

# Semaforización inteligente en apoyo al diagnóstico de cáncer de mama en Baja California

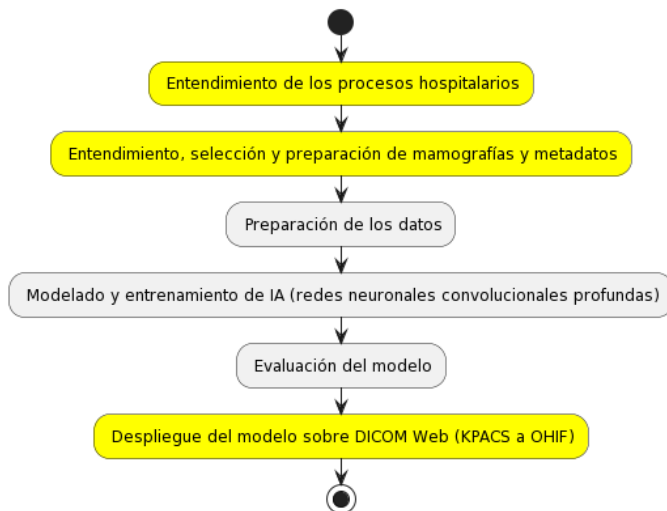
Dr. Ángel Fraga, M. José Magaña, Carlos Sánchez, Ignacio Ayala, Alberto Balderas



# Resumen

Transformar el proceso de entrega de diagnóstico en los hospitales públicos mexicanos, identificando y comprendiendo las diferentes etapas del proceso, con el fin de desplegar una semaforización inteligente en apoyo al diagnóstico de cáncer de mama mediante redes neuronales convolucionales y mamografías en un entorno real.

# Flujo de trabajo



# Pregunta de investigación

¿Cómo establecer un sistema de semaforización que permita priorizar el envío a interpretación de las mastografías del Hospital General de Ensenada?





# Hipótesis

El estudio y la aplicación de redes neuronales convolucionales profundas para el análisis de mastografías, servirá de apoyo para diseñar un sistema de semaforización y de esta manera agilizar el proceso de interpretación de las mastografías sospechosas de las pacientes del Hospital General de Ensenada.

# Objetivo general

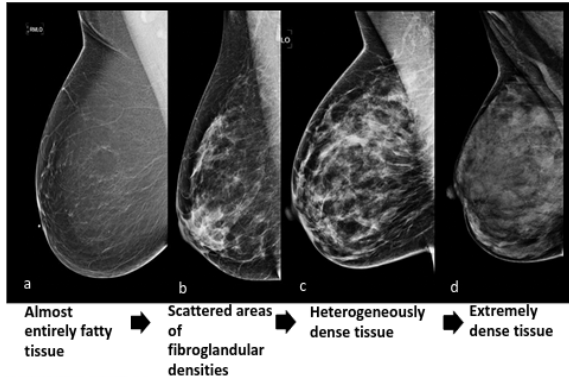
Desarrollar modelos de redes neuronales convolucionales profundas, con una alta exactitud en la clasificación de anormalidades, tal que apoyen en el proceso de detección temprana del cáncer de mama de las pacientes del Hospital General de Ensenada.

# BIRADS

Example				
Category	BI_RADS I Fatty breast	BI_RADS II Average density	BI_RADS III Heterogeneously dense	BI_RADS IV Extremely dense
Range	0-25%	26-50%	51-75%	75-100%
Relative risk	0.5	1	1.5-1.6	1.8-2.0
Prevalence	10%	42%	40%	7%

Saffari, N. and al. Fully Automated Breast Density Segmentation and Classification Using Deep Learning. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10110988>

# BIRADS



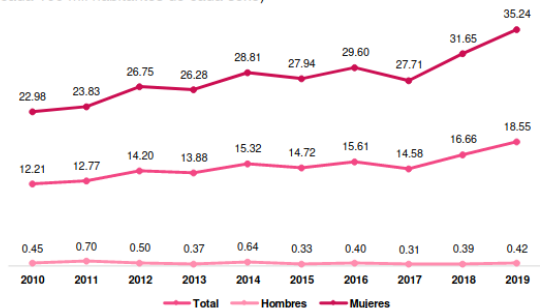
Pesce, K., Orruma, M. B., Hadad, C., Bermúdez Cano, Y., Secco, R., & Cernadas, A. (2019). BI-RADS terminology for mammography reports: What residents need to know. *RadioGraphics*, 39(2), 319-320.



# El cáncer de mama un gran reto para México y el mundo.

## **Incidencia de cáncer de mama en la población de 20 años o más por sexo 2010 a 2019**

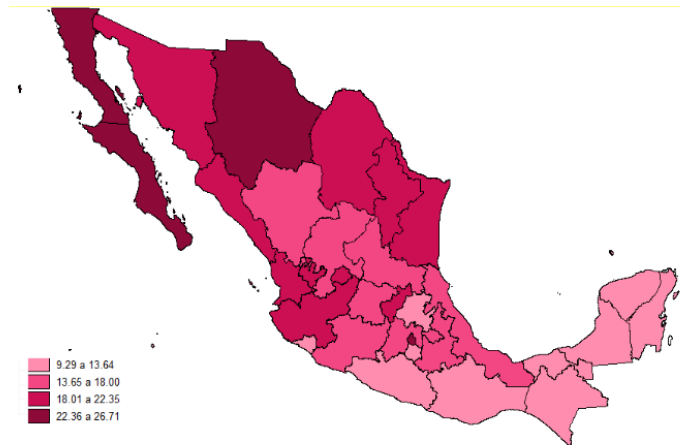
(Por cada 100 mil habitantes de cada sexo)



Nota: Se utilizó la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10), código C50. Excluye casos con edad no especificada.

Fuentes: SALUD, Dirección General de Epidemiología (DGE). (2020). Anuarios de Morbilidad 1984-2019. CONAPO (2018). Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050.

# El cáncer de mama un gran reto para México y el mundo



Nota: Se utilizó la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10), código C50 (Tumor maligno de la mama).

Fuente: INEGI. Estadísticas de mortalidad 2018. Consulta interactiva de datos. SNIEG. Información de Interés Nacional. CONAPO (2018). Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050.

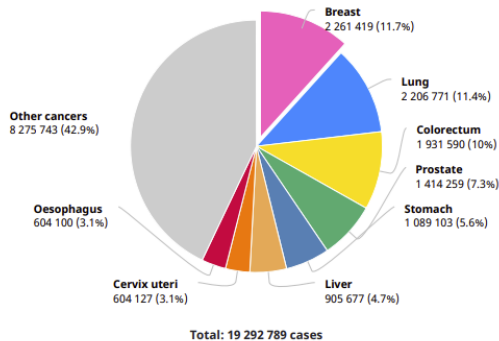
# Hechos remarcables del cáncer de mama

- 2.22.6 millones de casos.
- Al menos 14 mujeres diariamente..
- Es una de las primeras causas de incidencia y muerte

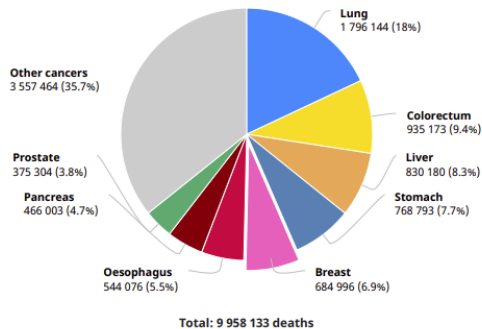
Fuente: World Health Organization (2021).

# Hechos remarcables del cáncer de mama

Number of new cases in 2020, both sexes, all ages

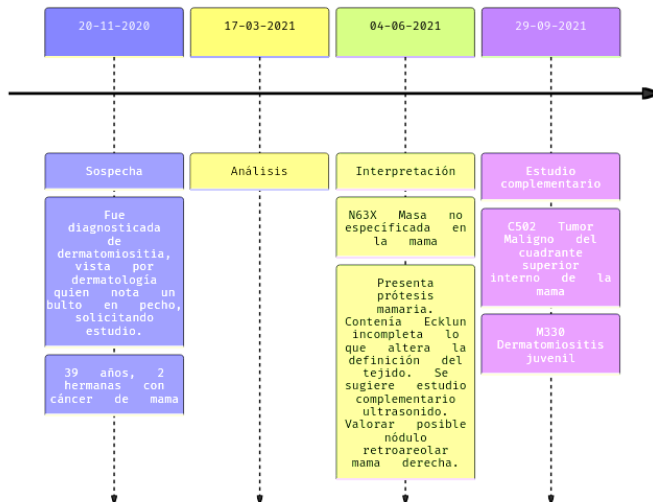


Number of deaths in 2020, both sexes, all ages



Fuente: World Health Organization (2021).

# Caso de estudio



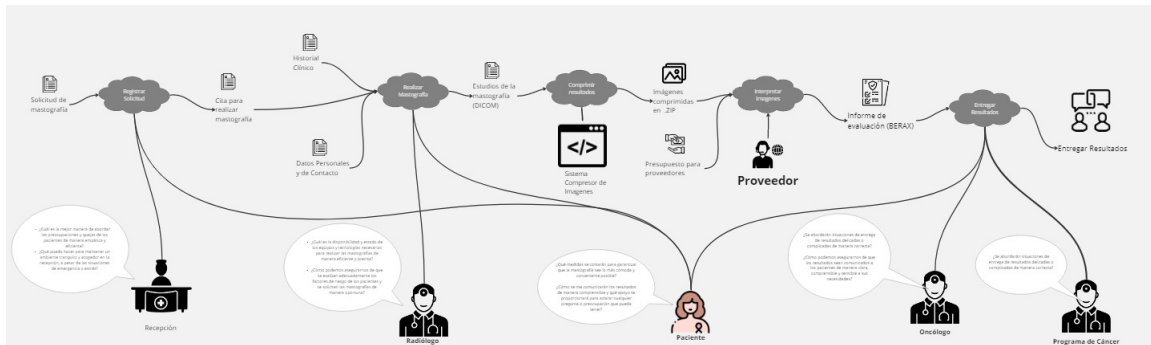
# Trabajos relacionados

- **Deep Convolutional Neural Network (CNN)**. Kim develops a Deep CNN that reads mammography images on DDSM and CBIS-DDSM (2019). Google developed in 2021 a Self-Supervised Learning Classifier (Multi-Instance Contrastive Learning method).
- Risk factors datasets applying **Gradient-boosting decision tree model**. Valencia-Moreno et al. deploy to public Hospital (2022).
- From free text (medical records), Nassif et al. proposed an **algorithms feature extraction** (2009).

# Objetivo.

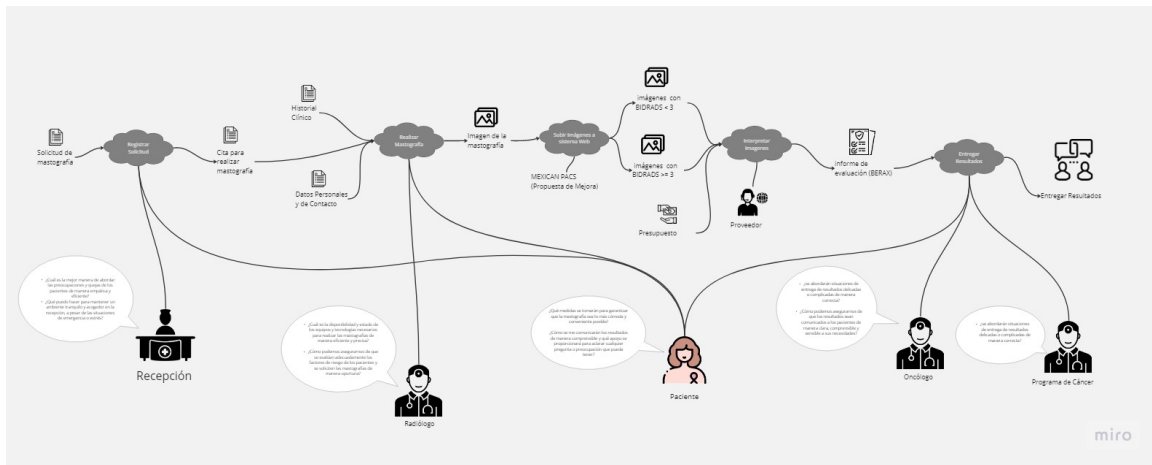
Desarrollar un prototipo de un sistema inteligente que facilite la detección temprana del cáncer de mama, priorizando el análisis de las mastografías mediante el uso de metodologías de análisis y procesamiento de datos mixtos (imágenes digitales y factores de riesgo), en apoyo al seguimiento de las pacientes del Hospital General de Ensenada.

# Proceso con gráfica rica





# Rediseño del Proceso



miro

# Mexican PACS

Open Health Imaging Foundation

INVESTIGATIONAL USE ONLY

Studies

Primary Recent All

12-Dec-2014 918

CT\PT PETCT

1 Tracked Series

A

S: 1 1

Topogram 0.6 T80s

A 12-Dec-2014 S: 1  
Topogram 0.6 T80s

B Grid Layout 4  
CT WB 5.0 B35f

A I: 62 (62/174)

R

L 87.8 mm  
W 43.9 mm

C 12-Dec-2014 S: 4  
CT WB 5.0 B35f

A I: 13 (13/174)

D 12-Dec-2014 S: 103  
PET WB Corrected

A I: 72 (72/174)

Measurements

12-Dec-2014 G1  
PETCT

MEASUREMENTS 1

1 (empty)

L: 87.8 mm (S:4, I:62)  
W: 43.9 mm

Export Create Report

# Mexican PACS

Hospital General de Ensenada



## Lista de Estudios

29 Estudios

Nombre paciente

MRN

Fecha del estudio

Descripción

Modalidad

Num. Adhesión

Instancias


 Start Date  End Date




>	CTA Head and Neck	NEW_PATIENT_ID	May-11-2023 01:14 PM	CT NECK SOFT TISSUE W/ ...	CT		295
>	nscan1198a		Sep-15-2022 10:55 AM	General Static Scan + CT	CT\PT		10163
>	Water Phantom	202009231	Sep-23-2020 11:11 AM	Uniformity	CT\PT\RTSTRUCT		218
>	Horse	123	Jul-23-2020 09:26 AM		OT	321	1
>	PATIENT, FSRT	PYFSRT01	Apr-11-2017 02:10 PM		CT\RTSTRUCT		263
>	C3L-00088	C3L-00088	Aug-11-2016 10:21 AM	Histopathology	SM	C3L-00088	18
>	Neptune	0000002	May-22-2014 09:54 AM	DFCI CT CHEST W CONTR...	CT	000041576	381
>	Neptune	0000002	Mar-25-2014 03:29 PM	DFCI CT CHEST W CONTR...	CT	000041571	249
>	LUNG1-008	LUNG1-008	Jan-01-2014		CT\RTSTRUCT	2615788742648199	115
>	LiverUS-06	LiverUS-06	Oct-01-2012 11:10 AM		US		20

# Mexican PACS

Hospital General de Ensenada

Estudios | 07-May-2012 | Neck 1.0 B31s

W: 410 L: 70

A

I: 1 (1/295)

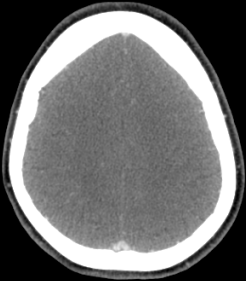
Segmentation Measurements

Dr. Ubaldo Ramirez  
LA PLACA SIMPLE DE  
ABDOMEN SIN EVIDENCIA DE  
VISCEROMEGALIA NI  
CALCIFICACION PATOLOGICA  
ABDOMINO-PELVICA. EL  
ESTUDIO CONTRASTADO  
MUESTRA CONCENTRACION Y  
ELIMINACION RENAL  
SIMETRICA Y TEMPRANA...

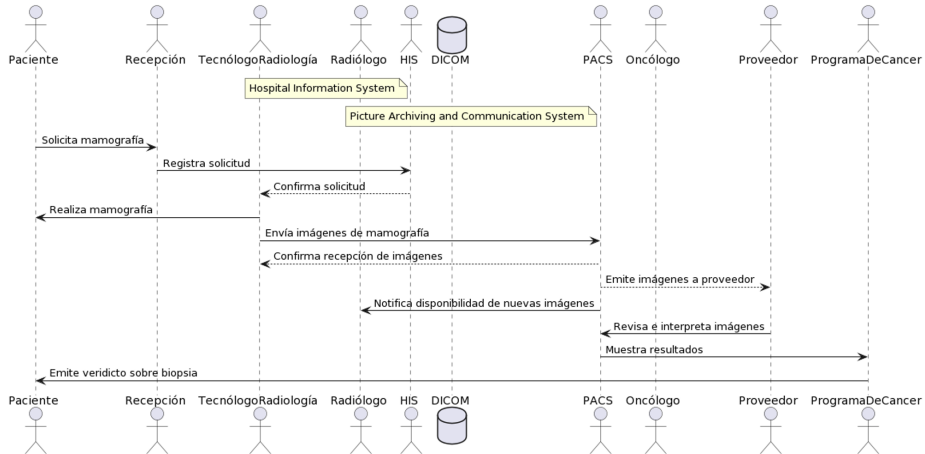
11-May-2023 295

CT CT NECK SOFT TISSUE W/  
CONTR

S: 6 295  
Neck 1.0 B31s



# Proceso actual



Fuente: Entrevistas con los encargados.

# Proceso con otros diagramas

## Otros diagramas

# Años/estudios

Año/Birads-Estudios							
Año/Birads	0	1	2	3	4	5	Total
2011	76	474	623	57	11	0	1241
2012	57	1227	2020	171	32	3	3510
2013	218	1389	1423	270	49	6	3355
2014	15	1613	1791	197	18	4	3638
2015	33	1246	1515	184	33	0	3011
2016	138	1149	1976	216	19	2	3500
2017	167	521	1323	78	26	5	2120
2018	133	619	1537	60	13	3	2365
2019	264	196	909	50	10	6	1435
2020	147	210	469	30	16	4	876
2021	413	316	388	27	50	17	1211
2022	113	357	885	1	5	10	1371
2023	44	82	258	1	0	1	386
Total	1818	9399	15117	1342	282	61	28019

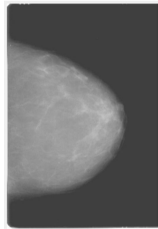
# Interpretaciones y notas médicas

Birads-Estudios	
Birads	Estudios
0	1813
1	9386
2	15055
3	1342
4	282
5	61
Total	27939

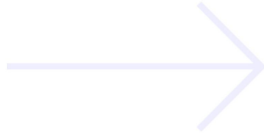
Capitulo	Nombre	Total
C50	Tumor maligno de la mama	456
D05	Carcinoma in situ de la mama	97
D24	Tumor benigno de la mama	59
N60	Displasia mamaria benigna	236
		848



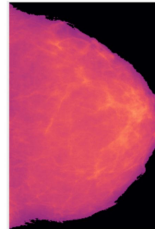
# Preprocesamiento de DDSM



Original Image

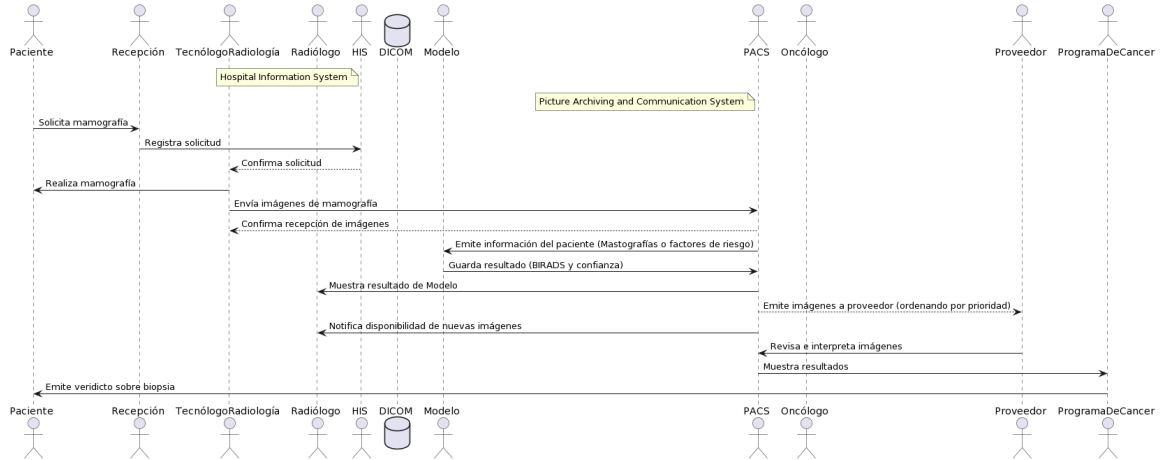


Crop (Heuristic segmentation)  
Apply Gaussian Blur  
Use Otsu's binarization  
Apply morphological operations  
Apply the mask  
Find the contours  
Apply magma  
Resize



Preprocessed Image

# Proceso propuesto



# Migración a DICOM WEB



OHIF y Conquest Server

# Conclusiones.

- La detección temprana del cáncer de mama es fundamental para mejorar las tasas de supervivencia y reducir la morbilidad asociada a esta enfermedad.
- El uso de software especializado en el mapeo de procesos permitirá visualizar y comprender mejor los flujos de trabajo, identificar cuellos de botella y proponer estrategias de mejora.
- La optimización de la entrega de resultados de mamografías contribuirá a una detección y tratamiento más oportunos, mejorando la calidad de la atención y potencialmente salvando vidas.