

# Factibilidad económico-social para realizar análisis genómicos a todas las personas con sospecha heredo familiar de cáncer de mama o cáncer colorrectal en Costa Rica



# Factibilidad económico-social para realizar análisis genómicos a todas las personas con sospecha heredo familiar de cáncer de mama o cáncer colorrectal en Costa Rica

## Resumen:

Se analiza la capacidad productiva de análisis genómicos para diagnósticos de cáncer de Mama y cáncer Colorrectal que se realizan en la Caja Costarricense de Seguro Social y se analiza la factibilidad de ampliar la cobertura a toda la población meta, a partir de un enfoque económico-social de los beneficios que tendrá la población y el país con la ampliación de la capacidad productiva de análisis genómicos del Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Hospital Nacional de Niños "Dr. Carlos Sáenz Herrera".

## Palabras Clave:

ANÁLISIS, GENOMA, CÁNCER DE MAMA, CÁNCER COLORRECTAL

## Abstract:

The productive capacity of genomic

Investigadores:  
Kenny Rojas Salazar<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0002-5140-6348

Jorge Peñaranda Guerrero<sup>2</sup>

ORCID: 0000-0002-2878-1393

analyzes for diagnoses of Breast cancer and Colorectal cancer that are carried out in the Costa Rican Social Security Fund is analyzed and the feasibility of expanding coverage to the entire target population is analyzed, from an economic-social approach of the benefits that the population and the country will have with the expansion of the productive capacity of genomic analysis of the Molecular Diagnostic Laboratory of the Hospital Nacional de Niños "Dr. Carlos Sáenz Herrera".

## Key Words:

ANALYSIS, GENOME, BREAST CANCER, COLORECTAL CANCER

Recibido: 24 de enero de 2022

Aceptado: 01 de abril de 2022

DOI: 10.35485/rcap82\_5

<sup>1</sup> Investigadora. Magister Scientae en Gerencia de la Salud. Médico General. Correo electrónico: kenroja@hotmail.com

<sup>2</sup> Investigador. Magister Scientae en Gerencia de la Salud. Ingeniero en T.I.C. Correo electrónico: jpg360@hotmail.com

Rojas Salazar, K. y Peñaranda Guerrero, J. (2022). Factibilidad económico-social para realizar análisis genómicos a todas las personas con sospecha heredo familiar de cáncer de mama o cáncer colorrectal en Costa Rica. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, (82), 120-137. 10.35485/rcap82\_5

## Introducción

De todas las neoplasias que se diagnostican anualmente, se estima que entre el 5-10% se debe a una causa hereditaria, como consecuencia de una mutación germinal transmitida a través de las generaciones de padres a hijos. (Sociedad Americana del Cáncer, 2020).

Alrededor del 15 al 20% de los diagnósticos de cáncer ocurren en familias que presentan una agregación de diversa cantidad de tumores mayor a lo esperado, por ende, todos los individuos que pertenecen a esos grupos familiares podrían tener un riesgo mayor de desarrollar cáncer a lo largo de su vida comparado con la población en general. (Sociedad Americana del Cáncer, 2020).

La identificación de esos individuos o familias con una mayor predisposición al cáncer permite establecer estrategias de detección temprana y de reducción de riesgo, que disminuyan la morbilidad y mortalidad por cáncer en esas familias y, por lo tanto, en la sociedad en general.

Según lo referido por el director del Laboratorio de Diagnóstico Molecular, la detección de casos índice o casos de diagnóstico inicial confirmados mutacionales, permitirá identificar familiares sanos con riesgo mayor de cáncer (un promedio de 4 a 5 miembros por familia), a los cuales se les ofrece una consejería genética sobre las posibilidades de un diagnóstico molecular, estrategias de prevención y detección temprana de cáncer.

En este momento, en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), se proporciona consejería genética por medio del Proyecto del Consejo Genético Oncológico el cual brinda manejo específico para los pacientes y familias con sospecha de predisposición a padecer cáncer de mama y cáncer colorrectal en una fracción de la población, específicamente 70 pacientes con sospecha heredo familiar al año, meta planteada para desarrollar dicho proyecto como plan piloto por dos años.

Sin embargo, se destaca que para el año 2020 la cantidad de casos nuevos con sospecha heredo familiar fue de 289, lo cual implica que solo el 24% de esa población tuvo acceso a la consejería genética.

Además, se debe considerar que existe una tendencia de crecimiento de nuevos casos anualmente de cáncer de mama y colorrectal, donde se demuestra que es necesario la puesta en marcha de estrategias que permitan tamizar tempranamente esos casos y prevenir en el caso de los familiares o controlar la evolución de la enfermedad, como lo hace al día de hoy el mencionado Proyecto del Consejo Genético Oncológico de la CCSS, apoyado en las pruebas y análisis realizados en el Laboratorio de Diagnóstico Molecular, del Hospital Nacional de Niños.

A continuación, se presenta el resultado de la investigación realizada, donde en la primera parte se explica la metodología de la investigación, la segunda los resultados

obtenidos y la tercera la discusión de la factibilidad social y económica para la tamización genómica de todas las personas atendidas en la CCSS con diagnósticos heredo familiares de cáncer de mama o cáncer colorrectal.

## Objetivos

La finalidad general de este artículo se concreta en determinar la factibilidad económica y social para aumentar la capacidad de producción de análisis genómicos en el Laboratorio de Diagnóstico Molecular, para diagnósticos de cáncer de Mama o cáncer Colorrectal con sospecha heredo familiar. Se pretende concretamente:

- Conocer la incidencia de la población nacional con diagnóstico de Cáncer de Mama o Cáncer Colorrectal con sospecha heredo familiar, que requiere análisis genómico (demanda).
- Determinar la capacidad de producción de análisis genómicos del Laboratorio de Diagnóstico Molecular (oferta).
- Describir el tamaño del proyecto, localización, recurso humano especializado, equipamiento, organización y tecnología para la realización de análisis genómicos.
- Analizar los costos y beneficios sociales del proyecto para un horizonte de tiempo de 5 años.

## Metodología

La investigación desarrollada en este trabajo fue de tipo descriptivo, transversal y propositivo.

También contiene variables de tipo cualitativo, ya que a partir de ellas se pueden plantear propuestas o hipótesis durante el desarrollo de la recolección y análisis de la información.

La unidad de análisis para el estudio de prefactibilidad, son los casos nuevos con diagnóstico de cáncer de Mama y cáncer Colorrectal, cuya Enfermedad requiera según criterio del médico de especialista, un estudio genómico para brindar diagnóstico y tratamiento.

En este caso, la población está determinada por las personas mayores de 18 años, con criterios de cáncer familiar y hereditario de mama y cáncer colorrectal (caso índice) y sus familiares, independientemente de su edad.

La muestra utilizada para la investigación fue la población atendida en el “Proyecto de Consejo Genético Oncológico”, desarrollado en el Hospital Calderón Guardia.

Los criterios de inclusión para la muestra consisten en, los diagnósticos de nuevos casos de cáncer de Mama y cáncer de Colorrectal (denominado caso índice) con sospecha heredo familiar y a sus familiares directos.

Y los criterios de exclusión, se refiere a los diagnósticos de enfermedades oncológicas que no cuenten con antecedentes heredo familiares.

Se realizó solicitud de autorización para el uso de datos anonimizados, de la consulta que se atiende en el “Proyecto Consejo Genético Oncológico” del Hospital Rafael Angel Calderon Guardia, así como la capacidad de producción de pruebas y análisis genéticos y genómicos en el Laboratorio de Diagnóstico Molecular (LDM) del Hospital Nacional de Niños, ambos de la Caja Costarricense de Seguro Social

### Resultados

El LDM es un espacio físico con condiciones óptimas para la realización de análisis genómicos, en el cual se proceda con la toma de muestra al paciente y allí mismo realizar el análisis mediante los protocolos establecidos.

El servicio que se presta el LDM al “Proyecto Consejo Genético Oncológico” es la atención de pacientes diagnosticados con cáncer de mama o cáncer colorrectal, referidos por el médico especialista tratante, quien envía los casos que cumplan con los criterios, para que se les realicen las pruebas y análisis genómicos, cuyos resultados le permitirán personalizar el tratamiento de ese paciente como caso índice y abordar a los familiares que tienen la predisposición a esa misma patología, los cuales serán referidos a este mismo Laboratorio para que se les realicen pruebas genéticas de confirmación.

Además, dentro de los servicios relacionados con genética que brinda la CCSS a la población, se identificó los siguientes:

### Laboratorio Nacional de Tamizaje Neonatal:

En este Laboratorio actualmente se realizan análisis genómicos con tecnología de Sanger y NGS, esta última mediante la figura de compra a terceros fuera del país mediante el financiamiento de la Asociación Costarricense para el Tamizaje y la Prevención de Discapacidades en el niño (ASTA).

Los análisis enviados al exterior son para determinar algunas enfermedades raras de las 23 que se tamizan actualmente, que mediante el proceso bioquímico tradicional no son definitivas o dejan dudas de la confirmación de la enfermedad, pero que requieren otros estudios complementarios de más complejidad para su determinación y diagnóstico.

### Laboratorio de Pruebas de Paternidad:

Este laboratorio realiza pruebas de paternidad utilizando tecnología Sanger para la confirmación de parentesco directo.

Además, se han identificado en el mercado nacional e internacional servicios sustitutos que realizan análisis genómicos, tales como:

- CIHATA de la Universidad de Costa Rica
- Hospital Clínica Bíblica
- Biogen

## El Cáncer en Costa Rica

El cáncer representa la segunda causa de muerte a nivel mundial y para el 2025, la Organización Mundial de la Salud estima que pasará a ser la primera causa de muerte, en tanto en Costa Rica los tumores aparecen como la segunda causa de muerte (INEC, 2020, c1-c2).

De todas las neoplasias que se diagnostican anualmente se estima que entre el 5-10% se debe a una causa hereditaria como consecuencia de una mutación germinal transmitida a través de las generaciones, la mayoría obedecen a un patrón de herencia autosómica dominante. Además, alrededor del 15 al 20% de los diagnósticos de cáncer ocurren en familias que presentan una agregación de diversa cantidad de tumores mayor a lo esperado y cuya explicación genética

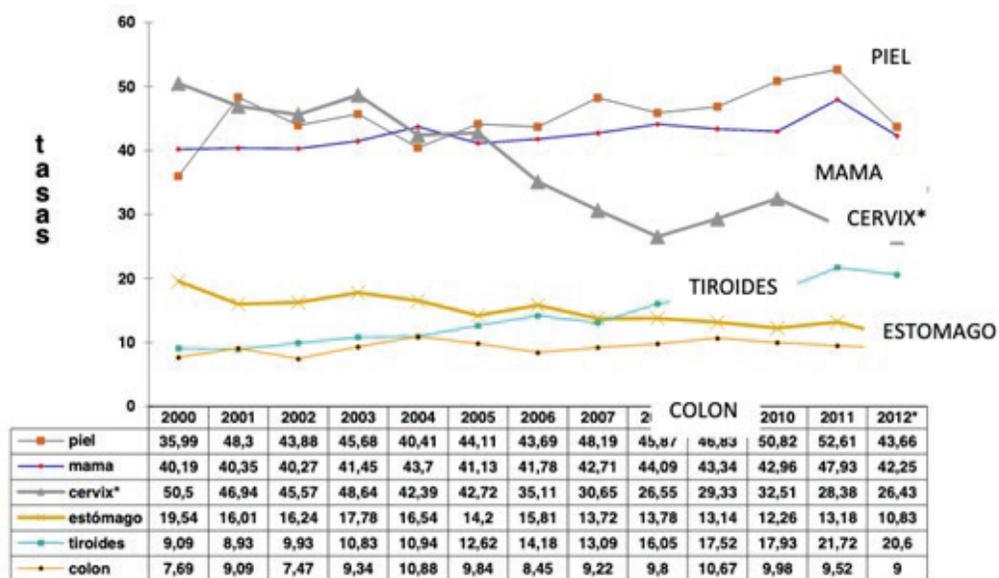
no es totalmente clara hoy en día. (Graña, Lastra, Llord, Brunet, & Isla, 2011, p. 580-586).

Todos los individuos que pertenecen a esos grupos familiares podrían tener un riesgo mayor de desarrollar cáncer a lo largo de su vida comparado con la población general.

Los síndromes hereditarios relacionados al cáncer de mama y cáncer colorrectal son de los más frecuentes en Costa Rica, es por ello por lo que, se inicia el estudio dirigido específicamente a estos dos.

Según la OMS, el cáncer de mama para el año 2020 se posicionó en el más común entre las mujeres alcanzando cifras de 2,2 millones de casos, siendo el de mayor prevalencia a nivel mundial. Se prevé que una de cada 12 mujeres será

**Ilustración 1. Incidencia de tumores malignos más frecuentes en mujeres según año. Costa Rica 2000-2012 (tasas ajustadas por 100000 mujeres)**



Fuente: M. Salud, Dirección de Vigilancia de la Salud, Registro Nacional de Tumores (2015)

diagnosticada con este mal a través de su vida. Siendo las más afectadas las mujeres de los países pobres y de medianos ingresos.

En Costa Rica, tal y como se muestra en la Ilustración 1, la incidencia del cáncer de mama al 2012 se posiciona en el segundo lugar, después del cáncer de piel, con un notable aumento de 2.06% a través de estos 12 años. Es importante indicar que el Registro Nacional de Tumores la última estadística que publicó en su sitio web fue con los datos al año 2012.

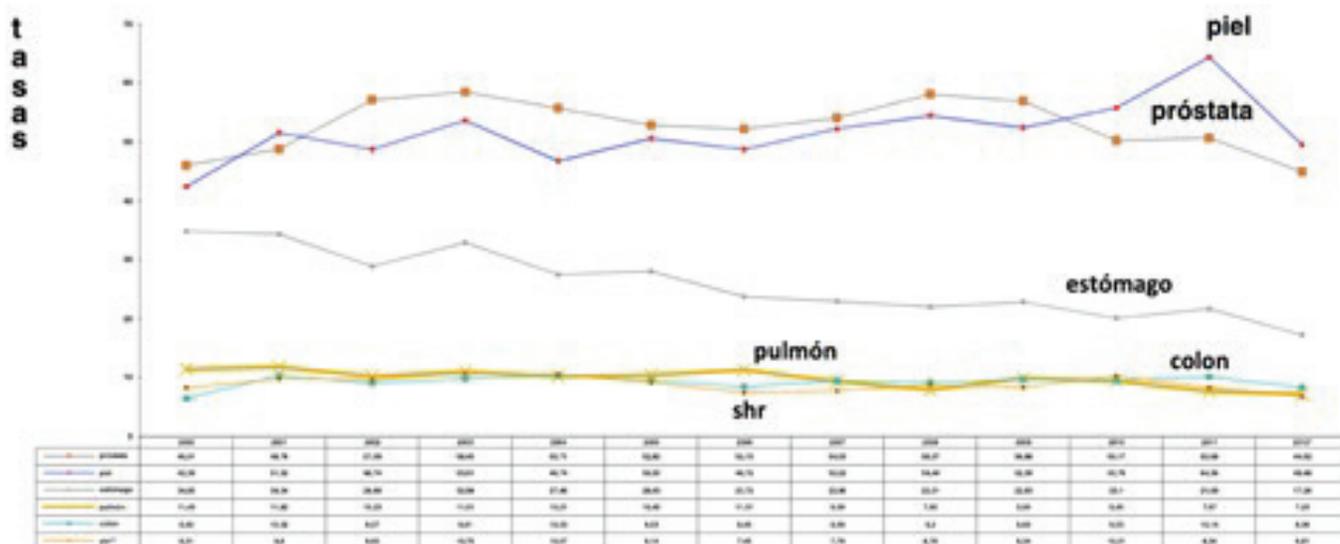
Para el 2015, se registró un total de 11.633 casos nuevos de cáncer, de los cuales el género femenino representó un 55%, siendo el cáncer de mama el de mayor incidencia con un aumento del 2,8% durante los últimos 15 años.

Este pasó de 40 casos nuevos por cada 100 mil mujeres en el 2000 a 51 casos nuevos por cada 100 mil mujeres en el 2015.

Según el Proyecto de Fortalecimiento de la atención del cáncer, basados en el Registro Nacional de tumores (2017), en el lapso comprendido entre el 2011 y 2015, se diagnosticaron en promedio 1.131 mujeres con cáncer de mama en nuestro país.

Según esos datos, el riesgo acumulado de una mujer costarricense de tener cáncer de mama en el transcurso de su vida es del 5%, es decir 1 de cada 20 mujeres y el riesgo de morir 1.6%, es decir, 1 de cada 63 mujeres morirá por cáncer de mama (International Agency for Research on Cancer, 2012).

**Ilustración 2. Incidencia de tumores malignos en hombre según año. Costa Rica 2000- 2012 (tasa ajustada por 100000 hombre)**



Fuente: M. Salud, Dirección de Vigilancia de la Salud, Registro Nacional de Tumores (2015)

Aproximadamente un 3 a 5% de los casos de cáncer de mama y un 10% de los casos de cáncer de ovario, se asocian a mutaciones germinales en los genes BRCA1 y BRCA2, responsables del síndrome del Cáncer de Mama y Ovario Hereditario (Mutaciones en el gen BRCA, 2021).

En el mundo, el cáncer colorrectal (CCR) ocupa el segundo lugar en incidencia en mujeres y el tercero en hombres, se ubica según la mortalidad de tercero en hombres y cuarto lugar en las mujeres. (International Agency for Research on Cancer, 2012).

En Costa Rica, el cáncer colorrectal representa el tercer lugar en incidencia (excluyendo el cáncer de piel) con un aumento progresivo y superando incluso al cáncer de pulmón para el 2012, como se evidencia en la siguiente ilustración:

Esta incidencia ha aumentado significativamente en los últimos 15 años, evidenciándose un aumento del 65% en hombres y del 37% en mujeres entre el 2000 y 2015.

Este pasó de, 10.9 casos por 100.000 hombres en el 2000 a 18 casos por 100.000 hombres en el 2015. El aumento documentado en mujeres para los mismos años fue de 11.8 casos a 16.2 casos por cada 100.000 mujeres en el mismo periodo.

Entre 2011 y 2015, se diagnosticaron 753 casos nuevos de cáncer colorrectal en promedio en nuestro país (Proyecto de Fortalecimiento de la atención del cáncer

con base de datos de Registro Nacional de Tumores, 2017).

Según los datos mostrados el riesgo acumulado de un costarricense de tener cáncer colorrectal en el transcurso de su vida es de 1.9%, es decir 1 de cada 52 personas y el riesgo de morir por este cáncer es de 0.87%, es decir 1 de cada 115 costarricenses morirá por cáncer colorrectal (International Agency for Research on Cancer, 2012).

Tal y como lo señala la OMS, el total de nuevos casos de cáncer (incluye todos los tipos) en el país en el 2020 fueron 13.139 en la población total del país que para ese momento se cuantificaban en 5.094.114 personas, donde el Cáncer de Mama representa el 12,4% y el Cáncer Colorrectal representaba el 9,6% de ese total (International Agency for Research on Cancer, 2020. p. 1).

Dado lo anterior se presenta la siguiente tabla con el resumen y relación de los datos de Cáncer de mama y cáncer colorrectal, especificando el número de casos de cada uno correspondiente al porcentaje descrito con respecto al total de diagnósticos de cáncer y la sumatoria de ambos:

Se obtiene de la Tabla N.1 que para el año 2020 la cantidad de pacientes con Diagnóstico de Cáncer de Mama o Cáncer de Colorrectal específicamente, fue de 2.891, de los cuales el 10% (que según la OMS muestran causas hereditaria como consecuencia de una mutación

**Tabla 1. Número de Casos Cáncer Mama-  
Cáncer de Colorrectal Total Población en el  
2020**

Enfermedad	Porcentaje con Respecto a Total Casos	Hombres y Mujeres Todas las Edades
Cáncer de Mama	12,4%	1.629
Cáncer de Colorrectal	9,6%	1.261
TOTAL	22%	2.891

Fuente: Elaboración propia (2021) con datos International Agency for Research on Cancer

germinal) es utilizado para establecer la demanda de casos “índice”, que requerían de análisis genómicos con tecnología NGS y los casos que requerirán análisis genómicos con tecnología Sanger para la confirmación de la enfermedad en los familiares de los casos índice positivos, dicho cálculo se establece que el valor promedio de 5 familiares por paciente.

Vistos los anteriores datos se obtiene la siguiente tabla resumen con la demanda real de casos con necesidad de análisis genómicos:

**Tabla 2. Calculo Demanda Actual**

Total Casos (Mama-Colorrectal) año 2020	Casos Para Análisis NGS (10%)	Casos Positivos (22%)	Casos Familiares Para Confirmación con Sanger (x5)
2.891	289	63	315

Fuente: Elaboración propia (2021), con datos de International Agency for Research on Cancer.

Como se muestra en la tabla anterior, la demanda registrada para el año 2020 para casos con la necesidad de análisis genómicos con tecnología NGS fue de 289 nuevos casos y para la necesidad de nuevos casos familiares para confirmación con tecnología Sanger fue un aproximado a 315.

Se establece como demanda actual la del año 2020, dado que la oferta para estos análisis inicio en el año 2020 y para comparar la oferta y demanda se utilizará el dato del año 2020.

Para obtener la posible demanda del año 2023 al año 2027, que permita tener una visibilidad de un quinquenio para el proyecto, se confecciona la siguiente tabla que se basa a partir de la proyección realizada por la Dirección Actuarial y Economía de la CCSS en el año 2010, donde establece el número de casos de cáncer proyectados del 2013 al 2025, pero para efectos de este estudio tomaremos del año 2023 al 2025 y para los años 2026-2027 se aplicará promedio anual de crecimiento que es del 2,75%.

Para establecer la cantidad de nuevos casos de cáncer de mama y cáncer colorrectal de los 5 años que propone el proyecto, se aplicará las fórmulas utilizadas en dicha tabla para generar la siguiente información:

**Tabla 3. Demanda Futura Proyectada**

AÑO	Total Casos Cáncer-País	Cáncer Mama (12,4%)	Cáncer Colorrectal (9,6%)	Total Casos Cáncer (22%)	Casos Analizar con NGS (10%)	Casos positivos (22%)	Análisis Sanger Familiares (x5)	Total Anual
2023	15 242	1 890	1 463	3 353	335	74	369	443
2024	15 665	1 942	1 504	3 446	345	76	379	455
2025	16 090	1 995	1 545	3 540	354	78	389	467
2026	16 532	2 050	1 587	3 637	364	80	400	480
2027	16 986	2 106	1 631	3 737	374	82	411	493
Total	1 772	390	1 948	2 338				

Fuente: Elaboración propia (2021)

A modo de referencia la producción real que realizó el LDM en el año 2020 fue la que se programó para realizar en el Proyecto de Genética Oncológica, la cual se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Oferta del LDM Año 2020**

AÑO	TIPO DE PRUEBA	CANTIDAD
2020	Secuenciación Masiva paralela (NGS), casos índices analizados.	60
2020	Secuenciación tipo Sanger confirmatorio a familiares de portadores de variantes patogénicas	74
TOTAL		134

Fuente: Elaboración propia (2021), con datos del Proyecto de Genética Oncológica

Sin embargo, la capacidad de producción potencial del LDM está definida en 120 análisis de NGS al año y lo correspondiente a las confirmaciones familiares con análisis de Sanger un aproximado a 660 pruebas SANGER.

Para establecer la necesidad insatisfecha durante la ejecución del proyecto se le restará a la demanda proyectada de casos índice por cada año, a la capacidad potencial de producción del LDM (120 NGS), para lo cual los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 5. Demanda Insatisfecha**

AÑO	NGS	SANGER
2023	215	237
2024	225	247
2025	234	257
2026	244	268
2027	254	279
TOTAL	1172	1288

Fuente: Elaboración propia (2021)

Como se ha visto en este documento, los análisis genómicos se componen de varios tipos de técnicas dentro de la misma tecnología NGS, en la actualidad en el LDM para realizar estos análisis

cuenta con un contrato por Leasing, que le permite utilizar tecnología NGS de última generación. Este contrato cobra por reactivo consumido e incluye el equipamiento necesario para que se realice dicha prueba.

El costo por reactivo por prueba NGS es de ₡738,000.00 y el costo por prueba Sanger es de ₡31.365 colones.

Además, se obtuvo el precio promedio en el mercado para la prueba NGS es de \$2.000USD y de ₡35.000 la prueba SANGER.

Considerando que se tienen precios para los dos tipos de análisis que se realizarán, se muestra la siguiente tabla resumen:

**Tabla 6. Precio Por Tipo de Análisis vs Tipo Método de Producción**

METODO DE PRODUCCIÓN	PRECIO NGS	PRECIO SANGER
Leasing Equipo y Reactivo en la CCSS	738.000	31.365
Paciente Compra el servicio en lo privado (\$2.000USD)	*( 1.243.440)	35.000

Fuente: Elaboración propia (2021), con datos obtenidos del mercado en Costa Rica \*Tipo Cambio BCR(03/6/21): 621,72

Como se muestra en la anterior tabla, existe en el mercado nacional proveedores para el servicio de pruebas y análisis genómicos con las tecnologías NGS y Sanger, lo cual permite analizar ambas opciones.

### Requerimiento de Mano de Obra:

En la siguiente tabla se muestra el recurso humano que actualmente participa en la producción de análisis genómicos en el Laboratorio de Diagnóstico Molecular:

**Tabla 7. Capacidad Potencial de Producción del Recurso Humano**

Cantidad	Perfil	Capacidad Potencial Productiva Anual NGS	Capacidad Potencial Productiva Anual SANGER
01	Microbiólogo Químico Especializado 3	120	132
01	Diplomado en Tecnologías de la Salud		

Fuente: Elaboración propia (2021), con datos obtenidos del Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Hospital Nacional de Niños.

La remuneración salarial es de tipo ordinaria catorcenal, las horas contratadas son de 44 horas semanales, la jornada laboral es diurna y los tiempos dedicados en cada proceso es del 100%, aplicado para todos los funcionarios.

En vista de que el promedio anual durante el periodo 2023-2027 de la necesidad total es de 354 análisis NGS, lo cual dividimos en la capacidad potencial actual que realiza un equipo de dos personas, como se muestra en la anterior tabla obtenemos que para satisfacer la demanda total existe un déficit de 1,95 de recurso humano por perfil, para lo cual y utilizando

número absolutos se requiere ampliar el recurso humano en 02 Microbiólogos Químicos Especializados y 02 Diplomados en Tecnologías de la salud, para cumplir con la necesidad insatisfecha.

Debido a lo anterior se plantea la siguiente tabla con la proyección de gastos en salarios para el recurso total incluyendo el existente para atender la demanda proyectada para el periodo 2023-2027.

El equipo de producción del Laboratorio de Diagnóstico Molecular se encuentra en la figura de leasing, la cual incluye el equipo y los reactivos (insumos) que se utilizan en el proceso de pruebas y análisis genómicos, para lo cual es importante conocer además de su descripción y su capacidad de producción, la cual

debe estar acorde con la capacidad de producción del recurso humano, de tal manera identificar si es necesario incluir más equipos.

### Capacidad Potencial del Producción:

El equipamiento actual no se ve afectado con la ampliación de la producción, dado que en el caso del equipo que se utiliza para análisis NGS tiene con una capacidad potencial de producción de 120 Análisis al mes (1.440 anuales) y el equipo que se utiliza para análisis Sanger tiene una capacidad potencial de 500 pruebas al mes (6.000 anuales).

### Discusión

El Proyecto ampliación de la capacidad productiva de análisis genómicos con tecnología NGS y Sanger en el

**Tabla 8: Costos Consolidados RRHH**

Descripción Elementos del Gasto Funcionario de la CCSS	Microbiólogo Clínico 3 (MQC3) Situación Actual	Diplomado Tecnología de la Salud	Costo Consolidados Equipo de Trabajo Mensual
Total Salario Mensual Bruto 28 días	₡ 4 662 637	₡ 1 719 711	₡ 6 382 348
Total Salario Mensual Bruto 30 días	₡ 4 995 683	₡ 1 842 548	₡ 6 838 230
Cargas Sociales Patronales 26.5%	1 323 856	488 275	₡ 1 812 131
Cargas Sociales Obreras 10,5%	489 577	193 467	₡ 683 044
Total salario y cargas sociales Patronales	₡ 6 319 539	₡ 2 330 823	₡ 8 650 361
Total salario y cargas sociales totales	₡ 6 809 116	₡ 2 524 290	₡ 9 333 406
Salario escolar	138 713	153 484	₡ 292 198
Aguinaldo	416 140	153 484	₡ 569 625
Exceso vacaciones (15 días)	832 614	143 309	₡ 975 923
Total costo mensual salarios	₡ 7 707 006	₡ 2 781 100	₡ 10 488 106
<b>Costo anual en salarios</b>	<b>₡ 92 290 607</b>	<b>₡ 33 179 736</b>	<b>₡ 125 857 278</b>

Fuente: Elaboración propia (2021), con datos obtenidos de la escala salarial de la CCSS.

Notas:

1. Costo mensual y anual no incluye cuota obrera.
2. Costo exceso vacaciones según incentivo CCSS.

Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Hospital Nacional de Niños, por su naturaleza es una inversión pública que no genera ingresos, por lo tanto, desde la perspectiva financiera no se puede realizar una evaluación para calcular la rentabilidad financiera del Proyecto. Por lo cual, se realizará un análisis de costos del proyecto.

El análisis de costos se realiza para los proyectos públicos que no generan ingresos, pero que por los beneficios sociales que aportan al país, son estratégicos para el Estado, por eso es importante definir los costos de la inversión y de operación, los cuales permitirán en medir la rentabilidad social del proyecto mediante una evaluación económica y social.

### Costos del Proyecto

El flujo de costos permite actualizar el valor de los costos del Proyecto, por lo que en su elaboración se incorporan los costos de inversión y los costos de operación en que se incurrirán en un horizonte de 5 años.

Los costos se expresan a precios de mercado, se desglosan por año y se registran en forma monetaria en el flujo

de costos de acuerdo con el momento en el que se generan. Posteriormente se utiliza una Tasa Social de Descuento (TSD) para actualizar dichos costos y calcular los indicadores.

### Inversión Inicial

Los costos de inversión del Proyecto están referidos a los costos relacionados con el equipamiento y operación del Laboratorio de Diagnóstico Molecular. El costo estimado de inversión en equipamiento es de ₡37.019.418,38 colones. El desglose de la inversión se muestra en la siguiente tabla:

### Costos de Operación

Los costos de operación y mantenimiento corresponden a los costos en lo que se incurre en la etapa de funcionamiento del Laboratorio de Diagnóstico Molecular, con el fin de garantizar la prestación de servicios. En el proyecto se han identificado los que están asociados a servicios personales y no personales, equipo, cargas sociales, subsidios y el Leasing por costo de prueba NGS y prueba SANGER.

Según los cálculos realizados, con base en la información suministrada por el LDM,

**Tabla 9. Detalle Costos de Inversión**

Inversiones	Naturaleza	Costo	Unidades	Total
Equipo	Apoyo a Producción	24 365 524,22	1	24 365 524,22
Equipo	Administrativo	6 957 619,36	1	6 957 619,36
Mobiliario	Administrativo	5 696 274,80	1	5 696 274,80
		TOTALES	3	37 019 418,38

Fuente: Elaboración Propia (2021), con datos obtenidos Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Hospital Nacional de Niños.

los costos anuales operativos actuales del LDM (serán parte del Proyecto) ascienden □400.668.026,88 colones para el año 2023, estos costos se proyectan en el flujo de costos para un horizonte de planeamiento de 5 años, se considera un incremento por inflación del 3% anual, dado que la situación económica mundial afectada por la pandemia genera inciertos para la inflación de los próximos años. En la siguiente Tabla, se muestra el detalle de los costos durante el horizonte planteado para el proyecto:

Cabe indicar, que en la actualidad el citado laboratorio cuenta únicamente con un Equipo de Trabajo de dos (2) funcionarios (Un Microbiólogo Químico 3 y un Diplomado en Tecnologías de la Salud), lo que limita la capacidad operativa de producción de análisis genómicos a un total de 252 casos por año, de los cuales 120 casos corresponden a análisis tipo “NGS”; mientras que 132 casos, corresponden a análisis “SANGER”, que se realizan a los familiares de los asegurados que padecen de cáncer.

### Análisis Económico-Social del Proyecto

Este proyecto es de naturaleza social y carece de ingresos, en consecuencia,

tanto sus objetivos, como sus beneficios, son de naturaleza cualitativa, en vista de que persiguen un interés social, que, en el caso del presente proyecto, el interés social se encuentra relacionado con procurar mejorar la salud y la calidad de vida, de los asegurados que padecen de Cáncer de Mamas y/o Cáncer Colorrectal.

Dentro de este contexto, la valoración económica del proyecto siguió la Metodología, Guía y Lineamientos, establecidos por el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN), para el cálculo de los precios sociales.

Al respecto en la evaluación económica de proyectos de naturaleza social, se deben utilizar los precios sociales definidos por el MIDEPLAN, ya que este indicador permite determinar el costo de oportunidad de los bienes y servicios dirigidos a satisfacer las necesidades de la sociedad.

### Cálculo de Precios Sociales

Como se indicó, de conformidad con las disposiciones emanadas por parte del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, la tasa de descuento

Tabla 10: Detalle Costos de Operación

Detalle	Mensual	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sueldos	8 675 975,49	104 111 705,88	107 235 057,06	110 452 108,77	113 765 672,03	117 178 642,19
Cargas Patronales	1 812 131,00	21 745 572,00	22 397 939,16	23 069 877,33	23 761 973,65	24 474 832,86
Servicios Públicos	368 922,00	4 427 064,00	4 559 875,92	4 696 672,20	4 837 572,36	4 982 699,53
Telecomunicaciones	40 000,00	480 000,00	494 400,00	509 232,00	524 508,96	540 244,23
Servicios Limpieza y seguric	925 000,00	11 100 000,00	11 433 000,00	11 775 990,00	12 129 269,70	12 493 147,79
Leasing	21 566 973,75	258 803 685,00	266 497 335,00	273 452 985,00	281 178 000,00	288 903 015,00
<b>Totales</b>	<b>33 389 002,24</b>	<b>400 668 026,88</b>	<b>412 617 607,14</b>	<b>423 956 865,30</b>	<b>436 196 996,71</b>	<b>448 572 581,61</b>

Fuente: Elaboración propia (2021), con datos obtenidos del Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Hospital Nacional de Niños

a utilizar para la determinación de los precios sociales en la evaluación económico-social de proyectos es la Tasa Social de Descuento (TSD), que básicamente se constituye en el costo de oportunidad en la utilización de recursos públicos, siendo que para el caso que nos ocupa, la TSD es equivalente al 8.31%.

### **Beneficios Económicos y Sociales del Proyecto**

Los beneficios económicos y sociales que se generan el Proyecto están dados por los beneficios directos e indirectos generados por los ahorros o costos no incurridos que ocasionará el Proyecto para la CCSS, el Laboratorio de Diagnóstico Molecular y la población costarricense.

A continuación, se describen los cálculos de cada una de las fuentes de ahorro que generaran beneficios al proyecto, además se incluirán aquellos beneficios no cuantificables para la población meta del mismo.

#### **• Beneficios no cuantificables**

Se han identificados beneficios sociales, relacionados con la calidad de vida del paciente positivo con diagnóstico de cáncer de Mama o cáncer Colorrectal, y prevención para los familiares de los pacientes positivos.

Además, de los beneficios que se presentaran en la calidad de diagnóstico y tratamiento en los servicios de oncología de la CCSS.

#### **• Beneficios cuantificables**

Se han identificado para el proyecto dos ahorros con la implementación del proyecto que beneficiaría a la población meta, estos han sido posible cuantificarlos monetariamente, a continuación, el cálculo de los ahorros identificados:

#### **• Beneficios por ahorro de pago por prueba NGS:**

En el horizonte del proyecto se ha identificado un total de 1.772 casos de cáncer de Mama y cáncer Colorrectal, los cuales en caso de no existir el proyecto deben comprar el servicio de prueba y análisis genómico con tecnología NGS a un costo unitario de \$2.000USD, lo cual representa un ahorro neto de  $\text{¢}2.201.391.040,00$  durante los 5 años evaluados.

Considerando que la producción está relacionada directamente con la aparición de nuevos casos cada año, el costo anual contiene el crecimiento de acuerdo con los cálculos establecidos para establecer la demanda futura.

#### **• Beneficios por ahorro de pago por prueba SANGER:**

En el horizonte del proyecto se ha identificado un total de 1.948 casos de familiares de casos índice que requieren confirmación, los cuales en caso de no existir el proyecto deben comprar en el servicio de prueba de confirmación con tecnología SANGER a un costo unitario de 35.000 colones, lo cual representa un ahorro neto de  $\text{¢}68.180.000,33$  durante los 5 años evaluados para esa población.

Resulta que la producción está relacionada directamente con la aparición de nuevos casos cada año, el costo anual contiene el crecimiento de acuerdo con los cálculos establecidos para definir la demanda futura.

A continuación, se detallan los ahorros identificados y calculados del proyecto:

**Tabla 11. Detalle Cálculo de Ahorros (Externalidades, Beneficios)**

AÑO	NGS	SANGER	TOTAL, ANUAL
2023	416 177 200,00	12 915 000,00	429 092 200,00
2024	428 600 400,00	13 265 000,00	441 865 400,00
2025	439 781 280,00	13 615 000,00	453 396 280,00
2026	452 204 480,00	14 000 000,00	466 204 480,00
2027	464 627 680,00	14 385 000,00	479 012 680,00
TOTALES	2 201 391 040,00	68 180 000,00	2 269 571 040,00

Fuente: Elaboración Propia (2021), con datos obtenidos Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Hospital Nacional de Niños.

### Flujo Económico Social del Proyecto

Para elaborar el flujo económico y social del Proyecto, se requieren de los costos de inversión, costos de operación y los beneficios económicos-sociales del Proyecto, de esta manera, se puede elaborar el flujo económico y social, y sobre esta base, calcular los indicadores y conocer si el Proyecto es rentable para la sociedad costarricense, para la CCSS. Para el cálculo de los indicadores se utilizó una la Tasa Social de Descuento, TSD = 8,31%.

Para realizar el cálculo de los indicadores económicos y sociales del proyecto, se desarrolló el Flujo Neto Efectivo, para lo cual se presentan los datos de este en la siguiente tabla:

Aplicados los cálculos correspondientes al VANE y TIRE se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 12. Flujo Neto Efectivo**

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>BENEFICIOS SOCIALES</b>					
Ahorro por pago de prueba y análisis	429 092 200	441 865 400	453 396 280	466 204 480	479 012 680
<b>TOTAL BENEFICIOS SOCIALES</b>	429 092 200	441 865 400	453 396 280	466 204 480	479 012 680
<b>COSTOS Y GASTOS</b>					
Costos Operacionales y Gastos Activos	400 668 027	412 617 607	423 956 865	436 196 997	448 572 582
Depreciaciones					
<b>TOTAL DE COSTOS Y GASTOS</b>	400 668 026,88	412 617 607,14	423 956 865,30	436 196 996,71	448 572 581,61
<b>UTILIDAD ANTES INTERESES E IMPUESTOS</b>	28 424 173,12	29 247 792,86	29 439 414,70	30 007 483,29	30 440 098,39
Gastos por intereses					
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	28 424 173,12	29 247 792,86	29 439 414,70	30 007 483,29	30 440 098,39
<b>IMPUESTOS</b>					
<b>UTILIDAD NETA</b>	28 424 173,12	29 247 792,86	29 439 414,70	30 007 483,29	30 440 098,39
Sumar la Depreciación					
Restar la Amortización de pasivos					
<b>FNE</b>	28 424 173,12	29 247 792,86	29 439 414,70	30 007 483,29	30 440 098,39

Fuente: Elaboración Propia (2021), con datos obtenidos de Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Hospital Nacional de Niños

- **Valor Actual Neto Económico**, VANE =  $\$79.552.930,29$ , es positivo, lo que significa que el Proyecto genera más beneficios de costos, por lo tanto, el Proyecto es atractivo para la población costarricense, la CCSS y el LDM.
- **Tasa Interna de Retorno Económica**, TIRE = 73%, el Proyecto es rentable desde la perspectiva económica y social, su tasa de rentabilidad está por arriba de la TSD que es 8,31%, lo que evidencia que el Proyecto es altamente rentable desde la perspectiva de la población costarricense.

## Conclusiones

Se logró conocer con base a los datos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud en su sitio web Global Cancer Observatory, de los nuevos casos de cáncer en Costa Rica y la proyección realizada por la Dirección Actuarial y Económica de la CCSS, la cantidad de casos que requerirán por sospecha heredo familiar de análisis genómicos con NGS para casos índice, cuyo total es de 1.772 y para los familiares de esos casos índice un total de 1.948 que requerirán análisis genómicos tipo SANGER.

También, con información brindada por el Proyecto Genético Oncológico, se logró cuantificar la producción actual del LDM de acuerdo con la demanda definida a anualmente por dicho proyecto y además la capacidad potencia de la producción anual tanto del recurso humano especializado como de los equipos utilizados, donde el recurso tiene capacidad productiva de 120 análisis

con NGS al año y sus respectivas pruebas SANGER para familiares. Y con respecto a las capacidades de los equipos donde se realizan las pruebas de NGS anualmente se pueden procesar hasta 1.440 pruebas y en el caso del equipo SANGER hasta 6.000 pruebas anuales.

Y finalmente, se determina que el Proyecto es altamente rentable para el desarrollo económico y social del país, pues genera beneficios cuantitativos y cualitativos significativos para la población meta y para la CCSS, como lo muestra los resultados de los indicadores económicos y sociales, que se obtuvieron de la evaluación económica y social, los cuales se describen a continuación:

- **Valor Actual Neto Económico**, VANE =  $\$79.552.930,29$ , es positivo, lo que significa que el Proyecto genera más beneficios que costos, por lo tanto, el Proyecto es atractivo para la población costarricense, la CCSS y el LDM.
- **Tasa Interna de Retorno Económica**, TIRE = 73%, el Proyecto es rentable desde la perspectiva económica y social, su tasa de rentabilidad está por arriba de la TSD que es 8,31%, lo que evidencia que el Proyecto es altamente rentable desde la perspectiva de la población costarricense.

## Referencias bibliográficas

- Agencia Internacional para la búsqueda de Cáncer. (2012). *Globocan 2012: Incidencia Estimada Cáncer, Mortalidad y Prevalencia a Nivel Mundial en 2012*. <https://gco.iarc.fr>.
- Agencia Internacional para la búsqueda de Cáncer. (2020). *Globocan Costa Rica*. <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/188-costarica-fact-sheets.pdf>.
- Caja Costarricense de Seguro Social *Cultura organizacional*. (2020). <https://www.ccss.sa.cr/cultura#memorias>.
- Caja Costarricense de Seguro Social. (2015). *Hospital Calderón Guardia comienza pruebas genéticas para conocer riesgo de cáncer*. [https://www.ccss.sa.cr/noticias/servicios\\_noticia?hospital-calderon-guardia-comienza-pruebas-geneticas-para-conocer-riesgo-de-cancer](https://www.ccss.sa.cr/noticias/servicios_noticia?hospital-calderon-guardia-comienza-pruebas-geneticas-para-conocer-riesgo-de-cancer).
- Caja Costarricense de Seguro Social. (2017). Proyecto de Fortalecimiento de la atención integral del cáncer con base de datos de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2017). Mortalidad por tumores malignos más frecuentes en mujeres según año. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-lasalud/estadisticas-y-bases-de-datos/estadisticas/estadistica-de-cancerregistro-nacional-tumores/2722-situacion-epidemiologica-delcancer/file>
- Gil, M. y Valero D. (2017). Nuevas tecnologías para el diagnóstico genético. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(4), 538-545.
- Graña, B., Lastra, E., Llord, G., Brunet, J., & Isla, D. (2011). *SEOM clinical guidelines for hereditary cancer. Clinical & Translational Oncology: Official Publication of the Federation of Spanish Oncology Societies and of the National Cancer Institute of Mexico*, 13(8), 580-586.
- Instituto Nacional del Cáncer. (2019). Mutaciones en el gen BRCA: El riesgo de cáncer y las pruebas genéticas. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/genetica/hojainformativa-brca>
- Instituto Nacional de Medicina Genómica. (2020). *El Instituto*. <https://www.inmegen.gob.mx>.
- Jiménez J. (2016). *Costa Rica tendrá nuevo aliado tecnológico para la investigación clínica de enfermedades complejas*. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/11/17/costa-rica-tendra-nuevo-aliado-tecnologico-para-la-investigacion-clinica-de-enfermedades-complejas.html>.

Ministerio de Planificación nacional y Política Económica de Costa Rica. (2009). *Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública, Costa Rica*. <https://www.mideplan.go.cr/normas-tecnicas-lineamientos-procedimientos-inversion-publica>.

Ministerio de salud. (2016). *Plan Nacional de Salud*. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planes-en-salud/planes-en-salud/964-plan-nacional-de-salud-2016-2020/file>.

Sociedad Americana del Cáncer (2020). *Síndromes de cáncer en las familias*. <https://www.cancer.org/es/cancer/causas-del-cancer/genetica/sindromes-de-cancer-familiar.html>