

Predicción temprana del riesgo de mal pronóstico en abscesos amigdalinos y periamigdalinos

Mediante análisis de TC y Machine Learning

**Gemma Rojas Escobar¹, Guillermo Mateo Abellan², Esther Rodríguez Heras³, Fernando Reine Quintero⁴,
Francisca Escalona Pérez⁵, Patricia Möise Cosano⁶, Javier Pérez Lara⁷, Almudena Pérez Lara⁸**

Hospital Regional Universitario de Málaga¹, Hospital Universitario Virgen de Valme²

No hay conflicto de intereses

Objetivo



Desarrollar un modelo predictivo basado en imágenes de TC y parámetros clínicos

Para identificar pacientes con abscesos amigdalinos o periamigdalinos con **alto riesgo de mal pronóstico**.

Definido como necesidad de:

Estancia en UCI

Necesidad de drenaje quirúrgico urgente

Traqueotomía

Introducción - ¿Cuál es la relevancia de esta patología?



Riesgo de compromiso de la vía aérea

Los abscesos amigdalinos y periamigdalinos pueden progresar rápidamente, comprometiendo la permeabilidad respiratoria.



Heterogeneidad en la evolución clínica

Desde casos de manejo ambulatorio hasta pacientes críticos que requieren UCI o traqueotomía urgente.



Valor objetivo de la Tomografía Computarizada (TC)

Aporta medidas precisas del tamaño del absceso, extensión a espacios profundos y grado de estenosis de la vía aérea.



Integración mediante Machine Learning (ML): ¿qué interés tiene?

Permite combinar variables clínicas y radiológicas complejas para predecir el riesgo de forma precoz y personalizada.

Metodología (I)



Ámbito del estudio

Pacientes reclutados en dos centros de referencia (cohorte final 178 pacientes):

- Hospital Virgen de Valme y • Hospital Regional Universitario de Málaga.



Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años.
- Diagnóstico confirmado de absceso amigdalino o periamigdalino mediante TC con contraste intravenoso.



Verificación clínica

Correlación entre hallazgos radiológicos y evolución clínica, validada por juicio multidisciplinar (ORL y Radiología).

Metodología (II) – Valoración de TC



Dimensiones del Absceso

- Diámetro Anteroposterior (AP)
- Diámetro Laterolateral (LL)
- Diámetro Craneocaudal (CC)
- **Volumen total** calculado (cm³)



Estenosis de Vía Aérea

Evaluación del compromiso respiratorio mediante medición del calibre en tres ejes (mm):

- Eje Anteroposterior
- Eje Transversal (LL)
- Eje Craneocaudal



Clasificación Anatómica

Registro del tipo de colección según localización radiológica:

- Amigdalino
- Periamigdalino
- Mixto

Metodología (III) – Valoración de TC



Extensión del Absceso

Espacio parafaríngeo, retrofaríngeo, masticador, carotídeo, visceral, mediastino.



Extensión del edema

Epíglotis, espacio parafaríngeo, retrofaríngeo, masticador, carotídeo, visceral, mediastino.

Metodología (IV) – Variables clínicas y analíticas



Marcadores analíticos

Registro de datos de laboratorio al ingreso: **leucocitosis**, recuento absoluto de **neutrófilos**, niveles de **PCR** (Proteína C Reactiva) y **creatinina** sérica.



Comorbilidades relevantes

Evaluación de antecedentes clínicos clave: **Diabetes Mellitus (DM)**, **Hipertensión Arterial (HTA)**, hábito **tabáquico** y antecedentes **oncológicos**.



Datos demográficos

Sexo y edad.

Metodología de IA (I) – Outcomes y prevalencia

Definición de Outcomes (predicciones que se van a realizar)



SECCIÓN DE INGRESO

Categorías 1-2 (Planta ORL vs UCI)



TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Categorías 1-2 (Drenaje urgente vs no cirugía)



TRAQUEOTOMÍA

Binario 0/1 (Sí/No)

Prevalencia en la Cohorte (N=178)

TRAQUEOTOMÍA

Casos positivos vs total

12.4%
(22/178)

SECCIÓN DE INGRESO

Sección 2 (UCI/Críticos) vs 1

21.0%
(37/176)

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Clase 2 (Drenaje urgente) vs no tratamiento

18.6%
(33/177)

Metodología de IA (II) – Modelos base de Machine Learning

Algoritmos Evaluados

Random Forest: Robustez y manejo de no linealidad.

SVM (RBF): Para espacios de características complejos.

AdaBoost & Gradient Boosting: Mejora iterativa.

Regresión Logística: Baseline interpretable.

Se emplearán estos clasificadores para entrenar algoritmos con los datos de lectura de TC y variables clínicas que permitan predecir la gravedad del caso

Criterios de Selección y Análisis

Métricas de Optimización

F1-Score: Balance entre precisión y recall para clases desbalanceadas.

F2-Score: Priorización de la sensibilidad (evitar falsos negativos en traqueotomía).

Desempeño en Test: Validación final en conjunto hold-out.

Interpretabilidad de Variables

Permutation Importance: Impacto en la predicción al alterar valores de una variable.

Gini Importance: Reducción de impureza en modelos basados en árboles.

Identificación de marcadores clínicos y radiológicos clave.

Metodología de IA (III) – Validación y métricas



Estrategia de validación

- **Partición estratificada:** División del dataset en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba (test) manteniendo la proporción de clases.
- **Validación Cruzada (CV):** Stratified K-Fold Cross-Validation para optimización de hiperparámetros y selección de modelos robustos.



Métricas de evaluación exhaustivas

- **Desempeño global:** Accuracy, F1-Score, ROC-AUC, PR-AUC.
- **Relevancia clínica:** Sensitivity (Recall), Specificity, PPV (Precision), NPV.



Optimización específica para Traqueotomía

- Ajuste de umbral de decisión para garantizar **Sensibilidad ≥ 0.85** (minimizar falsos negativos).
- Estimación de Intervalos de Confianza al 95% (IC95%) mediante **Bootstrapping**.

Resultados: Demografía

N = 178 | Edad media: **48.0 ± 17.3** | Mediana: **48.5** (IQR 24) | Rango: **18 - 93** años

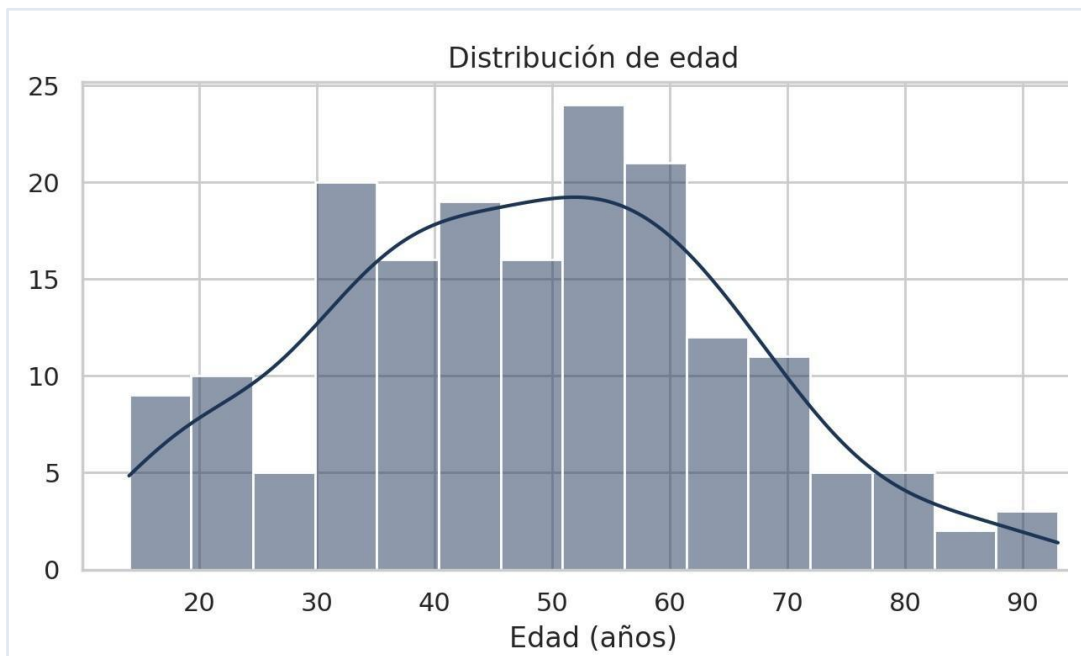


Figura 1. Distribución de edad de la cohorte

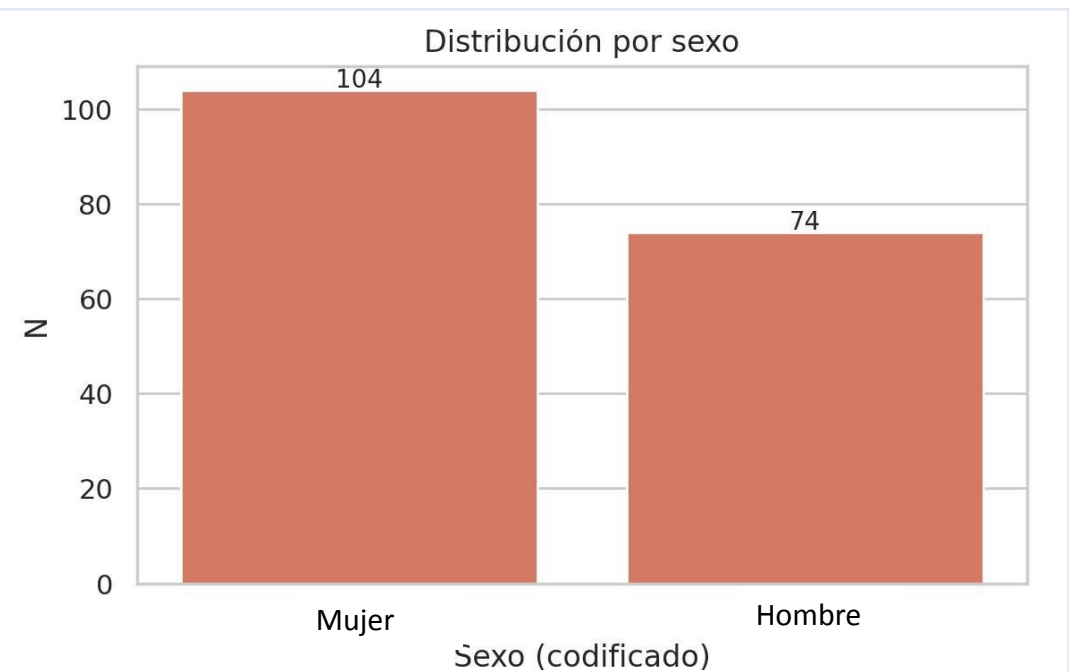


Figura 2. Distribución por sexo

Resultados: Comorbilidades

 **Diabetes (DM)**

16.3% (n=29)

 **Hipertensión**

24.7% (n=44)

 **Fumador**

41.0% (n=73)

 **Cáncer**

3.9% (n=7)

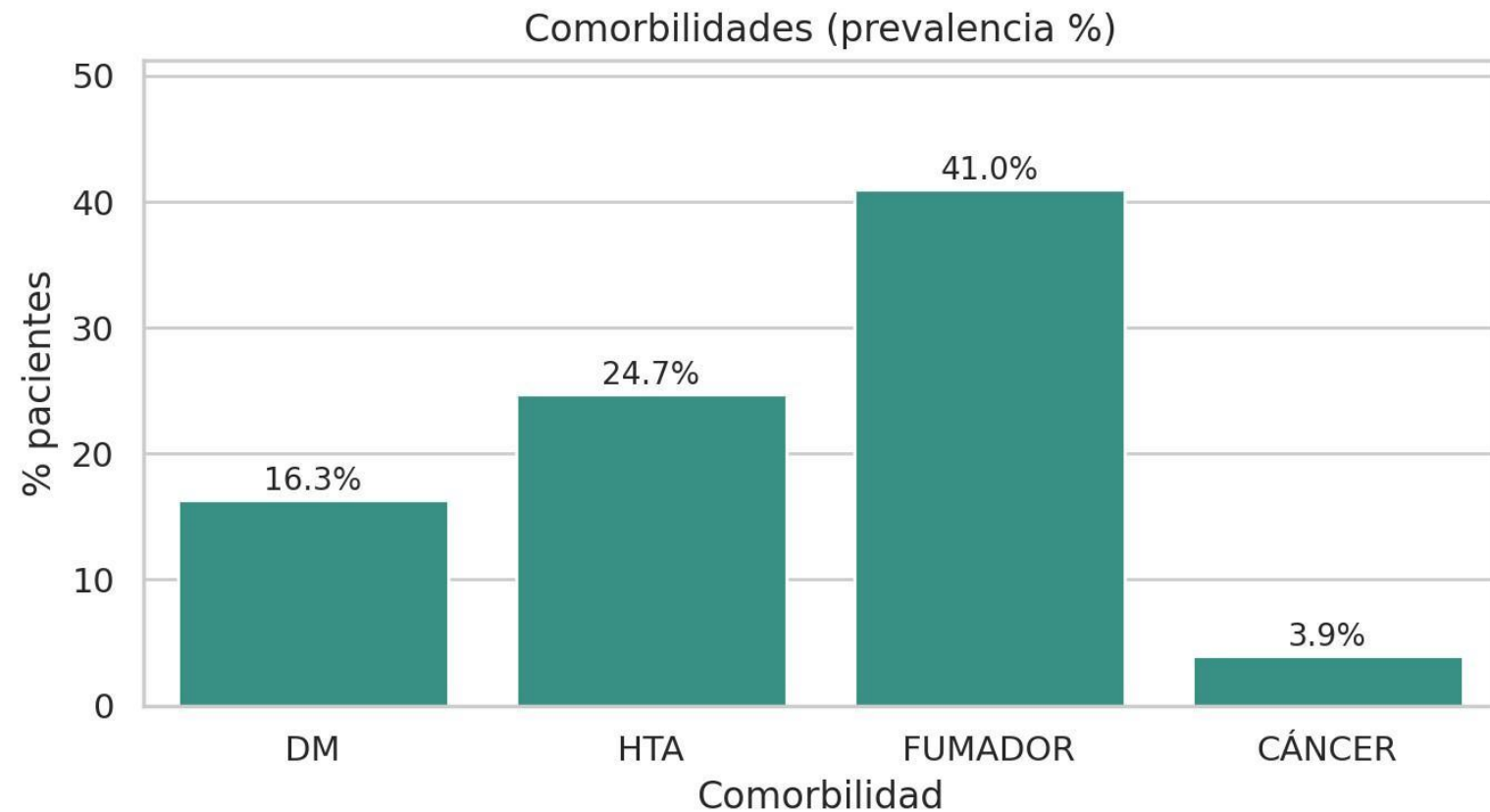


Figura 3. Prevalencia de comorbilidades en la cohorte de estudio

Resultados: Prevalencia de Traqueotomía

 Total Pacientes

178

 Traqueotomía

22 (12.4%)

 Sin
Traqueotomía

156 (87.6%)

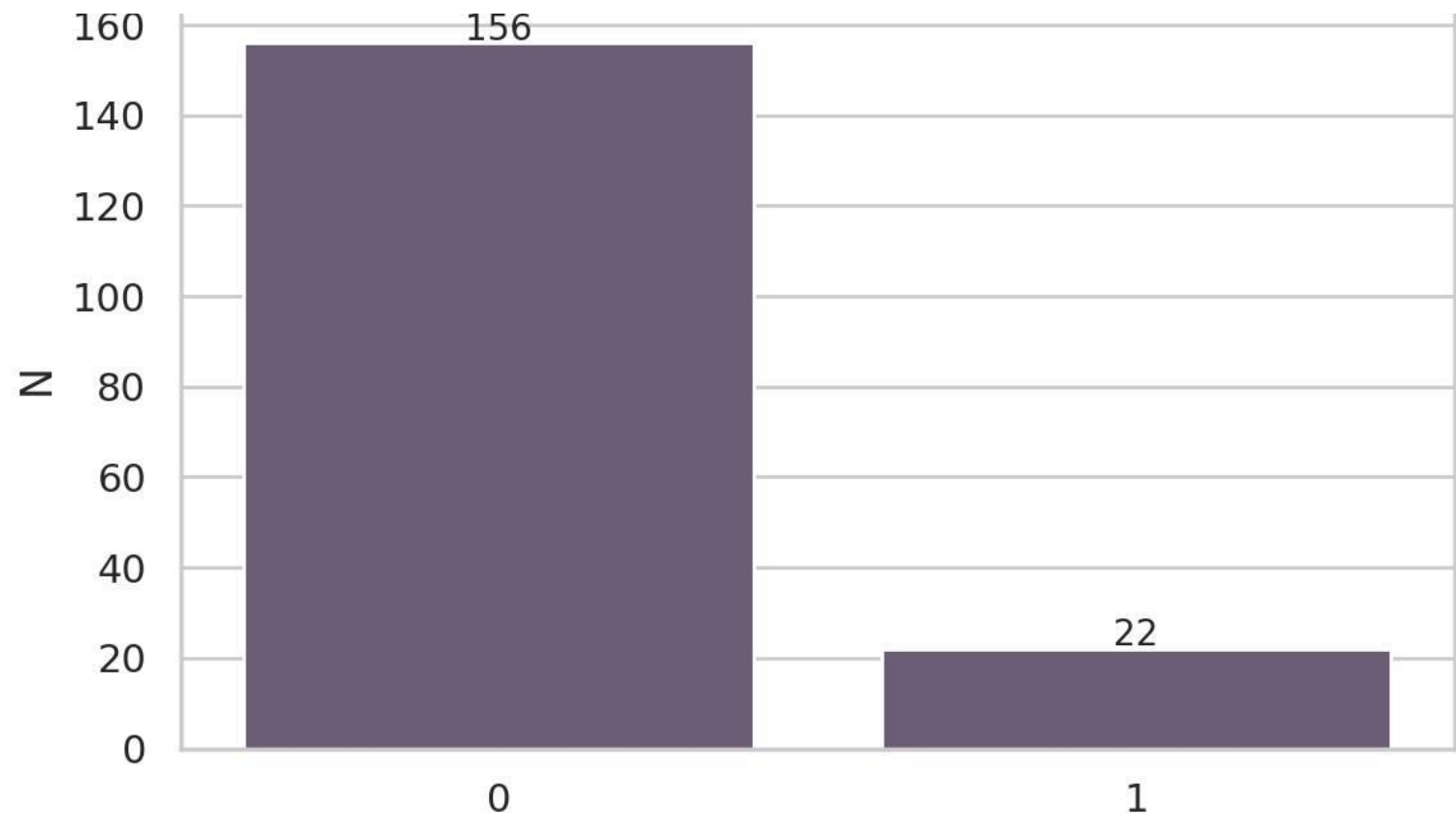


Figura 6. Distribución de pacientes según necesidad de traqueotomía

Resultados: Sección de ingreso

 Total Pacientes

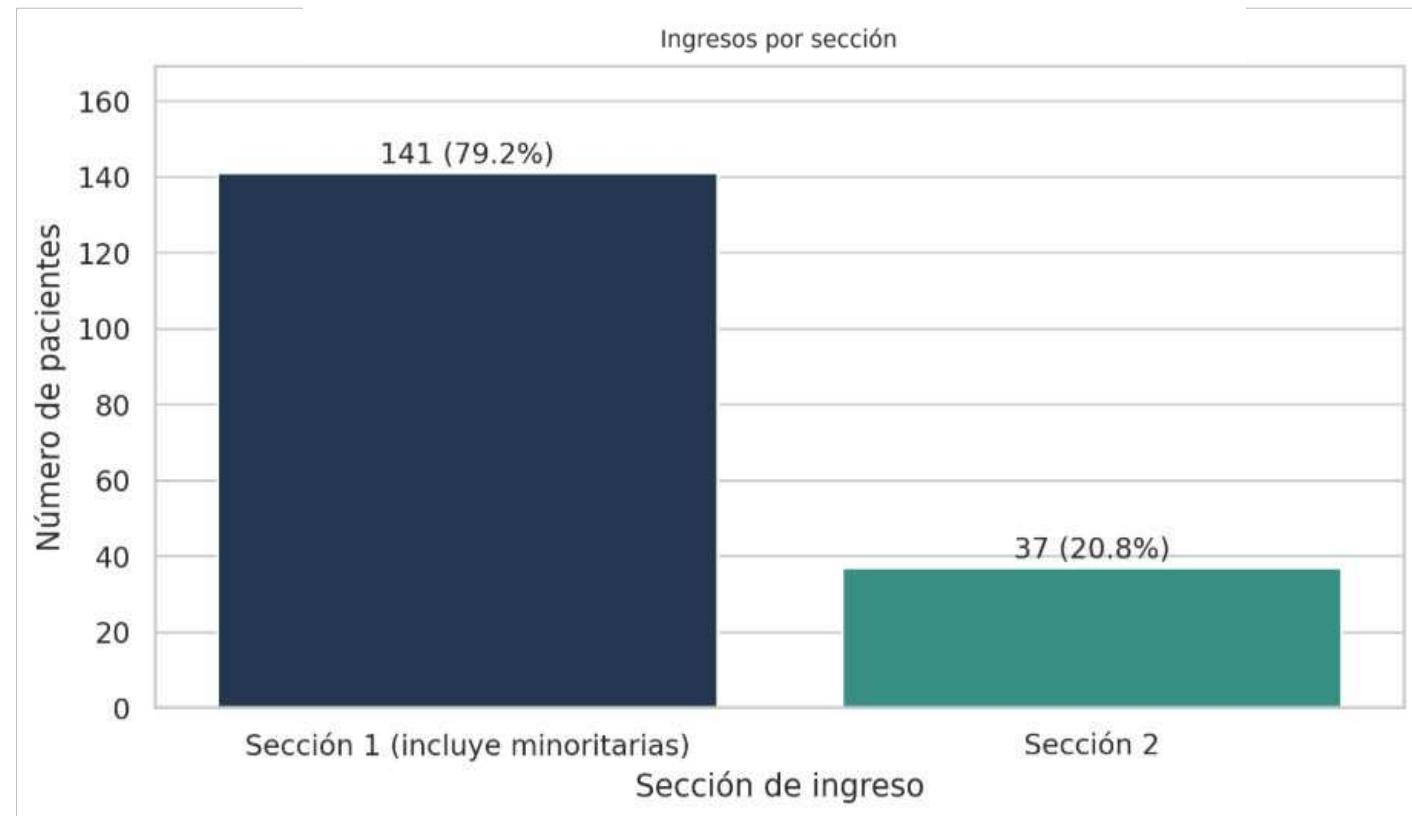
178

 UCI

37 (20,8%)

 Planta ORL

141 (79,2%)



Resultados: Necesidad de drenaje urgente

 Total Pacientes

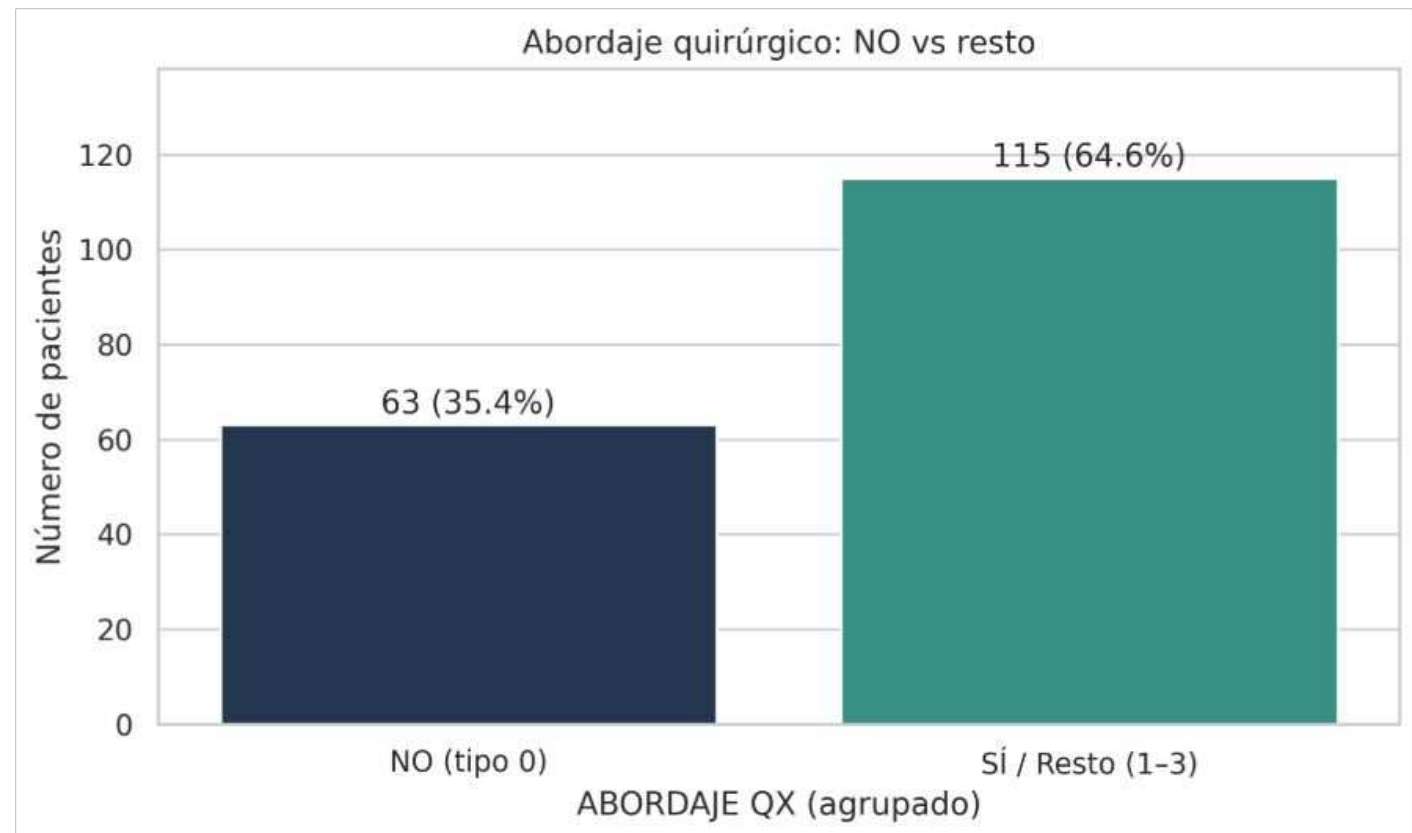
178

 Drenaje

115 (64,6%)

 No cirugía

63 (35,4%)



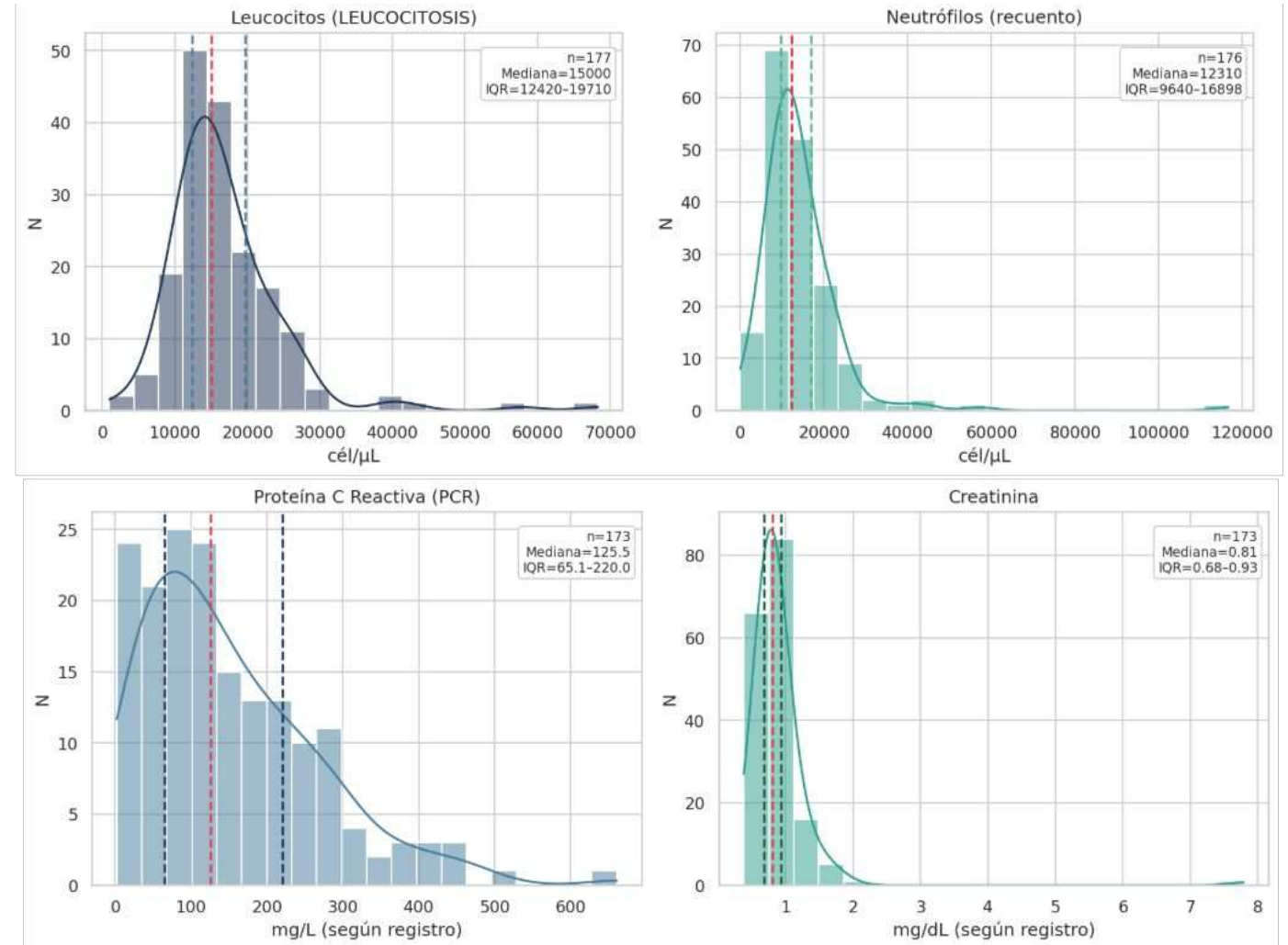
Resultados: parámetros analíticos

Perfil Analítico (Medianas)

Leucocitosis: 15,000 / μ L
(IQR: 12,420 - 19,710)

Neutrófilos: 12,310 / μ L

PCR: 125.5 mg/L



Resultados: imagen

Parámetros de TC

Medidas del absceso:

Diámetros AP/LL/CC y Volumen

Estenosis vía aérea:

Medición en 3 ejes (AP, LL, CC)

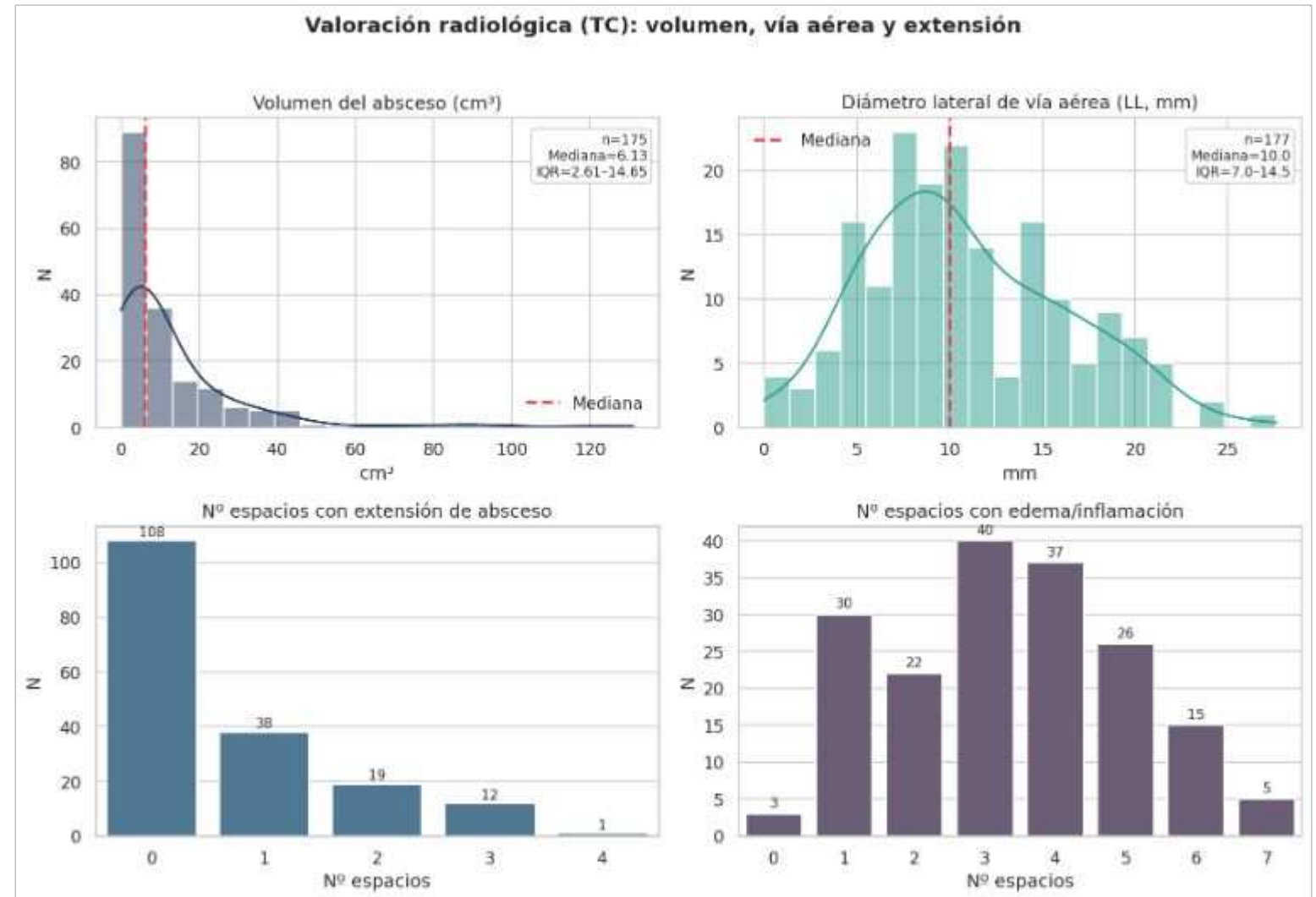
Edema y presencia de absceso en diferentes espacios cervicales

Volumen del absceso (cm³):
mediana 6.13 (IQR 2.61–14.65)

Vía aérea lateral (LL, mm):
mediana 10.0 (IQR 7.0–14.5)

Nº espacios con absceso (0–4):
mediana 0 (IQR 0–1)

Nº espacios con edema (0–7):
mediana 3 (IQR 2–5)



Resultados IA – Sección de Ingreso (modelo individual)

Mejor Modelo: AdaBoost

Clasificación binaria (Sección 2 vs 1). Rendimiento excelente en sensibilidad.

Métricas en Test

Accuracy

0.864

Sensibilidad

1.000

Especificidad

0.829

F1 Score

0.750

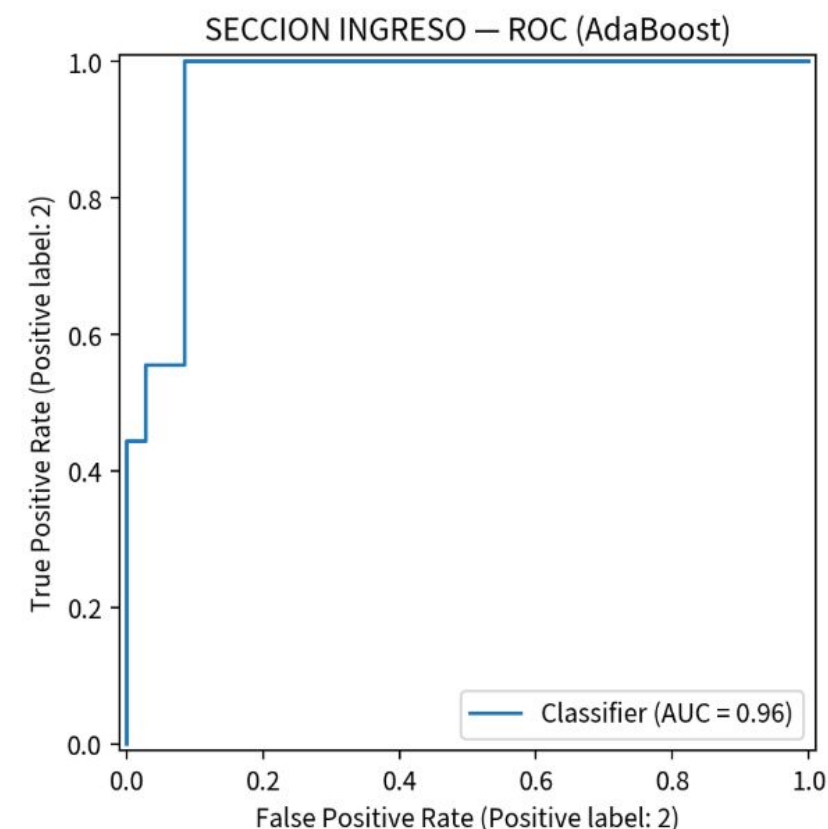
PPV (Precisión): 0.600

NPV (Val. Pred. Neg.): 1.000

ROC-AUC: 0.959

PR-AUC: 0.853

**Importancia de variables disponible en análisis detallado (Top: PCR, Neutrófilos, Creatinina).*



**EL MODELO ERA CAPAZ DE DETECTAR EL 100% DE
LOS PACIENTES QUE INGRESABAN EN UCI**

Resultados IA – Necesidad de drenaje quirúrgico (Multiclase)

Mejor Modelo Individual: Regresión Logística

Accuracy: 0.578

Precision (macro): 0.588

Recall (macro): 0.638

F1 (macro): 0.581

Specificity (macro): 0.794

El ensemble ponderado muestra un predominio de **AdaBoost** y **Random Forest** en la asignación de pesos, aunque el desempeño global se mantiene similar al mejor modelo individual.

Resultados del Ensemble (combinación de modelos)

- Accuracy: **0.556**
- Precision macro: **0.574**
- Recall macro: **0.596**
- F1 macro: **0.584**
- Specificity macro: **0.756**
- NPV macro: **0.757**

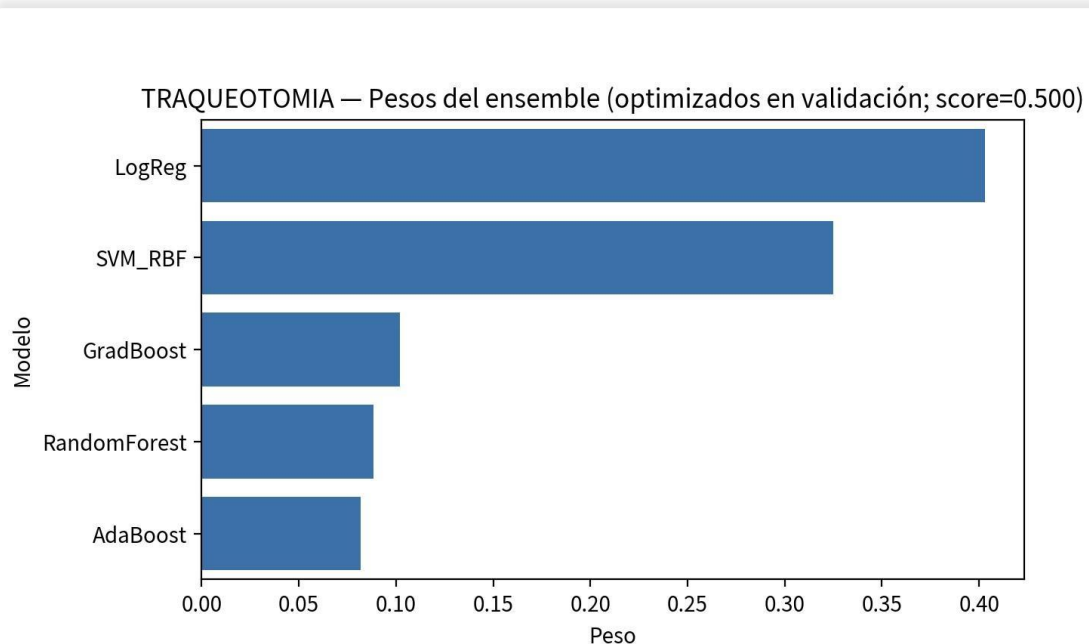


Desafío Multiclase

La predicción del tipo exacto de tratamiento que necesita el paciente presenta alta complejidad. Sin embargo, la **especificidad alta (0.794)** indica una buena capacidad **para descartar casos que no precisan cirugía** mediante ensemble.

Resultados IA: predicción de necesidad de traqueotomía (ensemble)

Mejor modelo: Regresión Logística



EL MODELO COMBINADO CONSEGUÍA UNA SENSIBILIDAD DEL 83% Y ESPECIFICIDAD DEL 74% PARA PREDECIR QUÉ PACIENTE NECESITABA TRAQUEOSTOMÍA

Resumen de Rendimiento (Test Set)

Umbral operativo fijado: 0,162862 (Sens validación $\geq 0,85$)

✓ **Accuracy:** 0,756 | **Sensibilidad:** 0,833

✓ **Especificidad:** 0,744

🎯 **Valores Predictivos:**
PPV: 0,333 | NPV: 0,967

📈 **Métricas Globales:**
F1-Score: 0,476
ROC-AUC: 0,799 | PR-AUC: 0,425

📦 **Modelos influyentes:**
LogReg (40%), SVM-RBF (32%), GradBoost (10%)

Puntos de corte – Reglas interpretables (Árboles de decisión)

Reglas simplificadas derivadas de árboles de decisión para la estratificación rápida del riesgo clínico.

Empleando los datos del análisis por IA, decidimos obtener puntos de corte útiles para la valoración radiológica visual que permitan establecer criterios de riesgo de traqueotomía, de necesidad de cirugía y de ingreso en UCI sin emplear algoritmos complejos.

TRAQUEOTOMÍA (0/1)

Regla Principal:

Si **PCR > 196.3** mg/L:
→ Alto riesgo inicial.

Refinamiento Vía Aérea:

En pacientes de alto riesgo (PCR > 196):
Si **VÍA AÉREA LL ≤ 9.5 mm** + No fumador
→ **Probable Traqueotomía**

Bajo Riesgo (PCR ≤ 196):

Si **Edad ≤ 55.5** años → No Traqueo
Si Edad > 55.5 pero **Neutrófilos ≤ 13,600** →
No Traqueo

*Identifica casos graves por inflamación sistémica (PCR)
+ compromiso anatómico (LL).*

SECCIÓN INGRESO (2 vs 1)

Regla Principal:

Si **Neutrófilos > 17,120** /μL:
→ Sospecha Sección 2 (UCI/Reanimación).

Confirmación:

En neutrófilos altos:
Si **VÍA AÉREA LL ≤ 10.25 mm** y **PCR ≤ 200.4**
→ **Ingreso en Sección 2**

Grupo Intermedio:

Si Neutrófilos ≤ 17,120 pero **PCR > 194.8** y
Leucocitosis ≤ 12,705 → Posible Sección 2.

*La carga neutrofílica masiva es el predictor dominante
para ingreso en cuidados críticos.*

ABORDAJE QX (2 vs 0/1)

Regla Principal:

Si **PCR > 181.5** mg/L:
→ Alto riesgo de abordaje complejo
(cervicotomía).

Refinamiento PCR Alta:

Si PCR > 291.7 → **Abordaje 2 casi seguro.**
Si PCR 181-291: **Fumadores** tienen mayor
riesgo.

Grupo PCR Baja:

Si PCR ≤ 181.5 pero **Neutrófilos > 14,120** y
CC > 39.75 mm → Abordaje 2.

*La inflamación sistémica (PCR) pesa más que el tamaño
local para decidir el abordaje quirúrgico agresivo.*

Puntos de corte – predicción de sección de ingreso

Análisis Youden (Mejor Equilibrio)

PCR ≥ 197.6 mg/L

AUC: 0.78 · Acc: 0.785

Neutrófilos $\geq 17,200$ / μ L

Fuerte predictor de gravedad

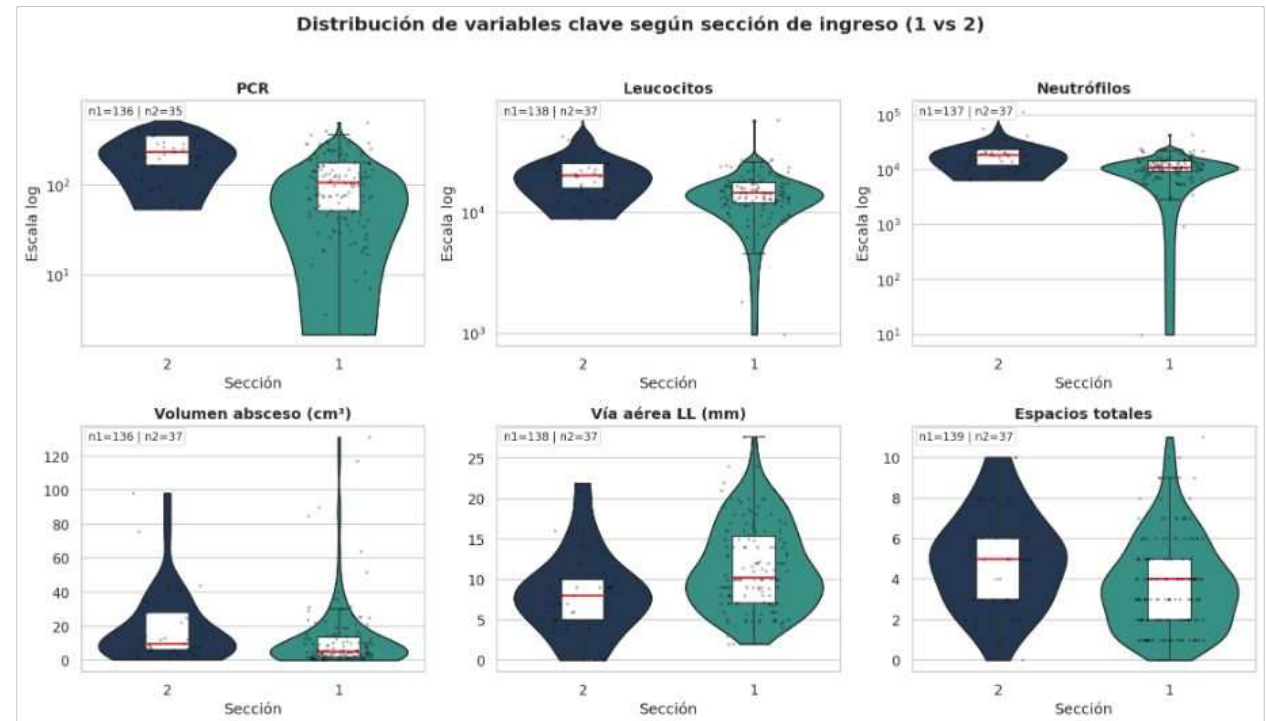
Volumen ≥ 5.07 cm³

Umbral crítico de tamaño



El tamaño del absceso y los marcadores inflamatorios elevados incrementan significativamente el riesgo de requerir ingreso en UCI.

Umbral sugeridos en base a nuestros resultados



Puntos de corte – Necesidad de cirugía

Umbrales Youden (Mejor Equilibrio)

PCR ≥ 182

AUC: 0.845 | Acc: 0.786

Sens: 0.788 | Esp: 0.786

Otros marcadores informativos

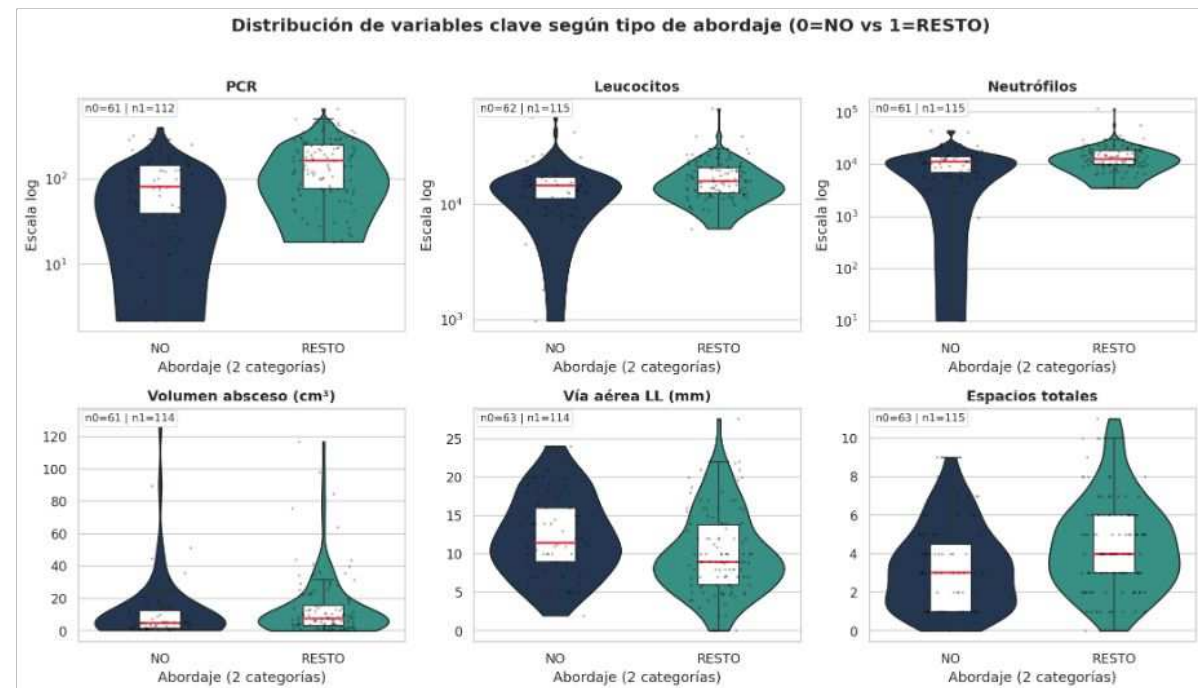
Neutrófilos $\geq 14,160$

AUC 0.721 · Sens 0.697 · Esp 0.706

CC (Diámetro) ≥ 31 mm

AUC 0.641 · Sens 0.697 · Esp 0.556

Umbrales sugeridos en base a nuestros resultados



Puntos de corte – necesidad de traqueotomía

Umbrales sugeridos en base a nuestros resultados

1. Índice de Youden

PCR ≥ 197.6 mg/L

AUC 0.80 · Acc 0.76 · Sens 0.73 · Esp 0.76

2. Alta Sensibilidad (≥ 0.85)

PCR ≥ 115 mg/L

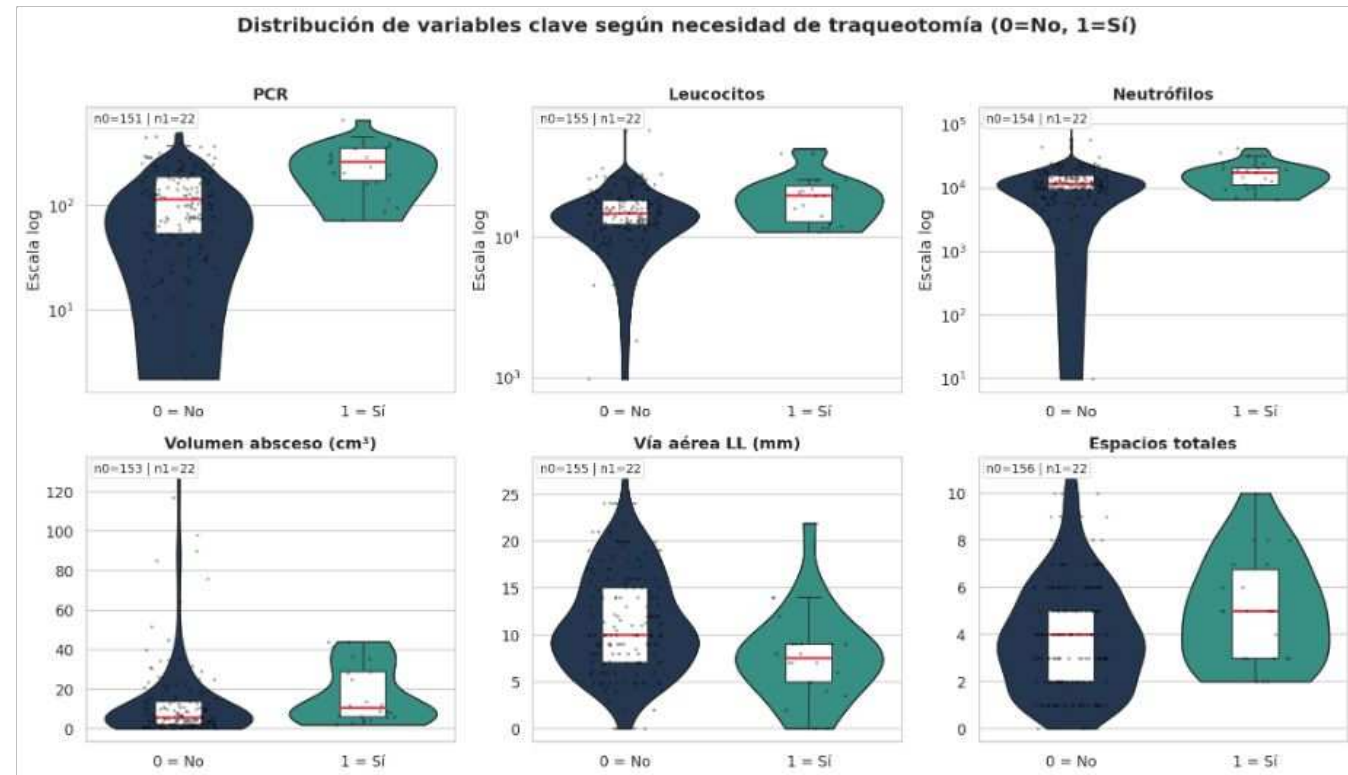
Diámetro absceso CC ≥ 28.6 mm

Volumen absceso ≥ 4.35 cm³

3. Vía Aérea (Mayor Riesgo)

LL ≤ 9 -12 mm

AP ≤ 8 -15 mm



Puntos de corte basados en valoración de vía aérea

Umbrales de Estenosis

TRAQUEOTOMÍA

$LL \leq 9 \text{ mm}$ (mejor discriminación)

$AP \leq 8 \text{ mm}$

AUC ~0.68-0.70

SECCIÓN DE INGRESO (2 vs 1)

$AP \leq 7 \text{ mm}$

$LL \leq 9 \text{ mm}$

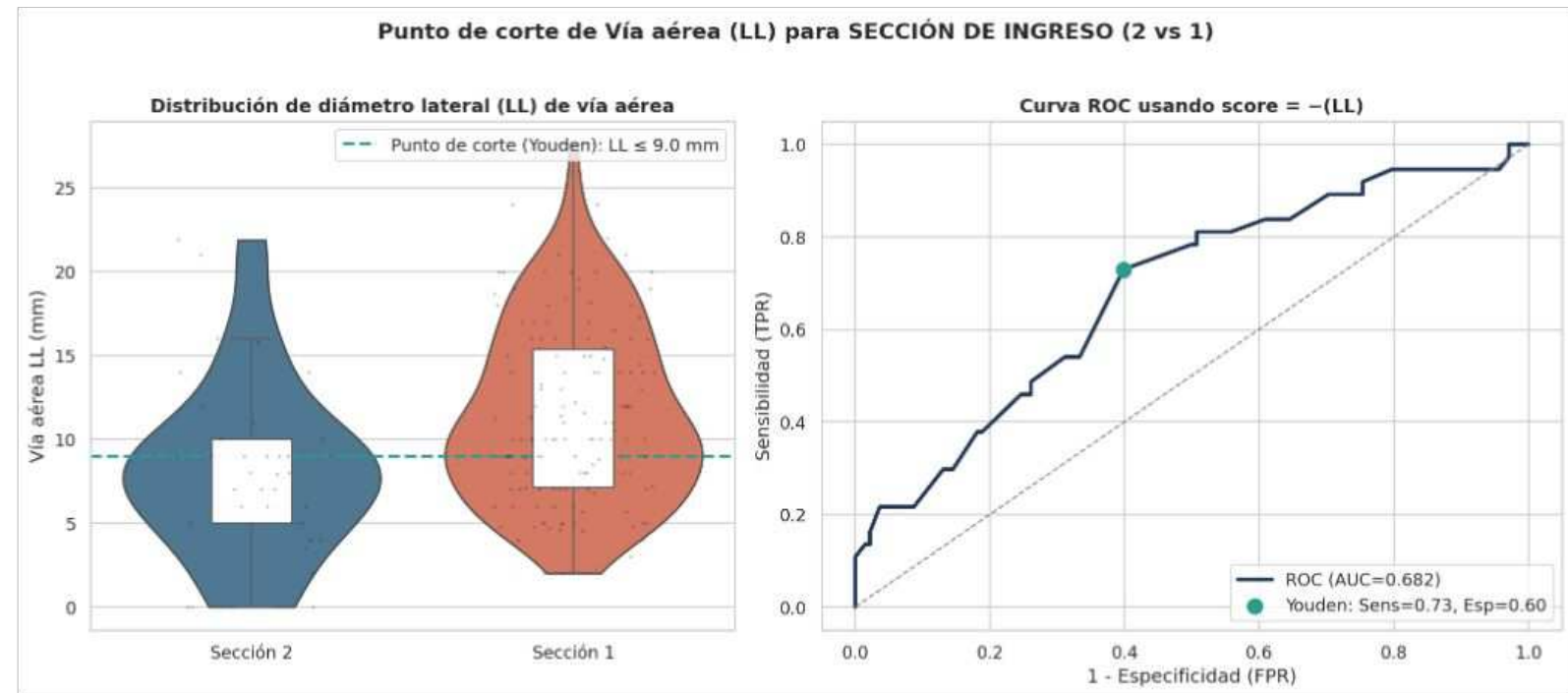
AUC ~0.68

ABORDAJE QX (2 vs 0/1)

$LL \leq 9-16 \text{ mm}$

$AP \leq 16 \text{ mm}$

AUC ~0.56-0.59



El calibre de la vía aérea es un factor clave. Un diámetro latero-lateral inferior a 9 mm aumenta el riesgo de precisar ingreso en UCI, de traqueotomía y de cirugía urgente.

Conclusiones

Señales de Alto Riesgo

• Marcadores Inflamatorios:

PCR elevada (~180–200 mg/L) es un indicador consistente de gravedad para ingreso en UCI, necesidad de cirugía para drenaje del absceso y de traqueotomía.

• Tamaño del Absceso:

Diámetro craneo-caudal (CC) ~27–31 mm y volumen ~5 cm³ asocian mayor probabilidad de complicaciones.

• Vía Aérea:

Estenosis significativa (diámetros AP/LL bajos) alerta sobre riesgo inminente de compromiso respiratorio.

Desempeño de Modelos IA

- **Sección de Ingreso:** El ensemble ponderado logra una excelente capacidad predictiva (sensibilidad 100%): predicción de ingreso en UCI.
- **Traqueotomía:** Valores elevados de sensibilidad y especificidad con modelos combinados.
- **Drenaje urgente:** alta especificidad, pero sensibilidad escasa. Evita drenajes innecesarios.

Implicaciones y Próximos Pasos

- Los puntos de corte identificados ofrecen reglas clínicas simples pero requieren **validación externa**.
- Futuro: Validación multicéntrica, integración en el flujo de trabajo clínico y desarrollo de una app de apoyo a la decisión.

Bibliografía

1. Ho C-Y, Chen S-L. Deep Learning Artificial Intelligence to Predict the Need for Tracheostomy in Patients of Deep Neck Infection Based on Clinical and Computed Tomography Findings—Preliminary Data and a Pilot Study. *Diagnostics*. 2022;12(9):2087.
URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9406478/>
2. Cho SY, Woo JH, et al. Airway management in patients with deep neck infections: A retrospective analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(27):e4125.
URL: https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2016/07050/airway_management_in_patients_with_deep_neck.66.aspx
3. Galioto NJ. Peritonsillar Abscess. *Am Fam Physician*. 2017;95(8):501-506.
URL: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2017/0415/p501.html>
4. Garcia T, Rios M, Paiva JA. Predictors of severity in deep neck infections admitted to the intensive care unit. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40(5):832-7.
URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22934866/>
5. Gao W, Yue H, et al. A novel risk score for the prediction of airway management in patients with deep neck space abscess: a multicenter retrospective cohort study. *J Intensive Care*. 2021;9:41.
URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8139013/>
6. Perkins NJ, Schisterman EF. The Youden Index and optimal cutoff. *Stat Med*. 2006;25:303-310.
URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2749250/>
7. Li X, Wadley A, et al. Computed Tomographic and Clinical Findings Predictive of Successful Peritonsillar Abscess Drainage. *Laryngoscope*. 2026;136(1):151-157.
URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40772557/>