiza la crisis del sector nuclear. En *Página12*. Buenos Aires: Mayo 2018.

_____, 2018. Desmantelamiento de una industria clave. En *Página12*. Buenos Aires: Junio 2018.

LEMES, M., SOBA, A., DAVERIO, H., DENIS, A. 2017. Inclusion of models to describe severe accident conditions in the fuel simulation code DIONISIO. En *Nuclear Engineering and Design.* 15 de Abril 2017, Vo1. 315, *pp.* 1-10.

LEMES, M., SOBA, A., DENIS, A. 2014. Inclusión en el código Dionisio 2.0 de modelos de accidentes. En *AATN (Asociación Argentina de Tecnología Nuclear).* Buenos Aires: Agosto 2014.

_____, 2014. Modelo termoquímico de una barra combustible nuclear en condiciones normales y de accidente. En *Mecánica Computacional Vol XXXIII*. San Carlos de Bariloche: Graciela Bertolino, Mariano Cantero, Mario Storti y Federico Teruel (Eds.), 23-26 de Septiembre 2014, *pp.* 2857-2869 (artículo completo)

Ley de Ministerios, Decreto 801/2018. 2018. Buenos Aires: Poder Ejecutivo Nacional. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/normativa/decreto-801-2018-314078.

Ley de Ministerios, Ley 22.520 - texto ordenado por decreto 438/92. 1992. Buenos Aires: Poder Ejecutivo Nacional. Disponible en http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/45000-49999/48853/texact.htm

Les combustibles nucléaires. 2012. En *CEA, DEN.* Centre de Saclay, Gif-sur-Yvette cedex, Francia: 8 de Diciembre 2012. Disponible en http://www.cea.fr/Pages/domaines-recherche/energies/energie-nucleaire/combustibles-nucleaires.aspx.

MARINO, A., PEREZ, E., ADELFANG, P. 1996. Irradiation of Argentine (U,Pu)O2 MOx fuels. Postirradiation results and experimental analysis withthe BACO code. En *J.Nucl. Mater.* 229.

Memoria y Balance 2016. 2017. En *Comisión Nacional de Energía Atómica*. Buenos Aires: VCRE Gráfica S.A.

MARELLE, V., GOLDBRONN, P., BERNAUD, S., CASTELIER, E., JULIEN, J., NKONGA, K., NOIROT, L., RAMIÈRE, I. 2016. New developments in ALCYONE 2.0 fuel performance code. En *Proceedings of Top Fuel*. *CEA, DEN, Cadarache.* Saint Paul Lez Durance, France.

PEREZ, D. M., WILLIAMSON, R. L., NOVASCONE, S. R., LARSON, T. K., HALES, J. D., SPENCER, B.W., PASTORE, G.. 2013. An Evaluation of the Nuclear Fuel Performance Code BISON. En *International Conference on Mathematics and Computational Methods Applied to Nuclear Science & Engineering (M&C 2013).* Sun Valley, Idaho, USA: CD-ROM, American Nuclear Society, LaGrange Park, IL, 5 al 9 de mayo 2013.

Plan Estratégico 2015-2025. Actualización del Plan Estratégico 2010-2019. 2015. En *Comisión Nacional de Energía Atómica.* Buenos Aires.

Reactivity Initiated Accident (RIA) Fuel Codes Benchmark Phase-II Volume 1: Simplified Cases Results Summary and Analysis. 2016. En *Nuclear Safety.* París, Francia: Marzo 2016, Nuclear Safety NEA/CSNI/R(2016)6/VOL1.

Reactivity Initiated Accident (RIA) Fuel Codes Benchmark Volume 1. 2013. En *Nuclear Safety NEA/CSNI/R.* París, Francia: Noviembre 2013, Nuclear Safety NEA/CSNI/R(2013)7.

SAH, D. N., VISWANATHAN, U. K., VISWANADHAM, C. S., UNNIKRISHNAN, K., RATH, B. N. 2008. Blind prediction exercise on modeling of PHWRfuel at extended burn up. En *J. Nucl. Mater.* 383.

SCHUBERT, A., GYÖRI, C., ELENKOV, D., LASSMANN, K., VAN DE LAAR, J. 2003. Analysis of Fuel Centre Temperatures with the TRANSURANUS Code. En *Paper to be presented at the International Conference on Nuclear Fuel for Today and Tomorrow – Experiences and Outlook*. Würzburg, Alemania: *pp.* 16-19.

SOBA, A. 2016. Análisis de los elementos combustibles del reactor RA-10 mediante el código DIONISIO 2.0. Buenos Aires: IN-CN2002-01/15.

SOBA, A. 2018. Análisis de posibles casos de accidente tipo LOCA en el Módulo de irradiación (LOOP) del RA-10 mediante el código DIONISIO 2.3. Buenos Aires.

SOBA, A. 2017. Estudio del comportamiento de barras combustibles para el reactor CAREM 480 mediante el código DIONISIO. Buenos Aires: IN-CN-2002-02/18.

SOBA, A., DENIS, A. 2015. Dionisio 2.0: new version of the code for simulating a whole nuclear fuel rod under extended irradiation. En *Nuclear Engineering and Design N°* 292. Octubre 2015, *pp.* 213–221.

SOBA, A., DENIS, A. 2013. Estudio del comportamiento de barras combustibles para el reactor CAREM 25 mediante el código DIONISIO. Buenos Aires: IN-CN-01/12.

SOBA, A., DENIS, A. 2014. Estudio del comportamiento de barras combustibles para el reactor CAREM 25 mediante el código DIONISIO. Buenos Aires: IN-CN-02/14.

SOBA, A., DENIS, A. 2014. Placa 3D: a three-dimensional code to simulate the irradiation behaviors of Disperse/Monolithic nuclear fuel for research and test reactors. En *IGORR (International Group Operating Research Reactors) Conference*. San Carlos de Bariloche: Noviembre 2014.

SOBA, A., DENIS, A., LEMES, M., GONZÁLEZ, M. E. 2014. Modelado del comportamiento del combustible nuclear bajo irradiación mediante DIONISIO 2.0. En *Revista de la CNEA*. Buenos Aires: Vol. 53-54.

SOBA, A., DENIS, A., ROMERO, L., VILLARINO, E., SARDELLA, F. 2013. A high burn-up model developed for the DIONISIO code. En *Journal of Nuclear Materials 433*. Febrero 2013 *pp.* 160–166.

SOBA, A., LEMES, M., GONZÁLEZ, M. E, DENIS, A., ROMERO, L. 2014. Simulation of the behaviour of nuclear fuel under high burnup condition. En *Annals of Nuclear Energy.* Vol 70.

SUZUKI, M., SAITOU, H., UDAGAWA, Y., NAGASE, F. 2013. Light Water Reactor Fuel Analysis Code FEMAXI-7; Model and Structure, Reactor Safety Research Unit Nuclear Safety Research Center. En *Reactor Safety Research Unit. Nuclear Safety Research Center. Japan Atomic Energy Agency.* Tokai-mura. Naka-gun, Ibaraki-ken, Japón: Julio 2013, JAEA-Data/Code 2013 - 005.

https://datosgobar.github.io/energia/

http://datos.gob.ar/dataset?q=balances+energeticos

http://datos.gob.ar/dataset?q=ejecucion-presupuestaria-de-la-administracion-publica-nacional

http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm

http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno10/nuclear/nuclear_archivos/Page429.htm

http://infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/162106/norma.htm

http://itu.jrc.cec.eu.int/Annual_Reports/annual_report_2001/index.htm

http://itu.jrc.ec.europa.eu/

http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?d=PALL&f=G&l=50&p=1&r=1&Sect1=PTO1&Sect2=HITOFF&u=%2Fnetahtml%2FPTO%2Fsrchnum.htm&s1=9,666,310.PN.&OS=PN/9,666,310&RS=PN/9,666,310

http://www.cea.fr/

http://www.cea.fr/Documents/monographies/combustibles-nucl%C3%A9aires_r%C3%A9acteurs-eau.pdf

http://www.hpci-office.jp/pages/e_h2911_poster_session

http://www.hpci-office.jp/pages/e_project_categories_hardware?tab=resource

http://www.iaea.org

http://www.invap.com.ar/es/

https://www.minhacienda.gob.ar/onp/empresas/2017

https://www.minhacienda.gob.ar/onp/presupuestos/2016

http://www.new.areva.com/

http://www.nuklearforum.ch/de/en/nuclearplanet

http://www.oecd-nea.org/dbprog/

http://www.oecd-nea.org/dbprog/links.htm

http://www.oecd-nea.org/dbprog/notelo.htm

http://www.oecd-nea.org/dbprog/RSICC.PDF

http://www.oecd-nea.org/dbprog/service.htm

http://www.oecd-nea.org/science/fuel/ifpelst.html

http://www.oecd-nea.org/tools/abstract/detail/nesc0694/

http://www.oecd-nea.org/tools/abstract/list/category/%2A

http://www.orano.group/

http://www.rist.or.jp/

http://www4vip.inl.gov/research/licensing/

http://www4vip.inl.gov/research/licensing/d/licensing.pdf

http://www-cadarache.cea.fr/

http://wwwndc.jaea.go.jp/

https://datosgobar.github.io/energia/

https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/transuranus

https://elpais.com/internacional/2011/03/14/actualidad/1300057215_850215.html

https://frapcon.labworks.org/

https://frapcon.labworks.org/

https://frapcon.labworks.org/request.html

https://frapcon.labworks.org/request.html

https://inlimages.inl.gov/imageserver/docs/inl/TechnologyDeployment/INL_Program_Participant_Form.docx

https://inlimages.inl.gov/imageserver/docs/inl/TechnologyDeployment/PatentLicenseEX_Nov11.pdf

https://techportal.eere.energy.gov/patent.do/ID=34358

https://www.casarosada.gob.ar/informacion/archivo/29229-inauguracion-de-la-planta-de-enriquecimiento-de-uranio-en-el-complejo-tecnologico-pilcaniyeu-palabras-de-la-presidenta-de-la-nacion

https://www.edf.fr/

https://www.epri.com/#/pages/product/000000003002005391/

https://www.epri.com/#/search/Fuel%20Reliability%20Program%20Falcon%20Fuel%20Performance%20Code%20(Falcon)%20Version%201.3.0.2/?to=1516051791219&from=902997008780

https://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/energia-nuclear-en-el-mundo

https://www.iaea.org/about/governance/list-of-member-states

https://www.inl.gov/

https://www.inl.gov/wp-content/uploads/2015/09/Licensing_Agreements_Website.pdf

https://www.jaea.go.jp/english/

https://www.laizquierdadiario.com/Energia-Nuclear-en-Argentina-mitos-controversias-y-realidades

https://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/research/obtainingcodes.html

https://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/research/obtainingcodes.html

https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/contract/cr6739/v1/

https://www.nrc.gov/site-help/search.html?q=FRAPTRAN&site=allSites#gsc.tab=0&gsc.q=FRAPTRAN&gsc.sort=

https://www.oecd-nea.org/dbprog/

https://www.oecd-nea.org/globalsearch/search.php?q=TRANSURANUS&go-button=

https://www.oecd-nea.org/tools/abstract/detail/nea-1080

https://www.pagina12.com.ar/120161-desmantelamiento-de-una-industria-clave

https://www.pnnl.gov/business/

https://www.pnnl.gov/business/default.aspx?topic=Licensing_Guidelines

https://www.pnnl.gov/frapcon3/

https://www.sujb.cz/en/

Documentos consultados

License Agreement of FALCON. Disponible en https://www.epri.com/#/?lang=en-US.

License Agreement of BISON. Disponible en https://www.inl.gov/wp-content/uploads/2015/09/Licensing_Agreements_Website.pdf.

Licence for using such codes, RSICC, TRANSURANUS. 2016. Disponible en http://www.oecd-nea.org/.

Non-Disclosure Agreement for a Computer Code of the U.S. En *Nuclear Regulatory Commission.* FRAPCON/FRAPTRAN Project Manager. Fuels and Source Term Code Development Branch. Office of Nuclear Regulatory Research. U.S. Nuclear Regulatory Commission. Washington, Estados Unidos: M.S. C3A07M.

Software License Agreement of TRANSURANUS. Disponible en http://www.oecd-nea.org/.

GLOSARIO

LOCA, Lost of Coolant Accident: Accidente por pérdida de refrigerante.

LWR, Light Water Reactor: Reactores que utilizan agua liviana como refrigerante.

Método de Elementos finitos: Método numérico utilizado para resolver ecuaciones diferenciales en derivadas parciales lineales y no lineales mediante la discretización del dominio de resolución sobre el que se plantean funciones polinómicas como aproximación de la solución buscada.

Modularización: Hace referencia a la programación modular de los códigos que poseen un núcleo o kernel común y diversas funcionalidades independientes.

MOX: Combustibles compuestos por Óxidos Mixtos en general Óxido de Uranio y Óxido de Plutonio.

MTR, Material test Reactors: Reactores dedicados a investigación. Originalmente se denominaron MTR por su uso en el testeo de materiales frente a la irradiación. Hoy en día suele denominarse reactores de investigación o de alto flujo, y además de para testeo de materiales, se utilizan en la producción de radioisótopos o en medicina nuclear.

PHWR, Presurized High Water Reactors: Reactores que utilizan agua pesada presurizada como refrigerante.

PLACA: Hace referencia al tipo de combustible utilizado en reactores de investigación, con formas de placas.

PWR, Presurized Water Reactors: Reactores que utilizan agua presurizada como refrigerante.

WWER: Similar a PWR pero versión Rusa.

ANEXOS

Requerimientos de solicitud de DIONISIO

República ARGENTINA  COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA	Centro Atómico Constituyentes Unidad de Actividad: COMBUSTIBLES NUCLEARES Sector: Dpto. Combustibles Nucleares. (Códigos y modelos)	Informe Técnico: CNEA.CN.IT. 01/2011 Fecha:25/11/2011

INFORME TECNICO

Título: **Estimación de la evolución del radio externo de la vaina del EC 11-10**

Preparado por:
Alicia Denis, Alejandro Soba.

Trabajo realizado por:
Alejandro Soba, Alicia Denis.

RESUMEN:

Se provee, utilizando el código DIONISIO, la estimación de los parámetros que se listan a continuación, obtenidos para una barra CAREM en el elemento combustible (EC) 11-10, a partir de la potencia lineal correspondiente a diferentes sectores seleccionados y de la potencia lineal promediada en toda la barra.

- radio externo de la vaina en los sectores 1, 3-4, 9-10, 13-14 y en promedio
- presión externa para los mismos casos.
- comportamiento de los radios internos para el caso del sector mas exigido (9-10).
- elongación de la barra bajo la potencia promedio.
- elongación de la columna de pastilla bajo la potencia promedio
- tensiones en la vaina para el promedio y el sector más exigido.
- temperatura central y en la zona del gap para el promedio.

PROYECTO:

U.A.Combustibles Nucleares-C.A.C.
Avda. Constituyentes y Gral. Paz
1650 - San Martín - Bs. As. - Argentina
e-mail: denis@cnea.gov.ar;
soba@cnea.gov.ar

Tel: (0054)- 11-6772-7241
Fax:(0054)- 11-6772-7345

FO-PR-001 r2

	GERENCIA CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR	IN-CN-02/14 Rev.: "0"
	INFORME	Página: 1 de 28

TÍTULO: **Estudio del comportamiento de barras combustibles para el reactor CAREM 25 mediante el código DIONISIO**

1. OBJETIVO

Simulación de parámetros geométricos, térmicos y mecánicos de una barra combustible CAREM en función del tiempo y/o del quemado, empleando el código DIONISIO.

2. ALCANCE

Analizar el comportamiento de barras combustibles sometidas a condiciones normales de operación y a rampas de potencia preestablecidas.

Preparó		Revisó			Intervino calidad	Aprobó
A. Soba	A. Denis	M. Markiewicz			A. Piazza	D. Marchi

REVISIONES

Rev.	Fecha	Modificaciones
0	07/07/2014	Original

FECHA DE VIGENCIA:

DISTRIBUCIÓN	ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia Nº:	
Distribuyó:	Fecha:
	Firma:

NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.

	GERENCIA CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR Sección Códigos y Modelos	IN-CN-**/15 Rev.: 0
	INFORME	Página: 1 de 23

TITULO: **Análisis de los elementos combustibles del reactor RA-10 mediante el código DIONISIO 2.0**

1. OBJETIVO

Analizar el comportamiento de los elementos combustibles para el reactor RA-10. Se simula mediante el código DIONISIO 2.0 la evolución de los principales parámetros geométricos, térmicos y mecánicos.

2. ALCANCE

Contribuir al análisis del comportamiento de las placas combustibles para el reactor RA-10 durante la etapa de la ingeniería de detalle del Proyecto.

Preparó		Revisó			Intervino calidad	Aprobó
A. Soba		A. Denis	E. Estévez		A. Piazza	D. Marchi

REVISIONES

Rev.	Fecha	Modificaciones
0	15/09/2015	Original

FECHA DE VIGENCIA: INMEDIATA

DISTRIBUCIÓN	ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia Nº:	
Distribuyó:	Fecha:
	Firma:

NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.

FO-PR-001 r2

	GERENCIA CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR **Sección Códigos y Modelos**	**IN-CN-2002-02/18** Rev.: "0"
	INFORME	Página: 1 de 10

TÍTULO: **Análisis de posibles casos de accidente tipo LOCA en el Módulo de Irradiación (LOOP) del RA-10 mediante el código DIONISIO 2.3**

1. OBJETIVO

Analizar el comportamiento del LOOP de irradiación en casos de hipotéticas caídas de presión determinadas por un accidente del tipo LOCA. Se simula mediante el uso del módulo de accidente incluido en el código DIONISIO 2.3.

2. ALCANCE

Contribuir al análisis de seguridad del Módulo de Irradiación perteneciente al reactor experimental RA-10.

Preparó		Revisó			Intervino calidad	Aprobó
A. SOBA		M Lemes	A. Denis			D. MARCHI

REVISIONES

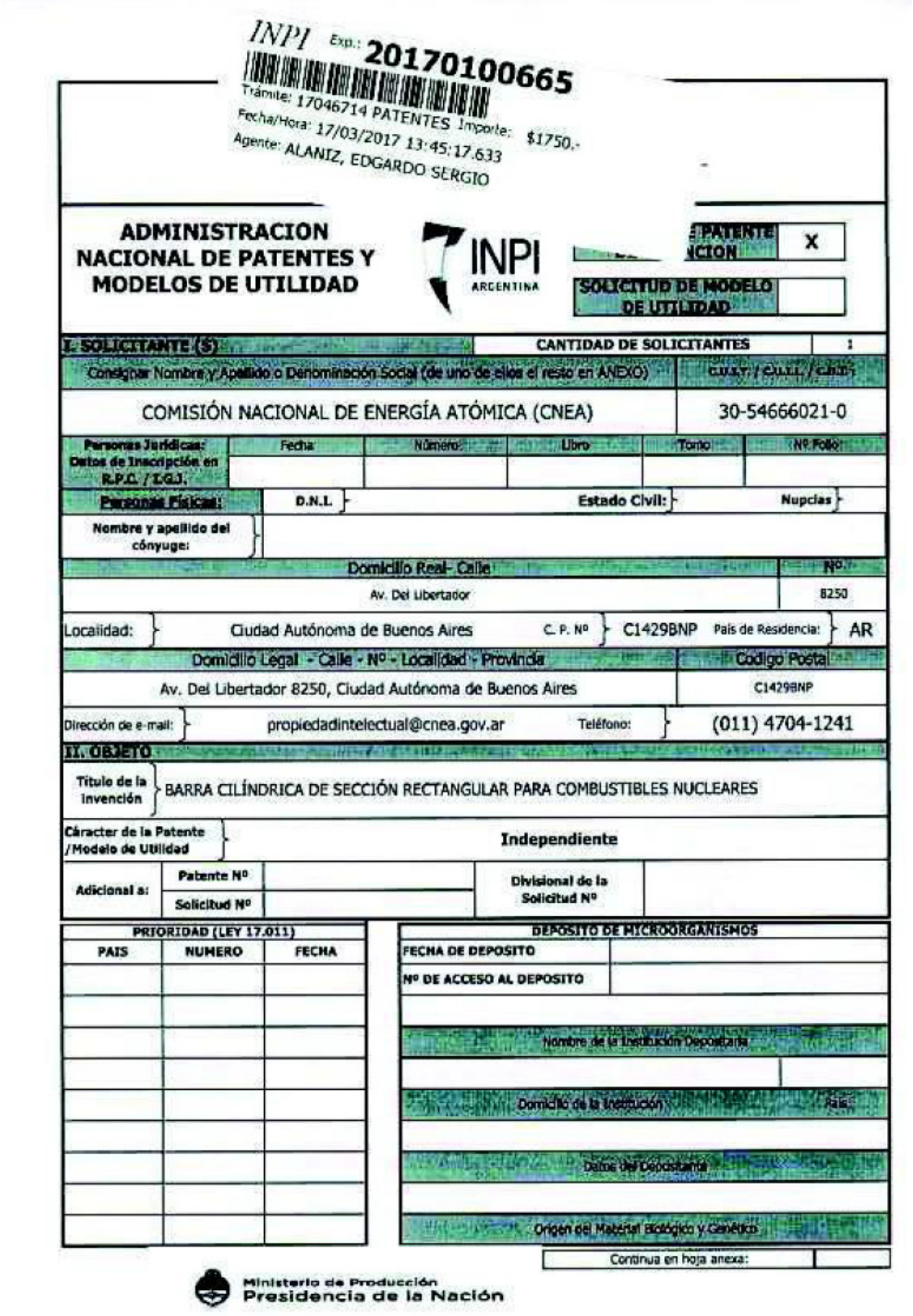
Rev.	Fecha	Modificaciones
0	16/04/2018	Original

FECHA DE VIGENCIA:

DISTRIBUCIÓN	ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia Nº:	
Distribuyó:	Fecha: Firma:

NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.

Patentes obtenidas a partir de DIONISIO



INPI Exp.: 20170100665
Trámite: 17046714 PATENTES Importe: $1750,-
Fecha/Hora: 17/03/2017 13:45:17.633
Agente: ALANIZ, EDGARDO SERGIO

ADMINISTRACION NACIONAL DE PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD

INPI ARGENTINA

PATENTE DE INVENCION: X

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD:

I. SOLICITANTE (S) — CANTIDAD DE SOLICITANTES: 1

Consignar Nombre y Apellido o Denominación Social (de uno de ellos el resto en ANEXO)	C.U.I.T. / C.U.I.L. / C.D.I.
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (CNEA)	30-54666021-0

Personas Jurídicas: Datos de Inscripción en R.P.C. / I.G.J.	Fecha	Número	Libro	Tomo	Nº Folio

Personas Físicas: D.N.I. | Estado Civil: | Nupcias

Nombre y apellido del cónyuge:

Domicilio Real - Calle	Nº
Av. Del Libertador	8250

Localidad: Ciudad Autónoma de Buenos Aires — C. P. Nº: C1429BNP — País de Residencia: AR

Domicilio Legal - Calle - Nº - Localidad - Provincia	Código Postal
Av. Del Libertador 8250, Ciudad Autónoma de Buenos Aires	C1429BNP

Dirección de e-mail: propiedadintelectual@cnea.gov.ar — Teléfono: (011) 4704-1241

II. OBJETO

Título de la Invención: BARRA CILÍNDRICA DE SECCIÓN RECTANGULAR PARA COMBUSTIBLES NUCLEARES

Carácter de la Patente /Modelo de Utilidad: Independiente

Adicional a: Patente Nº / Solicitud Nº — Divisional de la Solicitud Nº

PRIORIDAD (LEY 17.011)

PAIS	NUMERO	FECHA

DEPOSITO DE MICROORGANISMOS

FECHA DE DEPOSITO	
Nº DE ACCESO AL DEPOSITO	

Nombre de la Institución Depositaria

Domicilio de la Institución — País

Datos del Depositante

Origen del Material Biológico y Genético

Continua en hoja anexa:

Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación

III. SOCIEDADES

SOCIEDAD REPRESENTADA POR	Edgardo Sergio Alaniz				QUIEN
DECLARA BAJO JURAMENTO QUE INVISTE EL CARÁCTER DE	Apoderado				QUE SU
MANDATO SE ENCUENTRA VIGENTE Y LA SOCIEDAD SE HALLA INSCRIPTA EN	Resolución CNEA Nº 250/16 del 19/08/16 (BAP 42/16)				
Datos de Inscripción en R.P.C. / I.G.J.	Fecha:	Número	Nº Folio	Tomo:	

IV. MANDATO

Poder inscripto en el I.N.P.I. bajo el número

EN ESTE ACTO SE AUTORIZA A:

1)	Carla Florencia Guffanti Loustaunau	DNI	36.156.360
2)		DNI	
3)		DNI	

X	Para todas aquellas gestiones de mero trámite tales como practicar desgloses, rebrar testimonios, certificados, títulos, copias y notificaciones en el expediente.
X	Contestar vistas, desistir solicitud, realizar peticiones (solamente cuando el Autorizado sea Agente de la Propiedad Industrial)

SE ACOMPAÑA PODER	SÍ	**AGENTE Nº**	2282	

V. DECLARACION DE DIVULGACION PREVIA

A los efectos de lo indicado en el Art. 5º de la Ley 24.481, manifiesta que el presente invento ha sido previamente: ☐ **En caso afirmativo en fecha:** **¿por qué medio?**

VI. OBSERVACIONES

Inventores:
Adolfo MARAJOFSKY (D.N.I. M4.399.685)
Alejandro SOBA (D.N.I. 20.729.791)

Se deja constancia que los datos vertidos en el presente formulario revisten el carácter de declaración jurada; cualquier falsedad inserta en el mismo acarreará las consecuencias legales correspondientes.

NOTA: El pago del arancel correspondiente deberá concretarse al momento de la presentación o durante, las dos primeras horas de atención del subsiguiente día hábil. De no ocurrir el pago en dicho plazo, de pleno derecho de tendrá por no efectuada la presentación, la que no producirá efecto alguno.

Carla Florencia Guffanti Loustaunau	Edgardo Sergio Alaniz - Agente Nº 2282
Firma del / los autorizado / s	Firma del solicitante o su apoderado o representante legal

USO INTERNO

LA PRESENTACION CONSTA DE **FOJAS**

CAMBIO DOMICILIO/CORREO ELECTRONICO/TELEFONO: **FECHA**

Domicilio Real - Calle		Nº

Localidad: C. P. Nº País de Residencia:

Domicilio Legal - Calle - Nº - Localidad - Provincia	Codigo Postal

Dirección de e-mail: Teléfono:

CAMBIO DE APODERADO / AUTORIZADO: **FECHA**

Nuevo Apoderado o Autorizado:

TRANSFERENCIA O CAMBIO DE RUBRO:

Instituto Nacional de la Propiedad Industrial

Departamento Tesorería

Cuit N° 30-68630753-7 I.V.A. Exento Av. Paseo Colon 717 C.F.

Recibo N° 17009669 **17/03/2017 13:55**

Usuario : abelza **Terminal: caja4**

Comp	Exped	Fecha / Hora	Solicitante
17046714	20170100665	17/03 13:45	ALANIZ, EDGARDO SERGIO

Código	Descripción	Cantidad	Importe
311900	PATENTES-PRESENTACION DE SOLICITUD HASTA 10 REIVINDICACIONES (PATENTE, P/FISICA)	1	1750,00

Forma de Pago :
1750,00 Efectivo -

Total a Abonar: **$1.750,00**

17 MAR 2017
TESORERIA
PAGADO

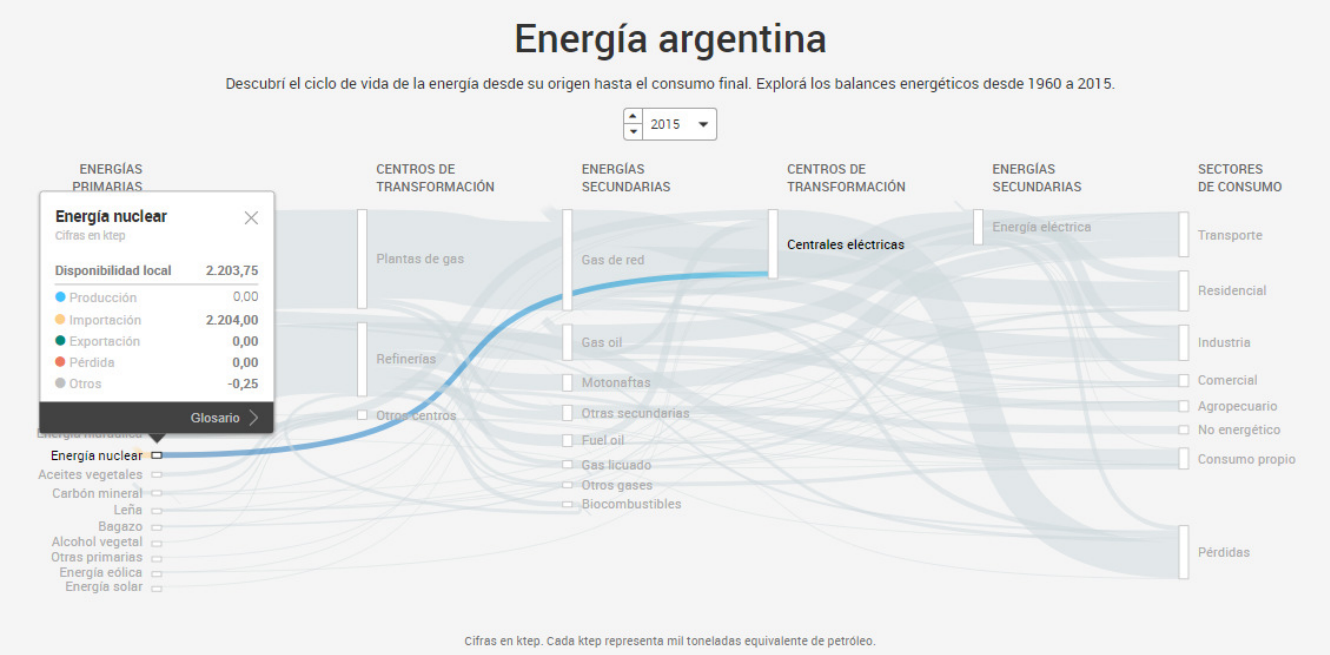
Detalle del Organigrama de CNEA

Ciclo del Combustible Nuclear	Gerencia
Mantenimiento de Instalaciones Relevantes	Sección
Secretaría y Despacho	Sección
Seguridad Radiología Nuclear y Salvaguardias	División
Diseño e Ingeniería de Elementos Combustibles	División
Laboratorio de Simulación de Materiales Combustibles	División
Nuevos Materiales y Dispositivos	División
Tecnología Nuclear Innovativa	Departamento
Descontaminación y Desarrollos Especiales	Sección
Instrumentación y Fisico-Química de Materiales Fisionables	Sección
Desarrollos Electrónicos	División
Planificación y Coordinación Presupuestaria	Departamento
Comercio Internacional	Sección
Gestión Administrativa y Contable	División
Control y Gestión Presupuestaria	División
Elementos Combustibles para Reactores de Investigación	Departamento
Lingotes Polvos y Compactos	División
Placas Combustibles	División
Control de Calidad	División
Tecnología de Aleaciones de Circonio	Departamento
Planta Piloto para la Fabricación de Aleaciones Especiales	División
Laboratorio de Materiales para la Fabricación de Aleaciones Especiales	División
Ingeniería de Elementos Combustibles	Departamento
Gestión de la Calidad	Sección
Proyecto Mecánico y Apoyo Técnico Administrativo	División
Diseño y Comportamiento	División
Materiales y Procesos	División
Procesos Químicos y Materiales Nucleares	Subgerencia
Gestión Administrativa y Compras	Sección
Control Químico e Ingeniería de Plantas	Departamento
Ingeniería e Infraestructura	División
Ingeniería de Plantas	Sección
Infraestructura y Mantenimiento	Sección
Química Analítica en Medios Activos	División

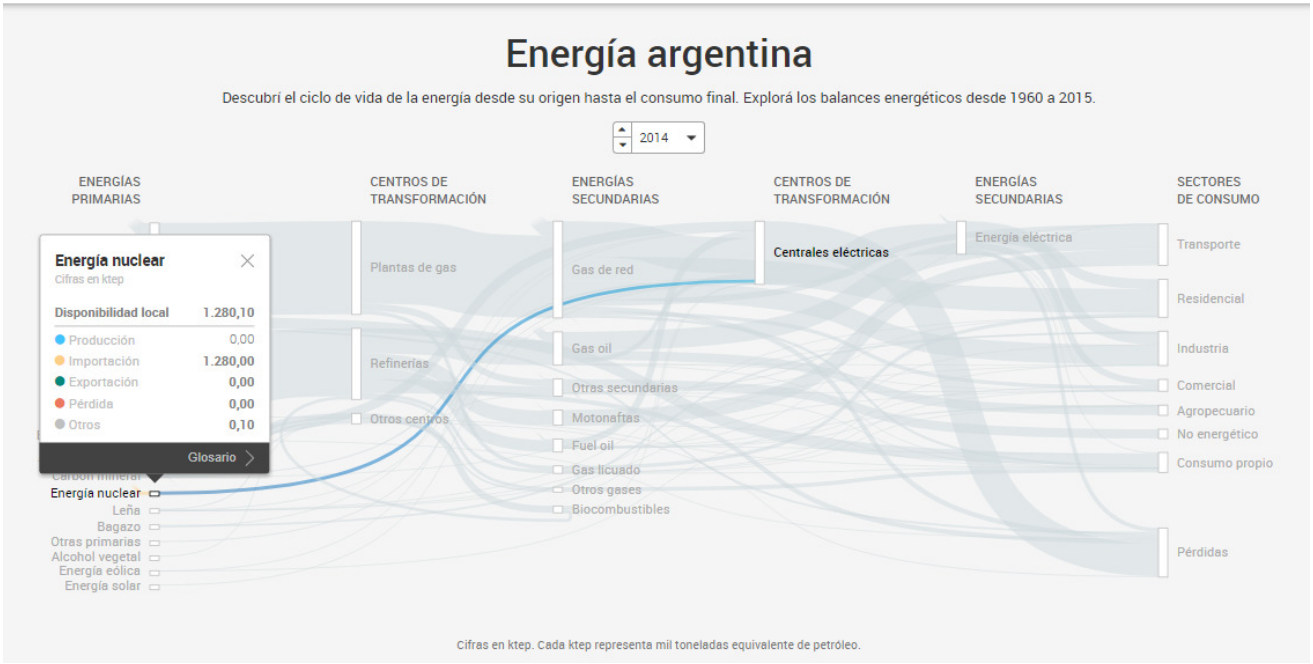
Comportamiento y Manejo de Elementos Combustibles Irradiados	Departamento
Comportamiento de Elementos Combustibles y Componentes	División
Manejo de Elementos Combustibles Irradiados	División
Recuperacióin de Uranio	Departamento
Laboratorio Triple Altura	División
Procesamiento y Ensayos Radioquímicos	División
Laboratorio Uranio Enriquecido	División
Desarrollo de Procesos	División

Desarrollo de Tecnología de Combustibles para Reactores de Potencia y Experimentales	Subgerencia
Componentes Estructurales y Combustibles de Muy Alta Densidad	Sección
Códigos y Modelos	**Sección**
Caracterización de Combustibles Nucleares	División
Combustibles MOX	Departamento
Control Físico-Químico	División
Ingenieria	División
Combustibles Avanzados	Departamento
Nucleos Cerámicos y Venenos Quemables	División
Polvos Cerámicos Nucleares	División
Procesos de Conversión	Departamento
Ingeniería y Procesos de Obtención de Polvos	División
Laboratorio de Desarrollo de Compuestos de Uranio	División

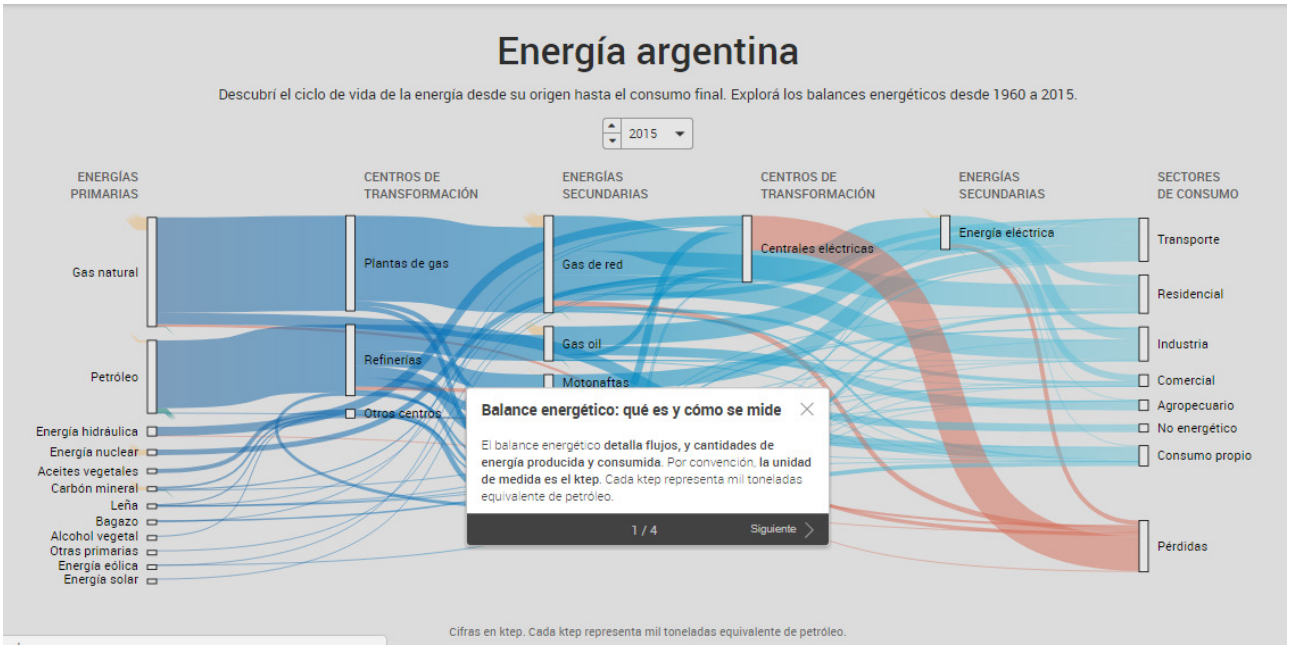
Diagramas Sankey de Balances Energéticos



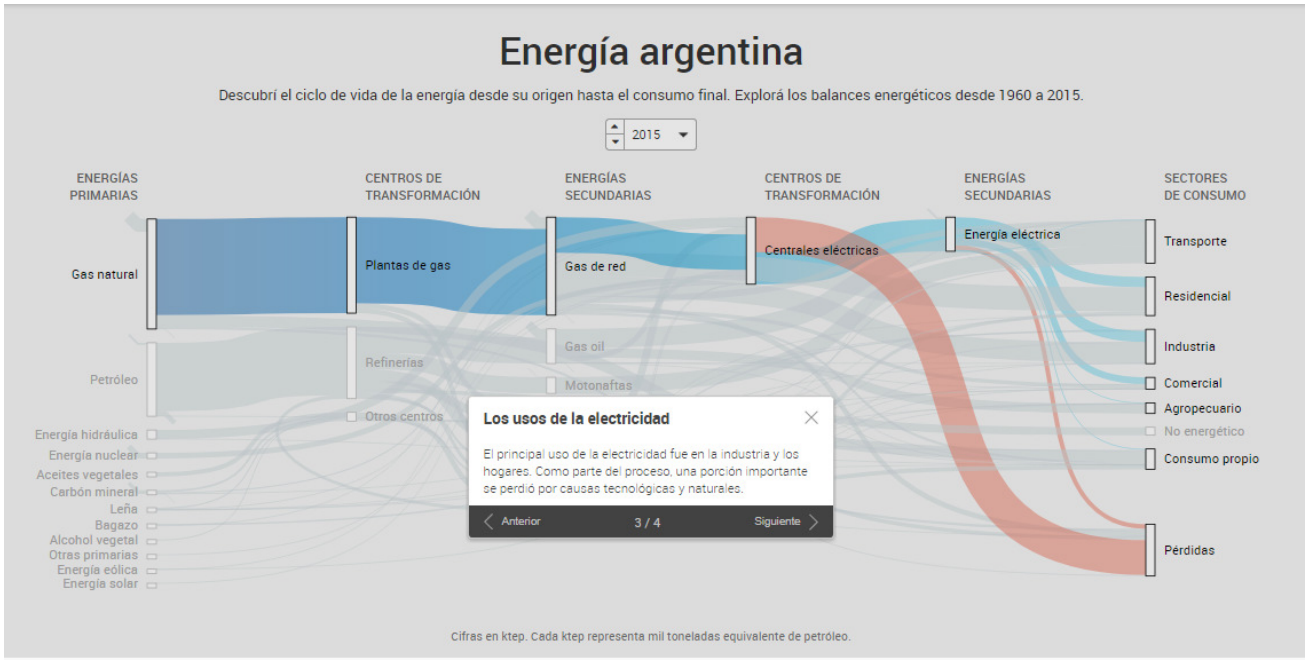
Fuente: https://datosgobar.github.io/energia/



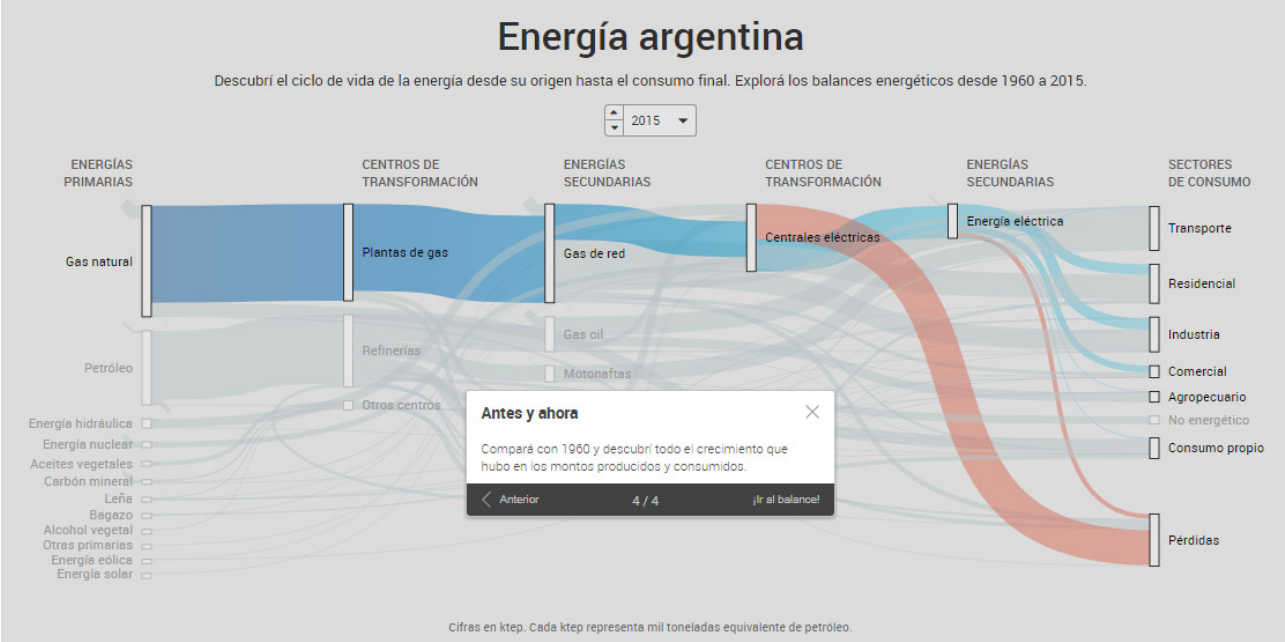
Fuente: https://datosgobar.github.io/energia/



Fuente: https://datosgobar.github.io/energia



Fuente: https://datosgobar.github.io/energia/



Fuente: https://datosgobar.github.io/energia/