

Anexo I. Especificaciones técnicas para el diseño de una plataforma capaz de entrenar algoritmos de inteligencia artificial en la interpretación de imágenes de microscopía, incorporando datos clínicos, analíticos y genómicos para mejorar los resultados, y que sea capaz de comunicarse e integrar los resultados con los sistemas informáticos y de consulta clínica del Servicio Andaluz de Salud (PIBICRA).

Las siguientes especificaciones de la necesidad no cubierta son orientativas y podrán evolucionar a medida que se vaya actualizando el estado del arte en cada uno de los ámbitos.

1. Antecedentes

- **Programas de cribado de cáncer y diagnóstico de precisión del cáncer**

Anualmente, en Europa se diagnostican unos 4 millones de nuevos casos de cáncer y mueren por esta enfermedad unos 2 millones de personas, siendo los tipos de cáncer más frecuentes el de mama, en la mujer, el colorrectal, el de pulmón y el de próstata. En cuanto a los tipos de cáncer más frecuentes en España, el primer lugar lo ocupa el cáncer colorrectal y el segundo lugar el de mama, seguido del de próstata y el de pulmón.

Los datos a nivel nacional apuntan a una incidencia de 270 mil nuevos casos al año con más de 100 mil muertes y posicionan a Andalucía como la Comunidad Autónoma con mayor número de casos (44.521 casos/año) y muertes (17.531 muertes/año). En esta misma línea el cáncer en Andalucía constituye la segunda causa de muerte, tras las enfermedades del sistema circulatorio¹, con una incidencia de los diferentes tipos de cáncer que posiciona al cáncer colorrectal en primer lugar (6.041 casos/año), seguido del de mama (5.572 casos/año) y el de próstata (5.354 casos/año)², diagnosticándose cada año 336 nuevos casos de cáncer de cérvix invasivo y más de 2.200 lesiones de alto grado de cérvix³.

La detección temprana del cáncer es fundamental para su tratamiento y curación, y los programas de cribado de cáncer son eficientes en la detección de la enfermedad en estadios más precoces. Sin embargo, es necesario mejorar los resultados clínicos y económicos del cribado de cáncer. La mejora de los tiempos de respuesta del diagnóstico anatomopatológico, su precisión (evitar falsos positivos y negativos que lleven a sobretamientos) y la reducción de sobrediagnósticos son fundamentales para mejorar los resultados clínicos y económicos del cribado de cáncer. Además, un programa de cribado de cáncer excelente precisa disponer de un diagnóstico

¹ Nota de prensa (2019). Las Cifras Del Cáncer En Andalucía: Casi 50.000 Personas Serán Diagnosticadas En 2019, De Los Que Más De La Mitad Lograrán Superarlos Y Mejorar Su Calidad De Vida Sociedad Andaluza de Oncología Médica

² Global Cancer Observatory. (<https://gco.iarc.fr/>)

³ CÁNCER de cérvix: proceso asistencial Integrado/ Torrejón Cardoso R (coord.) et al]. Consejería de Salud, 2010. https://juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud_5af1956e5120f_c_cervix.pdf



anatomopatológico óptimo y de sistemas de información bien dimensionados que recojan y exploten los resultados. En este sentido, los avances en los tratamientos y las nuevas técnicas de diagnóstico precoz son de gran importancia para Andalucía pudiendo aumentar la supervivencia y calidad de vida de los pacientes.

Los sistemas públicos de salud cuentan con grandes cantidades de datos clínicos y de imagen que pueden ser utilizados para mejorar el cribado de cáncer empleando inteligencia artificial. Estos sistemas pueden ayudar a detectar patrones y correlaciones entre diferentes factores que pueden estar asociados con la aparición de cáncer. De esta manera, se pueden mejorar los programas de cribado y aumentar la eficiencia en la detección temprana del cáncer. Actualmente, la **Consejería de Salud y Consumo y la Fundación Progreso y Salud, M.P.** gestiona petabytes de información clínica en forma de datos, imagen y genómica, que son verdaderos tesoros de métricas de salud que, gracias a las técnicas de aprendizaje automático (machine learning, ML), una rama de la inteligencia artificial (IA) que incluye deep learning (DL) y otras variantes, estamos comenzando a transformar el conocimiento en investigación en salud, con la búsqueda de patrones. La IA ha demostrado resultados excelentes en investigación de nuevos fármacos, permitiendo detectar mínimas diferencias en tejidos, células y genes, o en localizar signos muy iniciales de cáncer en imágenes radiológicas, que no podrían ser detectadas por el ser humano.

La solución que plantea PIBICRA busca la siguiente innovación tecnológica y organizativa:

- i. Integrar algoritmos ML en el cribado de cáncer que permita un uso más eficiente de recursos, con mejores resultados en salud, mediante un sistema avanzado de soporte a la decisión clínica que combine inteligencia artificial (DL) y Big Data para integrar funcionalmente datos clínicos (BPS), morfológicos (imagen digital microscópica) y genómicos, en una única plataforma.
- ii. Aplicación de las normas DICOM y HL7 por primera vez en el análisis automatizado de imagen digital microscópica, equiparando el nivel de ayuda a la toma de decisiones, alcanzado en otras especialidades, como la radiología.
- iii. Proporcionar un sistema de visualización de imágenes, que asegure una experiencia de usuario óptima durante el uso de tecnología DL como sistema de ayuda al diagnóstico (CAD) aplicado a las muestras digitalizadas, donde siempre será el patólogo quien tome la última decisión.
- iv. Innovar en la digitalización en citología y en fluorescencia en microscopía, donde mejorar la tecnología actual de los escáneres de preparaciones para adaptarlos a las demandas del cribado de cáncer.

- v. Disponer de un sistema de información, públicamente accesible, que integra todos los datos esenciales de los tipos de cáncer más prevalentes (mama, colon, cérvix y próstata).

2. Estado del Arte

Hay poca experiencia en el uso de técnicas de DL en el cribado de cáncer y la mayor parte de ellas se centran en imagen radiológica. Los esfuerzos del uso de la técnica DL en el campo de la anatomía patológica tendrán un impacto beneficioso directo en el cribado de cáncer. Para ello, es necesario digitalizar la imagen mediante el uso de escáneres de preparaciones (patología digital).

En todo el mundo, apenas hay 10 centros que tiene digitalizadas toda la patología quirúrgica, destacando centros europeos como LabPON (Holanda) o Tirol Kliniken (Austria) y, sobre todo, la experiencia en la provincia de Granada⁴. Aunque ninguno de ellos aborda el reto de la citología ginecológica para el cribado de cáncer de cérvix.

En Andalucía, existen varios proyectos de investigación en curso que emplean técnicas de inteligencia artificial, como DL, para abordar diferentes problemas de salud. En concreto, se están desarrollando proyectos de investigación relacionados con la retinopatía diabética, la geriatría y las biopsias de cáncer de próstata. Estos proyectos son solo algunos ejemplos de cómo la tecnología está siendo empleada en el ámbito de la salud en la región y prometen mejorar la calidad de vida de los pacientes y ayudar a los profesionales de la salud a tomar decisiones más informadas y precisas.

La inteligencia artificial se está utilizando cada vez más en el ámbito de la salud, tanto para mejorar el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades, como para ayudar en la gestión de los sistemas sanitarios. Sin embargo, su uso plantea algunos conflictos éticos que es importante considerar en el diseño de cualquier solución que busque ser incorporada en el sistema sanitario. En este sentido, aspectos como la privacidad y protección de datos, la inclusión de sesgo algorítmico o la responsabilidad y transparencia, entre otros, deben ser tenidos en cuenta desde un principio para el desarrollo de soluciones de este tipo.

En general, las redes neuronales convolucionales (RNC), una forma de DL, han mostrado resultados interesantes en anatomía patológica (PAT) pues sus imágenes son especialmente adecuadas para los enfoques de aprendizaje profundo, debido a su contenido complejo, gran tamaño (30 GB de datos en una sola imagen), información de color y validación con técnicas auxiliares (inmunohistoquímica). Como ejemplo, con RNC, en el cáncer de mama, se logra una precisión del 84,23% para delimitar áreas neoplásicas⁵. En la clasificación de imágenes (maligno frente a benigno), las RNC tienen una precisión global del 81-83%, para clasificar una imagen como

⁴ Retamero JA.; *et al.* (2020). Complete Digital Pathology for Routine Histopathology Diagnosis in a Multicenter Hospital Network. Archives of Pathology & Laboratory Medicine.144. (22). p: 221-228.

⁵ Cruz-Roa A.; *et al.* (2017). Accurate and reproducible invasive breast cancer detection in whole-slide images: A Deep Learning approach for quantifying tumor extent. Nature Scientific Reports. 7 (46450).



benigna o maligna⁶, con una sensibilidad del 95,6% para detectar carcinomas⁷. Por otra parte, en patología digital, las RNC también se han utilizado para predecir la supervivencia específica de la enfermedad a cinco años de pacientes con cáncer colorrectal, con un rendimiento superior a la evaluación por expertos humanos⁸.

Los resultados de los estudios anteriores apuntan la posibilidad de afrontar actividades de I+D, para que se resuelvan las incertidumbres y riesgos planteados, proponiendo un servicio integrado, que se licitará mediante de Compra Pública de Innovación, donde la **Consejería de Salud y Consumo y la Fundación Progreso y Salud, M.P.** aporta:

1. Soluciones de gestión de imagen digital microscópica.
2. Sistemas de información de PAT (SIPAT).
3. Sistemas de información clínicos, como historia de salud digital (Diraya) y los conjuntos mínimos básicos de datos (CMBD) hospitalarios.
4. Bases de datos genómicas.

La finalidad es el diseño de una plataforma de IA orientada a la medicina personalizada en el cribado de cáncer mediante la integración de los elementos anteriores y su desarrollo con tecnologías avanzadas de interoperabilidad y almacenamiento masivo.

La solución propuesta mejoraría las tecnologías y servicios ya existentes y permitiría:

- Utilizar las técnicas más vanguardistas en los sistemas de cribado de cáncer para optimizar sus resultados, con los más altos estándares de calidad y eficiencia.
- Disponer de un modelo de interoperabilidad, reforzando la participación de la **Consejería de Salud y Consumo y la Fundación Progreso y Salud, M.P.** en los grupos internacionales de normalización (IHE, DICOM), permitiendo extender el modelo a otros ámbitos (radiología, oftalmología, endoscopias).
- Fortalecer el desarrollo de dos fuentes de información esenciales: la base de salud poblacional (BPS) y la base de datos genómica (CBA) del Sistema Sanitario Público de Andalucía (SSPA), para apoyar el Registro de Cáncer de Andalucía.

⁶ Spanhol F. *et al.* (2015). A Dataset for Breast Cancer Histopathological Image Classification. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 63 (7). p: 1455-1462.

⁷ Araújo T. *et al.* (2017). Classification of breast cancer histology images using Convolutional Neural Networks. *Plos One*, 12 (6).

⁸ Bychkov D. *et al.* (2018). Deep learning based tissue analysis predicts outcome in colorectal cancer. *Nature Scientific Reports*, 8 (3395).



- Colaborar con la industria en el desarrollo de nuevos escáneres de citología y de fluorescencia, para optimizar todas las fases del diagnóstico anatomopatológico.
- Establecer criterios de normalización en las técnicas de laboratorio y en el proceso de digitalización en toda Andalucía, para obtener datos de gran calidad en los sistemas de inteligencia artificial.
- Cooperar con las autoridades sanitarias, reguladoras y las sociedades profesionales. El proyecto ayudará a definir un marco ético y legal general para el uso de preparaciones digitales y de herramientas de inteligencia artificial en el contexto asistencial y de investigación.

3. Necesidad no cubierta

Los programas de cribado de cáncer podrían verse mejorados en los siguientes aspectos:

- **Eficiencia de los programas de cribado de cáncer desplegados:** creando modelos para futuros programas en el sistema público, en colaboración con la Comisión Autonómica de Cribados Poblacionales y Actividades Preventivas de Detección precoz. Es una prioridad regional, nacional e internacional. En 2019, se asignaron 5,5 millones de euros al cribado de cáncer de colon en Andalucía.
- **Eficiencia del trabajo en anatomía patológica:** la automatización en patología permite disminuir tiempos de respuesta más de un 5%. Debemos disponer de herramientas que automaticen procesos, como nuevos escáneres de citología y fluorescencia y sistemas de IA, pues los sistemas actuales de cribado automatizado en citología han mostrado resultados discretos.
- **Precisión diagnóstica en patología:** se describen errores hasta en el 15% del diagnóstico de cáncer, que podrían evitarse con modelos basados en IA, como DL que detectan con alta precisión si una biopsia contiene áreas tumorales y facilitan al patólogo la toma de decisiones. Para ello, es esencial la integración de datos clínicos y genómicos. Las aplicaciones específicas serían: a. **Estudios intraoperatorios:** hasta un 16% de falsos negativos en cáncer de mama. b. **Biomarcadores:** hasta un 50% de resultados no satisfactorios en inmunohistoquímica.
- **Marco ético y legal:** precisa mejor definición y seguridad en el uso de la IA y el big data.



- **Colaboración Público-Privada e Internacionalización:** una plataforma tecnológica abierta de colaboración público-privada para la generación y validación de nuevos algoritmos de cribado de cáncer, que favorezca la internalización del conocimiento y desarrollo generados.

Los bienes y servicios que se pretenden desplegar son:

- Una plataforma de desarrollo y validación de soluciones de IA con servicios de cómputo optimizados para un entorno colaborativo en red, mediante:
- Herramientas y algoritmos transversales o reutilizables (p. ej. medir márgenes quirúrgicos) y específicos (para cada tipo de cáncer).
- Servicios de interoperabilidad para integrar y colaborar en el desarrollo de datos: clínicos (Base Poblacional de Salud-BPS), imagen médica (inicialmente, patología) y genómicos (base de datos genómica, Plataforma de Medicina Computacional SSPA).
- Servicios de Sistema de Soporte a la Decisión Clínica en el cribado para los profesionales.

4. Objetivos del proyecto

Objetivos generales

El presente proyecto tiene como objetivo general desarrollar una Plataforma de soluciones tecnológicas de almacenamiento, procesado y gestión digital de imágenes de anatomía patológica, datos clínicos (fenotípicos, ambientales) y genómicos, que sea capaz de entrenar



algoritmos de IA y que permita abordar el reto de la medicina personalizada a escala regional y de forma cooperativa entre profesionales.

Objetivos específicos

I. Científico-tecnológicos:

- Realizar el desarrollo de una plataforma de almacenamiento, procesado y gestión digital de imágenes de anatomía patológica capaz de entrenar algoritmos de inteligencia artificial para la toma de decisiones clínicas.
- Que la plataforma sea capaz de integrar tanto imágenes de microscopía como datos clínicos y genómicos.
- Que la plataforma sea capaz de comunicarse e integrar los resultados con los sistemas informáticos y de consulta clínica del Servicio Andaluz de Salud.
- Que la plataforma contenga sistemas de garantía de calidad interno y externo, para valorar la calidad de la técnica y la adecuación del diagnóstico tras la implantación de patología digital (sensibilidad, especificidad, falsos positivos/negativos, valor predictivo positivo/negativo) y que, además, permita el análisis de sesgos y variabilidad en la interpretación subjetiva en diagnósticos y en la cuantificación de biomarcadores.

II. Socio-económicos:

- Fomentar la colaboración público-privada.
- Favorecer la formación de los profesionales involucrados en la producción y administración de estas terapias.
- Contribuir a la implantación, validación y certificación de las infraestructuras necesarias para obtener y administrar algoritmos de inteligencia artificial entrenados para el cribado de imágenes de anatomía patológica en Andalucía.
- Generar propiedad industrial (patente europea y/o PCT) con derechos compartidos entre el sector público y el privado, así como retornos económicos a las entidad pertenecientes a la Consejería de Salud y Consumo.
- Promover el desarrollo de programas de cribado poblacional en tipos específicos de cáncer que afectan a la población andaluza.
- Colocar a Andalucía en el mapa de regiones con alto desarrollo biotecnológico y biomédico en el ámbito de la inteligencia artificial aplicado a datos clínicos.



5. Impactos esperados

La Plataforma que se pretende contratar al mercado será validada con:

- A) imágenes histológicas de cáncer de colon y lesiones precancerosas (biopsia), integrado datos de cribado inicial (test en heces) y endoscopia, así como otros datos clínicos, anatomopatológicos y genómicos.
- B) Imágenes de citología de lesiones epiteliales y cáncer de cérvix, integrando datos de cribado inicial (VPH), datos de colposcopia, otros datos clínicos y otros datos anatomopatológicos (biopsias de cérvix).

En ambos casos, se obtendrá un algoritmo de IA.

Este algoritmo, aplicado al cribado de cáncer de colon (sobre todo, para optimizar el diagnóstico anatomopatológico en biopsias) y en cáncer de cérvix (sobre todo, para optimizar el diagnóstico citopatológico en citologías ginecológicas), con especial énfasis en la fase de diagnóstico y en la selección adecuada de las técnicas diagnósticas que deben realizarse en cada paciente que se somete a un programa de cribado destinada cada tipo de cáncer. Sin perjuicio de lo anterior, la tecnología desarrollada también será de interés para su aplicación en cáncer de mama y cáncer de próstata, de forma que se podrá considerar su incorporación en fases posteriores de implantación.

El algoritmo de AI resultante una vez entrenado para el cribado de cáncer de cérvix se espera que mejore:

- La precisión del cribado en citología líquida (evitar falsos positivos y negativos) que lleven a sobretratamientos y reduciendo sobrediagnósticos.
- La precisión del diagnóstico histopatológico en biopsias de cérvix.
- La integración del diagnóstico citológico, VPH y biopsias para el diagnóstico de cáncer y lesiones epiteliales (precancerosas) de cérvix.
- Los tiempos de respuesta del diagnóstico citológico integrado.

El algoritmo de AI resultante una vez entrenado para el cribado de cáncer de colon se espera que mejore:



PIBICRA

- La precisión del diagnóstico histopatológico en biopsias colorrectales (evitar falsos positivos y negativos) que lleven a sobretratamientos y reduciendo sobrediagnósticos.
- La precisión del diagnóstico histopatológico en biopsias de colon y recto.
- Los tiempos de respuesta del diagnóstico histopatológico definitivo.

El ámbito del proyecto PIBICRA engloba la implantación y despliegue de la plataforma en cinco Hospitales del Servicio Andaluz de Salud de la provincia de Cádiz para un total de 35 usuarios: 30 patólogos y 5 cito-técnicos.

Con la implantación de la tecnología objeto de la presente consulta en el diagnóstico y en la selección adecuada de los cuidados que deben someterse a un programa de cribado destinada a cáncer colon y cérvix, se estima que un gran **impacto** en:

- **Desarrollo Profesional:** sub-especialización, aprendizaje, formación.
 - Mejora de la organización sanitaria: centros de referencia, servicio en Red (superespecialistas que pueden estar localizados en cualquier centro). La organización puede acumular el conocimiento de los patólogos más especializados en ciertas áreas.
- **Generación y difusión de conocimiento:**
 - Generación, retención y capitalización del conocimiento.
 - Socialización del conocimiento: acceso a la imagen por otros profesionales y pacientes.
 - Fomento de I+D+i.
- **Mayor visibilidad y posición competitiva:**
 - Foco de atracción de profesionales que quieran participar en este nuevo modelo de transformación digital.
 - Internacionalización (establecimiento de redes nacionales e internacionales, prestación de servicios a terceros).
- **Impacto en la Sostenibilidad del Sistema Sanitario:**



- Asistencial: la Plataforma de Inteligencia Artificial permite garantizar un servicio especializado de alta calidad a todos los ciudadanos y con menores tiempos de respuesta, así como el desarrollo de nuevos servicios (asistenciales y de investigación).
- Económica: mejora en la eficiencia de los recursos que permiten incrementar la productividad y redistribuir recursos (ej.: menor consumo de recursos humanos en tareas automatizables; menor coste de reposición de equipamiento al estar basado en sistemas estándares, etc.).
- Sostenibilidad de la solución: La mejora en la calidad de diagnóstico y en efectividad, permiten abordar la renovación tecnológica necesaria.

- **Impacto en salud**

La IA aplicada a la imagen anatomopatológica digital abre una oportunidad para el rediseño del servicio no solo a escala local sino regional con una visión de servicio en red, donde la deslocalización del soporte diagnóstico puede generar resultados de impacto clínico, en aspectos como: mejora en tiempos de respuesta en diagnóstico y clasificación adecuada de pacientes, gracias a diagnóstico rápido y objetivo, lo que ayuda a reducción de listas de espera y facilitar una mejor supervivencia. La mejor coordinación entre profesionales permitirá una integración entre los diferentes centros, evitando duplicar recursos y permitiendo una mayor seguridad clínica al disminuir los errores de diagnóstico, así como evitar tratamientos inadecuados, todo ello al

permitir una evaluación más objetiva y cuantitativa de biomarcadores, fundamentalmente, en cáncer, obteniendo tratamientos más eficaces y con menos efectos secundarios :

| Anual en Andalucía | Nº pacientes nuevos con cáncer ² | Nº biopsias(bx) con cáncer ² | Nº bx benignas o bajo grado ² | Nº lesiones alto grado ² | Total estudios anatomopatológicos ⁹ |
|-------------------------|---|---|--|-------------------------------------|--|
| Cáncer colon | 6.041 | 12.082 | 30.000 | 42.082 | |
| Cáncer de cérvix | 336 | 1.008 | 21.200 | 2.200 | 24.408 |

- **Impacto económico**

PIBICRA generará un gran impacto económico para el sistema sanitario, tras su despliegue, en virtud de resultados en tres ámbitos:

1. Mejoras en productividad gracias a la IA. **Reducción de coste por estudio.** Esta reducción se fundamenta en dos aspectos principales descritos en la literatura sobre sistemas de ayuda al diagnóstico¹⁰.
 - Reducción de costes asociados a productividad, tras la optimización en los circuitos de trabajo gracias a la aplicación de IA en el diagnóstico anatomopatológico del cáncer.
 - Ahorros asociados a técnicas especiales y moleculares.
2. Mejor estratificación del paciente de cáncer.

Evita costes de sobretreatmento o infratreatmento debido a errores en el diagnóstico anatomopatológico de cáncer, teniendo en cuenta el sobrediagnóstico en los programas

⁹ Estimación a partir de datos del Ministerio de Sanidad (un 0,7 en la proporción entre biopsias benignas/malignas en mama) y resultados de cribado en Andalucía.

¹⁰ Ho, J. *et al.* (2014). ¿Can digital pathology result in cost savings? A financial projection for digital pathology implementation at a large integrated health care organization. *Journal of Pathology Informatics*, 5 (33). (<http://www.jpathinformatics.org/article.asp?issn=2153-3539;year=2014;volume=5;issue=1;spage=33;epage=33;aulast=Ho>)



de cribado. **La tasa de error o sobretratamiento se estima en 7,2% para cáncer de colon, y 6% en cáncer de cérvix¹⁰.** El sobrecoste en el tratamiento debido a los errores del diagnóstico anatomopatológico que llevan a un tratamiento inadecuado, se calcula según los datos de Ho, J. et al (2014)¹⁰.

3. Mejoras en la carga de enfermedad gracias a un cribado del cáncer más eficiente.

Considerando las mejoras en el diagnóstico anatomopatológico (mejor sensibilidad y especificidad) debidas a la inteligencia artificial, suponiendo que **evita el 75% de los errores de diagnóstico**, el **ahorro anual** sería de **407.768 en colon y 22.680 en cérvixr**.

- **Impacto socio-sanitario**

La IA aplicada a patología digital de precisión para el cribado de cáncer tiene los siguientes impactos socio-sanitarios:

- Mejora el acceso al mejor especialista posible, e incluso a superespecialistas, si fuera necesario (ej. enfermedades raras), al permitir un trabajo en red, donde ni el paciente ni la muestra necesitan viajar de un centro a otro, pues el especialista puede acceder al caso completo, independientemente de su lugar de origen.
- Facilita la continuidad asistencial, al facilitar a los profesionales de atención primaria un acceso completo a todo el historial clínico del paciente, incluyendo informes de anatomía patológica de cualquier centro de la red, con sus imágenes asociadas y datos complementarios correspondientes (ej. informes moleculares o genéticos).
- Permite acceder al paciente a su historia clínica completa, incluyendo las preparaciones digitales de sus intervenciones quirúrgicas, para que el paciente, si lo desea, pueda consultarlas con otros centros.

- **Impacto organizativo**

La solución generará un gran impacto organizativo a escala regional de servicio distribuido: modificación de flujos de trabajo y procesos de producción, competencias profesionales y mejoras en la eficiencia de los procesos que sustituyen parte su base materia por soporte virtual. Especialmente:

- Rediseño de unidades de diagnóstico, que podrán estar situadas en espacios físicos distintos a los que ocupa el laboratorio, acercando aún más al paciente la labor de diagnóstico y evaluación pronóstica y terapéutica.



- Los mejores especialistas pueden formarse en un mayor número de centros, pues pueden revisar y diagnosticar casos de toda la red, paliando la falta actual de patólogos que dominan áreas como la neuropatología o la nefropatología, entre otras.
- Una mejor distribución de recursos humanos (técnicos, citotécnicos, patólogos) al distribuir los casos asignados de forma más equitativa en la red de patología digital.
- Mejora en el diseño y gestión de los programas de salud pública y de gestión del cáncer en general, no solo en los resultados a corto plazo, sino en el futuro diseño de planes integrales, al permitir recoger datos objetivos asistenciales y económicos, una vez implantado el proyecto.

6. Resultados finales esperados

- Tiempos de respuesta diagnóstica en cribado de cáncer.
- Calidad diagnóstica y terapéutica: reducción de errores y sobretratamientos.
- Accesibilidad al recurso especializado de manera equitativa y eficiente para beneficiarios finales (pacientes).
- Integrar técnicas de IA en el modelo de Red de Servicios Avanzados de Anatomía Patológica del SSPA.
- Eficiencia mediante ahorro del coste por servicio.
- Calidad de la información disponible, sirviendo como fuente al Registro de Cáncer de Andalucía, incluyendo la perspectiva de género.
- Avanzar en el marco bioético y legal en el manejo de grandes bases de datos e inteligencia artificial.
- Disponer de nuevas soluciones de escaneado en citología y fluorescencia (esenciales en cáncer).
- Atraer a la industria a Andalucía, como área de referencia en el desarrollo y validación de nuevos algoritmos, mediante una plataforma integrada (clínica, genómica e imagen), escalable y comercializable, basada en normas internacionales.



El proyecto permite potenciar los siguientes conceptos, facilitando el desarrollo de nuevos productos:

- **Histopatología de alta precisión:** son nuevos servicios de histopatología (aplicables también a citopatología) orientados a optimizar los resultados y precisión de diagnósticos histopatológicos o de estudios de biomarcadores, mediante patología digital y herramientas de análisis automatizado de ayuda al diagnóstico, con múltiples aplicaciones (cribado o diagnóstico, desarrollo de fármacos, genómica tisular, etc.).
- **Patología computacional:** productos orientados a integrar múltiples fuentes de datos en el cribado y en el diagnóstico de cáncer (clínica, molecular, imagen) y utilizando modelos matemáticos, se pueden establecer nuevas inferencias y desarrollar conocimiento clínicamente muy útil.
- **Medicina en red:** combinando biología de sistemas y ciencias de redes, es posible abordar la patobiología compleja como una serie de componentes de redes en vez de considerar la enfermedad como la consecuencia directa del defecto de un solo gen o una molécula.
- **Medicina personalizada:** algunas empresas han desarrollado algoritmos de IA que identifican los pacientes más idóneos para algunos ensayos clínicos desde el momento del diagnóstico.