



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE MEDICINA**

TEMA:

**Complicaciones postoperatorias en pacientes con fractura de tibia
tratados con clavo endomedular vs. placa bloqueada en el Hospital
Guayaquil Abel Gilbert Pontón del periodo 2020 – 2025.**

AUTORES:

**Guevara Montalván, Miguel Fabrizio
Guerrero Altamirano, Diego Alejandro**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
MÉDICO

TUTOR:

Dr. Mawyin Muñoz, Carlos Enrique

Guayaquil, Ecuador

20 de agosto del 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE MEDICINA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Guevara Montalván, Miguel Fabrizio** y **Guerrero Altamirano, Diego Alejandro**, como requerimiento para la obtención del título de **Médico**.

TUTOR:



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**CARLOS ENRIQUE
MAWYIN MUNOZ**

f. _____

Dr. Mawyin Muñoz, Carlos Enrique

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

(Apellidos, Nombres completos)

Guayaquil, a los 20 días del mes de agosto del año 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE MEDICINA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

**Nosotros, Guevara Montalván, Miguel Fabrizio
Guerrero Altamirano, Diego Alejandro**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Complicaciones postoperatorias en pacientes con fractura de tibia tratados con clavo endomedular vs. placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón del periodo 2020 - 2025**, previo a la obtención del título de Médico, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 20 días del mes de agosto del año 2026

LOS AUTORES



Validar únicamente en FirmaRC.
Firmado electrónicamente por:
**MIGUEL FABRIZIO
GUEVARA MONTALVAN**

f. _____
Guevara Montalván, Miguel Fabrizio



Validar únicamente en FirmaRC.
Firmado electrónicamente por:
**DIEGO ALEJANDRO
GUERRERO ALTAMIRANO**

f. _____
Guerrero Altamirano, Diego Alejandro



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE MEDICINA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Guevara Montalván, Miguel Fabrizio**
Guerrero Altamirano, Diego Alejandro

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Complicaciones postoperatorias en pacientes con fractura de tibia tratados con clavo endomedular vs. placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón del periodo 2020 - 2025**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 días del mes de agosto del año 2026

LOS AUTORES



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
MIGUEL FABRIZIO
GUEVARA MONTALVAN

f. _____
Guevara Montalván, Miguel Fabrizio



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
DIEGO ALEJANDRO
GUERRERO ALTAMIRANO

f. _____
Guerrero Altamirano, Diego Alejandro

REPORTE DE COMPILATIO



Informe de análisis

Compilatio Magister+
|
UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Tesis_Fractura_Tibia_HAGP (1)

ID : a593c55e8075ba6e68a201f52b154b2791a95d21



2%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : Tesis_Fractura_Tibia_HAGP (1).txt

Tamaño del archivo original : 2,12 MB

Número de palabras : 22.856

Depositante : Carlos Enrique Mawyin Muñoz

Fecha de depósito : 24 de agosto de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 24 de agosto de 2026

TUTOR:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**CARLOS ENRIQUE
MAWYIN MUNOZ**

f. _____

Dr. Mawyin Muñoz, Carlos Enrique

DEDICATORIA

A mis padres, por ser el origen de todo lo que soy. Por sus sacrificios, sus enseñanzas y por mostrarme, con su ejemplo, que el esfuerzo y la perseverancia siempre encuentran su recompensa

A mis hermanos, por compartir conmigo alegrías, dificultades A mi esposa, Odalys, mi compañera de vida. Gracias por compartir mis sueños, comprender mis preocupaciones y estar a mi lado durante este proceso.

Tu amor, paciencia y compañía fueron un refugio en los días difíciles y una alegría en los momentos de triunfo. A mi hija Aithana, mi inspiración. Tu existencia transformó mi manera de ver la vida y me dio una razón aún más grande para luchar por mis sueños. Muchos de mis esfuerzos llevan tu nombre y el deseo de construir para ti un futuro lleno de oportunidades. Espero que algún día puedas mirar este logro y sentirte orgullosa de saber que también fue pensado para ti La vida no siempre sigue un camino sencillo; tiene momentos de subida y también de bajada, pero cada uno de ellos deja una enseñanza y nos prepara para llegar más lejos. Hoy puedo mirar hacia atrás y comprender que cada dificultad fue parte de esta historia.

Por eso, esta meta representa mucho más que la culminación de una carrera. Representa los sueños, sacrificios, enseñanzas y el amor de quienes han estado presentes en mi vida.

*A ustedes, mi familia, mi esposa y mi hija, les dedico este logro con todo mi corazón.
Porque en cada paso de este camino hubo un pedacito de ustedes.*

Lo que un día fue un sueño, hoy se convierte en una realidad que comparto con ustedes.

DEDICATORIA

A mis padres, por ser la columna vertebral de mi vida, mi mayor ejemplo de perseverancia y por los sacrificios diarios que hicieron posible mi educación; a mis hermanos, por su complicidad, sus palabras de ánimo y por estar siempre al pie del cañon; a mi novia, por su amor incondicional, su comprensión , por estar siempre a mi lado y por ser mi refugio constante; a la Ing, Rosario Guevara(tia charo) , a la Ec. Catalina Guevara(tia Katty)y mi tío Arnoldo, por haberme brindado el apoyo en los momentos difíciles que pase en mi vida y por nunca darme la espalda sus sabios consejos, sus bendiciones y su cariño de siempre; a Gisella y Antonio, por su valioso respaldo y su apoyo constante en cada etapa de este proceso.

Esto es por y para ustedes.....

AGRADECIMIENTO

Culminar esta etapa tan importante de mi vida ha sido posible gracias a Dios y a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este camino.

Agradezco profundamente a mis padres, a mis hermanos, a mi esposa Odalys y a mi hermosa hija Aithana, por ser parte fundamental de mi vida y de este proceso. A mis mentores y docentes, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos de carrera, por las experiencias, aprendizajes y momentos que hicieron de estos años una etapa inolvidable.

A cada persona que me brindó su apoyo, una palabra de aliento o una enseñanza, mi más sincero agradecimiento. Cada aporte, por pequeño que pareciera, dejó una huella en este recorrido.

Hoy cierro una etapa con gratitud y satisfacción, llevando conmigo no solo un logro profesional, sino también los recuerdos y aprendizajes de todos quienes hicieron parte de él.

AGRADECIMIENTO

Llegar a la meta y culminar esta prestigiosa y noble carrera no habría sido posible sin el apoyo incondicional, la paciencia infinita y el amor constante de las personas que hacen especial mi vida.

A lo largo de este camino universitario, lleno de días de intenso trabajo, retos y momentos de incertidumbre, cada palabra de aliento, cada gesto de cariño y cada consejo oportuno se convirtieron en el motor principal para no rendirme y seguir adelante con determinación.

Este logro profesional lleva consigo una huella imborrable de cada una de las personas que creyeron en mí, incluso en los momentos en que el cansancio parecía ganar la batalla. Por ello, con el corazón lleno de gratitud y la profunda satisfacción del deber cumplido, quiero dedicar este trabajo y expresar mi más sincero reconocimiento a:



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE MEDICINA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
(NOMBRES Y APELLIDOS)
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____
(NOMBRES Y APELLIDOS)
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____
(NOMBRES Y APELLIDOS)
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS	5
Formulación del problema	5
Pregunta de investigación.....	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Hipótesis.....	6
Justificación.....	6
DESARROLLO	7
I. MARCO TEÓRICO	7
Epidemiología de las fracturas de tibia	7
Anatomía quirúrgica y biomecánica de la tibia.....	8
Clasificación de las fracturas de tibia.....	9
Indicaciones de tratamiento conservador y quirúrgico.....	10
Clavo endomedular: principios técnicos y resultados	11
Placa bloqueada: técnica mínimamente invasiva y resultados	12
Enfoque suprarrotuliano vs. infrarrotuliano en el clavado endomedular	13
Comparación clavo endomedular versus placa bloqueada: complicaciones	14
Factores predictores de complicaciones postoperatorias.....	15
Infección de sitio quirúrgico y su prevención	16
Pseudoartrosis y retardo de consolidación	17
Consolidación viciosa y falla del implante	18
Dolor anterior de rodilla: incidencia y manejo.....	18
Manejo de fracturas expuestas de tibia	19
Contexto del manejo de fracturas de tibia en Latinoamérica y Ecuador	20
Vacíos del conocimiento y justificación del estudio	22
Rehabilitación postoperatoria y retorno a la actividad.....	22
Consideraciones especiales en pacientes con osteoporosis y adultos mayores	23
Costos, impacto económico y sostenibilidad del tratamiento	24
Profilaxis antibiótica y control del sitio quirúrgico.....	25
Analgesia perioperatoria y manejo del dolor postoperatorio	25
II. METODOLOGÍA.....	27
Tipo de diseño	27
Población de estudio	27
Criterios de inclusión y exclusión	27
Criterios de inclusión:	27
Criterios de exclusión:.....	27
Códigos CIE-10 empleados en la identificación de casos.....	27
Cálculo del tamaño de la muestra	28
Método de recogida de datos.....	29
Variables	29
Definición operativa de las complicaciones postoperatorias.....	29
Entrada y gestión informática de datos	30
Estrategia de análisis estadístico	30
Consideraciones éticas	31
III. RESULTADOS	32
Selección de la población de estudio.....	32
Características sociodemográficas de la población estudiada.....	33
Distribución temporal de los casos.....	36

Distribución por localización anatómica y mecanismo de lesión	37
Distribución por técnica quirúrgica empleada.....	40
Frecuencia global de complicaciones postoperatorias	42
Comparación de complicaciones entre técnicas quirúrgicas	43
Análisis de estancia hospitalaria y desenlace	45
Análisis bivariado de factores asociados a complicaciones	47
Regresión logística multivariada	48
IV. DISCUSIÓN	51
Perfil epidemiológico de la muestra estudiada.....	51
Mecanismo de lesión y su vínculo con el trauma motociclistico	51
Frecuencia global de complicaciones y comparación con la literatura	52
Comparación técnica: clavo endomedular versus placa bloqueada	53
Infección de sitio quirúrgico como marcador diferencial.....	53
Dolor anterior de rodilla y enfoque de abordaje del clavo	54
Consolidación viciosa y consideraciones biomecánicas	55
Factores predictores identificados en el análisis multivariado	56
Implicaciones para la práctica clínica institucional.....	57
Fortalezas y limitaciones metodológicas de la comparación técnica	58
Perspectivas de investigación futura derivadas del estudio.....	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
Recomendaciones para la práctica clínica.....	63
Recomendaciones para la gestión institucional.....	63
Recomendaciones para investigaciones futuras	64
LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	65
REFERENCIAS	67
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Códigos CIE-10 empleados para la identificación de los casos y su significado.....	28
Tabla 2 Operacionalización de variables del estudio	29
Tabla 3 Definición operativa de las complicaciones postoperatorias	30
Tabla 4 Características sociodemográficas de la población estudiada (n=180)	34
Tabla 5 Distribución anual de los casos de fractura de tibia intervenidos en el HGAGP (2020-2025)	37
Tabla 6 Distribución por mecanismo de lesión, tipo de fractura y clasificación Gustilo-Anderson	39
Tabla 7 Frecuencia global de complicaciones postoperatorias específicas	43
Tabla 8 Comparación de complicaciones postoperatorias según técnica quirúrgica	44
Tabla 9 Comparación de estancia hospitalaria y desenlace según técnica quirúrgica.....	46
Tabla 10 Análisis bivariado de factores asociados a complicaciones postoperatorias.....	47
Tabla 11 Regresión logística binaria multivariada de factores asociados a complicaciones	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo de selección de pacientes según criterios STROBE.....	32
Figura 2 Distribución por sexo biológico.....	33
Figura 3 Distribución por grupo etario de la población estudiada	34
Figura 4 Pirámide poblacional de la muestra estudiada.....	35
Figura 5 Distribución de comorbilidades en la población estudiada.....	36
Figura 6 Distribución anual de fracturas de tibia intervenidas quirúrgicamente.....	37
Figura 7 Distribución por localización anatómica de la fractura	38
Figura 8 Distribución por mecanismo de lesión.....	38
Figura 9 Distribución según clasificación Gustilo-Anderson	39
Figura 10 Distribución por técnica quirúrgica empleada	40
Figura 11 Distribución de fracturas por clasificación AO/OTA y técnica quirúrgica.....	41
Figura 12 Tiempo quirúrgico según técnica de fijación.....	42
Figura 13 Frecuencia global de complicaciones postoperatorias	42
Figura 14 Comparación de complicaciones postoperatorias según técnica de fijación	43
Figura 15 Mapa de calor de complicaciones postoperatorias según técnica y edad.....	45
Figura 16 Estancia hospitalaria según técnica de fijación.....	46
Figura 17 Curva de consolidación acumulada según técnica quirúrgica	47
Figura 18 Forest plot de factores asociados a complicaciones postoperatorias (análisis multivariado).....	48
Figura 19 Curva ROC del modelo predictivo de complicaciones postoperatorias	49
Figura 20 Forest plot de análisis de subgrupos: efecto de la técnica quirúrgica	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de actividades del estudio	73
Anexo 2 Presupuesto estimado del estudio	73
Anexo 3 Formato estructurado de recolección de datos.....	73
Anexo 4 Modelo de solicitud institucional al Departamento de Docencia e Investigación	74
Anexo 5 Constancia de aprobación del Comité de Ética Institucional	76

RESUMEN

Introducción: Las fracturas de tibia constituyen una de las lesiones de huesos largos más frecuentes en la práctica traumatológica en Ecuador siendo el clavo endomedular bloqueado y la placa bloqueada las dos alternativas quirúrgicas predominantes. La comparación de sus perfiles de complicaciones postoperatorias en el contexto hospitalario ecuatoriano sigue siendo un vacío en la evidencia local.

Objetivo: Comparar la frecuencia y el tipo de complicaciones postoperatorias en pacientes adultos con fractura de tibia tratados con clavo endomedular frente a placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025.

Metodología: Estudio observacional, retrospectivo, longitudinal, analítico comparativo. Se incluyeron 180 pacientes adultos entre 18 y 65 años intervenidos con clavo endomedular bloqueado o placa bloqueada. La información se obtuvo de la revisión sistemática de expedientes clínicos e institucionales. Se aplicó análisis descriptivo, bivariado mediante chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher y regresión logística binaria multivariada. El nivel de significancia se fijó en $p < 0.05$. El procesamiento se realizó en Jamovi 2.6.44.

Resultados: Se analizaron 180 pacientes con edad media de 35.4 ± 12.8 años y predominio del sexo masculino (83.3%). El accidente de motocicleta fue el mecanismo más frecuente (51.1%). La técnica de clavo endomedular se empleó en 112 casos (62.2%) y la placa bloqueada en 68 (37.8%). La tasa global de complicaciones postoperatorias fue del 32.2% ($n=58$). El grupo tratado con clavo endomedular presentó menor infección superficial (4.5% vs. 10.3%) e infección profunda (2.7% vs. 5.9%) pero mayor incidencia de dolor anterior de rodilla (17.9% vs. 1.5%) y consolidación viciosa (12.5% vs. 5.9%). En el análisis multivariado la fractura abierta Gustilo-Anderson (OR 3.52; IC 95% 1.78-6.96), la diabetes mellitus (OR 2.87; IC 95% 1.32-6.24), el tabaquismo activo (OR 2.34; IC 95% 1.08-5.08) y la edad mayor de 50 años (OR 2.14; IC 95% 1.05-4.36) se asociaron de manera independiente con el desarrollo de complicaciones. La técnica quirúrgica por sí sola no fue predictor independiente ($p=0.312$).

Conclusiones: Ambas técnicas son alternativas válidas con perfiles de complicaciones diferenciados más que en frecuencia global. La elección debe individualizarse en función de las características de la fractura, la calidad de los tejidos blandos y las comorbilidades del paciente.

Palabras clave: *fractura de tibia; clavo endomedular; placa bloqueada; complicaciones postoperatorias; infección de sitio quirúrgico; pseudoartrosis; Ecuador.*

ABSTRACT

Introduction: Tibial fractures are among the most frequent long bone injuries in traumatology practice in Ecuador, with intramedullary nailing and locked plating being the two predominant surgical alternatives. The comparison of their postoperative complication profiles in the Ecuadorian hospital context remains a gap in the local evidence base.

Objective: To compare the frequency and type of postoperative complications in adult patients with tibial fractures treated with intramedullary nailing versus locked plating at Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón during the 2020-2025 period.

Methods: Observational, retrospective, longitudinal, analytical comparative study. 180 adult patients aged 18 to 65 years surgically treated with locked intramedullary nailing or locked plating were included. Data were obtained through systematic review of clinical and institutional records. Descriptive analysis, bivariate analysis with chi-square or Fisher exact test, and binary multivariate logistic regression were applied. The significance level was set at $p < 0.05$. Data processing was performed in Jamovi 2.6.44.

Results: 180 patients were analyzed with a mean age of 35.4 ± 12.8 years and male predominance (83.3%). Motorcycle accidents were the most frequent mechanism (51.1%). Intramedullary nailing was used in 112 cases (62.2%) and locked plating in 68 (37.8%). The overall postoperative complication rate was 32.2% ($n=58$). The intramedullary nailing group had lower superficial infection (4.5% vs. 10.3%) and deep infection (2.7% vs. 5.9%) but higher incidence of anterior knee pain (17.9% vs. 1.5%) and malunion (12.5% vs. 5.9%). In multivariate analysis, open Gustilo-Anderson fracture (OR 3.52; 95% CI 1.78-6.96), diabetes mellitus (OR 2.87; 95% CI 1.32-6.24), active smoking (OR 2.34; 95% CI 1.08-5.08) and age over 50 years (OR 2.14; 95% CI 1.05-4.36) were independently associated with the development of complications. Surgical technique alone was not an independent predictor ($p=0.312$).

Conclusions: Both techniques are valid alternatives with complication profiles that differ more in nature than in overall frequency. The choice should be individualized based on fracture characteristics, soft tissue quality and patient comorbidities.

Keywords: *tibial fracture; intramedullary nail; locked plate; postoperative complications; surgical site infection; nonunion; Ecuador.*

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de la diáfisis y de la metáfisis de la tibia representan una de las lesiones esqueléticas más frecuentes atendidas en los servicios de traumatología a nivel mundial con una incidencia sostenida durante las últimas décadas atribuible al aumento de accidentes de tránsito de alta energía así como a las lesiones laborales y deportivas (1). Su relevancia clínica trasciende la magnitud epidemiológica dado que la particular configuración anatómica de la tibia condiciona un elevado riesgo de complicaciones postoperatorias con impacto directo sobre la duración de la hospitalización, el costo del tratamiento así como la calidad de vida del paciente (2). La cara anteromedial subcutánea junto con la limitada cobertura de tejidos blandos predisponen a fracturas expuestas, lesión vascular regional o compromiso de la perfusión perióstica que en conjunto condicionan los desenlaces funcionales a largo plazo (3).

En el escenario contemporáneo las dos opciones quirúrgicas predominantes para el tratamiento de las fracturas diafisarias y metafisarias distales de la tibia son el clavo endomedular bloqueado junto con la placa bloqueada aplicada mediante técnica mínimamente invasiva cuya elección óptima continúa siendo objeto de debate clínico y científico (1, 4). Los meta-análisis contemporáneos han documentado que ambos dispositivos alcanzan tasas comparables de consolidación aunque muestran perfiles diferenciados de complicaciones que orientan la selección de la técnica según la localización del trazo, la energía del traumatismo y el perfil clínico del paciente (1, 5). Esta heterogeneidad de resultados ha motivado la publicación reciente de múltiples ensayos clínicos aleatorizados dirigidos a esclarecer las ventajas específicas de cada implante en subgrupos particulares de pacientes.

Las complicaciones postoperatorias asociadas a la fijación quirúrgica de las fracturas de tibia constituyen un problema clínico de alto impacto con repercusiones directas sobre los desenlaces funcionales a largo plazo (2). El espectro incluye la infección de sitio quirúrgico superficial y profunda, la consolidación viciosa, el retardo de consolidación, la pseudoartrosis, el dolor anterior persistente de rodilla, la rigidez articular así como la falla del implante con frecuencia variable según la técnica empleada, las características de la fractura o el perfil del paciente (6). Las revisiones sistemáticas sobre el enclavado endomedular en fracturas abiertas de tibia han documentado tasas globales de infección

que oscilan entre el 5% y el 30% en función de la severidad de la lesión de tejidos blandos con un riesgo significativamente mayor en las fracturas Gustilo-Anderson tipo III (6, 7).

El momento quirúrgico, la calidad de la reducción así como los hallazgos imagenológicos prequirúrgicos han sido identificados como variables determinantes en la incidencia de complicaciones postoperatorias en pacientes tratados con clavo endomedular (6, 8). Estudios recientes han establecido que el tiempo transcurrido entre la lesión y la intervención quirúrgica influye de manera significativa sobre la consolidación ósea y el riesgo de infección con evidencia de que ventanas terapéuticas ajustadas pueden mejorar los desenlaces clínicos (8). Adicionalmente se han identificado factores de riesgo imagenológicos predictores de complicaciones incluyendo la conminución metafisaria, la longitud del trazo de fractura o la presencia de fragmentos intermedios desplazados de los cuales orientan la planificación quirúrgica así como la elección del implante (9, 10). En contraste la placa bloqueada ofrece la ventaja teórica de una reducción anatómica más precisa junto con una fijación angularmente estable especialmente útil en fracturas metafisarias distales con escaso hueso esponjoso disponible para el bloqueo distal del clavo (4, 11).

La comparación entre el clavo endomedular y la placa bloqueada ha sido abordada en múltiples estudios con resultados que muestran heterogeneidad metodológica así como conclusiones no siempre coincidentes (5, 12). Mientras algunas investigaciones señalan la ausencia de diferencias clínicamente significativas en la frecuencia de complicaciones a corto plazo entre ambas técnicas en fracturas cerradas de la diáfisis tibial otros trabajos apuntan a ventajas específicas de cada implante en función de la localización anatómica del trazo así como de la calidad ósea (4, 12). En el contexto de la atención hospitalaria pública en Ecuador el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón como institución de tercer nivel y centro de referencia para la traumatología regional recibe un volumen elevado de pacientes con fracturas de tibia que requieren tratamiento quirúrgico lo que lo convierte en un escenario idóneo para caracterizar la frecuencia junto con el perfil de las complicaciones postoperatorias asociadas a cada técnica de fijación.

La evidencia latinoamericana sobre el manejo de las fracturas de tibia se ha ampliado en los últimos años con publicaciones desde Brasil, Argentina así como Ecuador que documentan tasas de complicaciones específicas para la región (13, 14). Los estudios multicéntricos en el cono sur de Latinoamérica han evidenciado que las fracturas expuestas de tibia constituyen una fuente importante de discapacidad con baja tasa de retorno laboral

y con altos costos institucionales asociados (14). En Ecuador los estudios comparativos recientes han evaluado el impacto de las técnicas de fijación sobre la recuperación funcional en adultos jóvenes evidenciando que la fijación intramedular se asocia con tiempos de consolidación más cortos y con mejor recuperación funcional precoz en comparación con la fijación externa (13). No obstante la caracterización comparativa entre clavo endomedular y placa bloqueada específica para el contexto de un hospital público de tercer nivel del Ecuador durante el período 2020-2025 sigue siendo un vacío en la literatura.

A pesar de la magnitud del problema la literatura científica disponible evidencia un vacío significativo en la caracterización comparativa de las complicaciones postoperatorias entre el clavo endomedular y la placa bloqueada en pacientes con fracturas de tibia atendidos en hospitales públicos del Ecuador durante el período 2020-2025 (9, 13). En respuesta a esta problemática el presente estudio tiene como objetivo comparar la frecuencia junto con el tipo de complicaciones postoperatorias en pacientes con fractura de tibia tratados con clavo endomedular frente a placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025, describir el perfil clínico-epidemiológico de los casos así como identificar variables asociadas al desarrollo de dichas complicaciones. Los hallazgos esperados aportarán evidencia local que sustente la toma de decisiones clínicas junto con las políticas administrativas orientadas a optimizar los protocolos quirúrgicos institucionales.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Formulación del problema

Las fracturas de tibia figuran entre las lesiones ortopédicas más comunes en pacientes adultos con una carga asistencial creciente en los hospitales públicos ecuatorianos derivada del aumento del parque automotor y del incremento sostenido de accidentes de motocicleta durante la última década. En el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón como centro de referencia de tercer nivel se concentra un volumen importante de casos que requieren fijación quirúrgica mediante clavo endomedular bloqueado o placa bloqueada. A pesar de esta carga asistencial no existe caracterización sistemática sobre la frecuencia comparativa de complicaciones postoperatorias entre ambas técnicas en el contexto institucional lo que dificulta la elaboración de protocolos internos basados en evidencia local. La ausencia de esta información limita la capacidad del equipo quirúrgico para individualizar la elección del implante en función del perfil clínico-epidemiológico del paciente ecuatoriano así como para optimizar los desenlaces funcionales a mediano y largo plazo.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la frecuencia y el perfil comparativo de complicaciones postoperatorias en pacientes adultos con fractura de tibia tratados con clavo endomedular bloqueado frente a placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025?

Objetivo general

Comparar la frecuencia y el tipo de complicaciones postoperatorias en pacientes adultos con fractura de tibia tratados con clavo endomedular versus placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025.

Objetivos específicos

1. Describir el perfil clínico-epidemiológico de los pacientes con fractura de tibia intervenidos quirúrgicamente en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025 según variables sociodemográficas, mecanismo de lesión, localización anatómica y comorbilidades.
2. Determinar la frecuencia global y específica de las complicaciones postoperatorias identificadas en la cohorte estudiada incluyendo infección superficial y profunda,

consolidación viciosa, retardo de consolidación, pseudoartrosis, dolor anterior de rodilla así como falla del implante.

3. Comparar la frecuencia y el tipo de complicaciones postoperatorias entre los grupos tratados con clavo endomedular bloqueado y con placa bloqueada mediante análisis bivariado y estimación del riesgo relativo.

4. Identificar los factores asociados de manera independiente al desarrollo de complicaciones postoperatorias mediante análisis de regresión logística multivariada controlando el efecto de variables confusoras como edad, sexo, comorbilidades, tipo de fractura, mecanismo de lesión así como tiempo desde la lesión hasta la cirugía.

Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de complicaciones postoperatorias entre los pacientes con fractura de tibia tratados con clavo endomedular bloqueado y aquellos tratados con placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025.

Hipótesis alterna (H_1): La frecuencia global y específica de complicaciones postoperatorias difiere de manera significativa entre los pacientes tratados con clavo endomedular bloqueado y los tratados con placa bloqueada mostrando cada técnica un perfil característico de eventos adversos que orienta la selección individualizada del implante.

Justificación

El presente trabajo se justifica desde una perspectiva clínica, académica así como sanitaria. Desde el enfoque clínico la generación de evidencia local sobre el perfil de complicaciones asociadas a cada técnica quirúrgica permitirá al equipo de traumatología del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón individualizar la elección del implante en función de las características clínicas del paciente y así optimizar los desenlaces funcionales a mediano plazo. Desde el enfoque académico el estudio contribuirá a llenar el vacío existente en la literatura ecuatoriana sobre el manejo quirúrgico de las fracturas diafisarias y metafisarias de la tibia junto con aportar datos que puedan ser comparados con cohortes latinoamericanas e internacionales. Desde la perspectiva sanitaria los hallazgos servirán como insumo para la elaboración de protocolos institucionales basados en evidencia local con el potencial de reducir los costos derivados de las complicaciones postoperatorias así como de las reintervenciones asociadas.

DESARROLLO

I. MARCO TEÓRICO

Epidemiología de las fracturas de tibia

Las fracturas de la tibia ocupan un lugar destacado dentro de la patología traumatológica del aparato locomotor siendo la diáfisis tibial el segmento óseo largo que con mayor frecuencia se fractura en la población adulta (1, 15). Los registros epidemiológicos provenientes de cohortes multicéntricas describen una incidencia anual estimada entre 16 y 26 casos por cada 100.000 habitantes con una distribución bimodal por edad: un primer pico en varones jóvenes entre los 15 y 35 años generalmente asociado a traumatismos de alta energía como accidentes de tránsito así como un segundo pico en mujeres mayores de 60 años habitualmente vinculado a caídas de baja energía sobre hueso osteoporótico (15).

El perfil epidemiológico de los pacientes que requieren tratamiento quirúrgico mediante clavo endomedular ha sido caracterizado en estudios de cohorte retrospectiva multicéntrica los cuales han identificado al sexo masculino, el mecanismo de alta energía así como la presencia de fractura abierta como las variables más prevalentes en este grupo de pacientes (15). Un estudio brasileño reciente que evaluó 125 pacientes intervenidos con clavo endomedular en dos hospitales públicos entre 2020 y 2024 documentó que los accidentes de tránsito constituyeron el mecanismo causal en el 84% de los casos con predominio del componente motociclístico así como una tasa de complicaciones que incluyó retardo de consolidación en el 22.4% y pseudoartrosis en el 9.7% de los pacientes (15).

En América Latina los datos epidemiológicos disponibles son limitados pero coincidentes en señalar a los accidentes de motocicleta como el principal mecanismo causal en adultos jóvenes hallazgo que adquiere especial relevancia en países como Ecuador donde la motorización urbana ha experimentado un crecimiento acelerado en las últimas dos décadas (1, 13). El estudio multicéntrico prospectivo de Belangero y colaboradores que incluyó siete hospitales del cono sur latinoamericano evidenció que las fracturas expuestas de tibia constituyen una fuente de discapacidad importante para la región con baja tasa de retorno laboral así como altos costos institucionales derivados de la prolongación del tratamiento (14). Adicionalmente el estudio epidemiológico brasileño de Pontin y colaboradores realizado en un hospital de tercer nivel entre 2019 y 2021 caracterizó el perfil de las fracturas diafisarias de tibia confirmando el predominio del sexo

masculino, la edad media entre 30 y 40 años junto con la asociación entre alta energía del traumatismo así como el desarrollo de complicaciones postoperatorias (16).

La caracterización específica de las fracturas expuestas ha sido objeto de estudios observacionales cubanos que han documentado tasas de infección variables entre el 12% y el 27% según el grado Gustilo-Anderson y el tiempo transcurrido hasta la cirugía (17). En este trabajo la edad más afectada correspondió al grupo de 28 a 37 años con un predominio del sexo masculino del 95.3% así como el accidente automovilístico como principal causa (54.7%). En Argentina los estudios multicéntricos de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología han evaluado las prácticas asistenciales para las fracturas expuestas de tibia evidenciando disparidades regionales importantes en los tiempos de acceso a la fijación definitiva así como en las tasas de reintervención entre centros del interior y del área metropolitana (18).

Anatomía quirúrgica y biomecánica de la tibia

La tibia es un hueso largo de configuración prismática triangular en su tercio medio que cumple una función de carga axial fundamental durante la marcha así como la bipedestación. Su cara anteromedial es subcutánea en prácticamente toda su extensión característica anatómica que la convierte en una zona vulnerable a las fracturas expuestas y que limita las opciones de cobertura cutánea tras los procedimientos de osteosíntesis (3). La vascularización ósea proviene de un sistema endóstico dependiente de la arteria nutricia así como de un sistema perióstico cuya integridad resulta crítica para la consolidación en particular en los segmentos metafisarios distales donde la red anastomótica es menos densa (3).

Desde el punto de vista biomecánico la diáfisis tibial está sometida a fuerzas de compresión axial, flexión así como torsión que deben ser neutralizadas por el dispositivo de osteosíntesis seleccionado. El clavo endomedular bloqueado actúa como un dispositivo de soporte de carga compartida distribuyendo las fuerzas a lo largo del eje mecánico del hueso junto con permitir la formación de callo perióstico mediante un mecanismo de consolidación secundaria (15). En contraste la placa bloqueada funciona como un fijador interno que mantiene la estabilidad angular sin requerir compresión friccional sobre el periostio preservando relativamente la vascularización perióstica cuando se aplica con técnica mínimamente invasiva (3, 4).

La distribución específica de la vascularización condiciona el comportamiento diferencial de las técnicas de fijación según la localización del trazo. En las fracturas

diafisarias la contribución del sistema endóstico puede verse alterada por el fresado del canal medular durante el enclavado circunstancia que ha motivado el debate histórico entre las técnicas de enclavado con fresado y sin fresado (19). En las fracturas metafisarias la delgadez del hueso cortical junto con la abundancia de hueso esponjoso condicionan una menor superficie de contacto para el bloqueo distal del clavo lo que favorece la selección de la placa bloqueada como alternativa (4, 20). La caracterización tridimensional de la vascularización tibial mediante angiografía contemporánea ha confirmado la existencia de una zona vulnerable en el tercio distal donde la disrupción de la red anastomótica se asocia con mayor riesgo de retardo de consolidación e infección profunda (3).

Clasificación de las fracturas de tibia

La clasificación de las fracturas de tibia obedece a criterios anatómicos, morfológicos así como de compromiso de tejidos blandos que orientan la decisión terapéutica y permiten estratificar el riesgo de complicaciones postoperatorias. La clasificación de la AO/OTA constituye el sistema de mayor aceptación internacional organizando las fracturas por segmento anatómico y por morfología del trazo en simples, en cuña o complejas con subdivisiones progresivas que reflejan el grado de conminución así como la afectación articular (6, 21). Para las fracturas expuestas la clasificación de Gustilo-Anderson permite estratificar la severidad de la lesión de tejidos blandos en tres tipos progresivos correlacionándose de manera directa con el riesgo de infección postoperatoria así como con la frecuencia de complicaciones tardías (6, 7).

En el contexto de las fracturas tibiales abiertas las estrategias de fijación se eligen en función del tipo Gustilo-Anderson, la calidad del lecho de tejidos blandos así como la disponibilidad de cobertura cutánea precoz variables que condicionan la elección entre clavo endomedular, fijación externa o placa con técnica mínimamente invasiva (3, 22). La caracterización topográfica del trazo proximal, diafisario o distal también influye de manera determinante en la elección del implante dado que las fracturas metafisarias distales suelen comportar dificultades técnicas para el bloqueo distal del clavo y se benefician con frecuencia de la fijación con placa bloqueada de soporte angular (8, 20).

Un aspecto emergente en la clasificación contemporánea corresponde al patrón bifocal ipsilateral que afecta a segmentos no contiguos de la tibia. El estudio observacional de Ortega-Yago y colaboradores publicado en 2025 caracterizó 24 pacientes con fracturas bifocales ipsilaterales de tibia atendidos durante doce años en un hospital de referencia europeo evidenciando que la asociación de fractura de meseta con diáfisis representó el

33% de los casos así como la combinación de fractura de diáfisis con tibia distal alcanzó el 42%. Esta caracterización aporta un marco conceptual útil para la planificación quirúrgica de los patrones complejos que se benefician con frecuencia de la combinación de técnicas de fijación (20).

Indicaciones de tratamiento conservador y quirúrgico

El tratamiento conservador mediante inmovilización con yeso cruropédico está indicado en fracturas estables, no desplazadas o mínimamente desplazadas con angulación inferior a 5° en el plano frontal, acortamiento menor a 1 cm así como rotación neutra (8). Sin embargo esta opción terapéutica conlleva tasas significativas de consolidación viciosa, rigidez articular de tobillo junto con atrofia muscular cuádriceps que constituye un motivo por el cual el tratamiento quirúrgico se ha convertido en el estándar de manejo para la mayoría de las fracturas diafisarias desplazadas en pacientes adultos (1, 8).

El momento óptimo de la intervención quirúrgica representa un factor crítico que ha sido objeto de revisiones comparativas recientes con evidencia de que la cirugía precoz idealmente dentro de las primeras 24 a 48 horas tras la lesión se asocia con mejores tasas de consolidación, menor incidencia de infección así como menor tiempo de hospitalización en comparación con la cirugía diferida (2, 8). En el caso de fracturas abiertas la cirugía debe realizarse de forma urgente con desbridamiento exhaustivo del lecho de tejidos blandos siguiendo los principios de control del daño ortopédico cuando la condición sistémica del paciente lo requiere (3, 22).

La estrategia contemporánea para las fracturas expuestas de alto grado incluye la evaluación multidisciplinaria con participación temprana del equipo de cirugía plástica reconstructiva. El estudio retrospectivo de Morris y colaboradores publicado en 2025 evaluó una cohorte australiana de pacientes con fracturas Gustilo-Anderson IIIB y IIIC comparando dos estrategias de tratamiento definitivo: el enclavado endomedular inmediato dentro de las primeras 24 horas seguido de cobertura diferida con colgajo frente al enfoque tradicional de fijación externa temporal seguida de fijación definitiva simultánea con la cobertura. Los resultados no evidenciaron diferencias significativas en la tasa de infección profunda, fallo del colgajo o pseudoartrosis lo que sugiere que la estrategia de enclavado precoz con cobertura diferida constituye una alternativa viable en centros con limitaciones logísticas para la coordinación simultánea del equipo ortopédico y del equipo plástico (22).

Por otra parte la caracterización de los factores que predisponen a complicaciones quirúrgicas ha mostrado que el retraso mayor a 48 horas hasta la intervención se asocia con

una mayor tasa de pseudoartrosis (10). Este hallazgo cobra especial relevancia en los sistemas de salud latinoamericanos donde las limitaciones logísticas de disponibilidad de quirófano y de material de osteosíntesis pueden prolongar los tiempos de espera. El trabajo de Puccetti y colaboradores realizado en el Hospital das Clínicas de la Universidad de São Paulo evaluó 218 pacientes con fractura diafisaria de tibia tratados con clavo endomedular entre 2015 y 2022 identificando que la fijación externa inicial, la infección postoperatoria así como la energía del trauma constituyeron los principales predictores independientes de la no unión al año de seguimiento (10).

Clavo endomedular: principios técnicos y resultados

El clavo endomedular bloqueado constituye el dispositivo de elección para el tratamiento de las fracturas diafisarias de tibia gracias a su perfil biomecánico de carga compartida, su técnica de implantación mínimamente invasiva así como su capacidad para permitir la movilización precoz del paciente (1, 9). El procedimiento se realiza habitualmente bajo control fluoroscópico mediante un abordaje suprapatelar o infrapatelar que permite la introducción del clavo a través del canal medular previamente fresado seguida del bloqueo proximal y distal con tornillos transversos los cuales neutralizan las fuerzas de torsión así como de compresión axial (9).

Los meta-análisis comparativos han documentado que el clavo endomedular ofrece tasas elevadas de consolidación, retornos funcionales relativamente rápidos así como una incidencia aceptable de complicaciones mayores cuando se utiliza en fracturas diafisarias clásicas (1, 8). El meta-análisis de Li y colaboradores publicado en 2024 que incluyó 20 ensayos clínicos aleatorizados con 1528 pacientes documentó que el clavo endomedular presenta ventajas significativas sobre la placa bloqueada en cuanto a tiempo quirúrgico (10.73 minutos menos), tiempo de consolidación (1.56 semanas menos) así como tasa de infección de la herida (6.5% vs. 15.2%). No obstante se asoció con un incremento significativo del riesgo de consolidación viciosa así como de dolor anterior de rodilla (1).

Entre las complicaciones específicas asociadas a esta técnica destacan el dolor anterior de rodilla presente en hasta el 50% de los pacientes en algunas series, la consolidación viciosa angular o rotacional en particular en fracturas distales con escaso bloqueo distal disponible así como la falla del bloqueo cuando los tornillos no logran una fijación adecuada en hueso metafisario osteopénico (9). El estudio de los factores de riesgo imagenológicos prequirúrgicos ha permitido identificar predictores de complicaciones

postoperatorias del enclavado endomedular constituyendo una herramienta útil para la planificación quirúrgica individualizada (9, 10).

En las fracturas de la metáfisis proximal de la tibia los clavos de diseño expert con opciones de bloqueo multiplanar han mostrado resultados clínicos comparables a la placa proximal bloqueada en ensayos aleatorizados con la ventaja de una agresión menor sobre los tejidos blandos circundantes (11). El ensayo de Prabhat y colaboradores publicado en 2025 comparó de manera aleatorizada el clavo tibial expert con la placa proximal en pacientes adultos evidenciando que ambos son alternativas válidas si bien el clavo se asoció con menor tiempo hasta la consolidación pero con mayor riesgo de malunión mientras que la placa presentó mayor tiempo intraoperatorio así como mayor sangrado (11). No obstante la indicación del clavo en fracturas muy proximales o muy distales debe individualizarse en función de la longitud del fragmento metafisario disponible para el bloqueo así como de la presencia de extensión articular (11, 20).

El síndrome compartimental postoperatorio constituye una complicación infrecuente pero potencialmente devastadora tras el enclavado endomedular de tibia. La revisión de Chng y colaboradores publicada en 2023 documentó una serie de casos de síndrome compartimental tras enclavado de fracturas cerradas de tibia enfatizando la importancia del seguimiento clínico estrecho durante las primeras 48 horas postoperatorias así como el papel limitado de la medición aislada de la presión intracompartimental para el diagnóstico. La sospecha clínica basada en el dolor desproporcionado, la parestesia junto con el aumento de la tensión muscular sigue siendo el pilar diagnóstico principal (19).

Placa bloqueada: técnica mínimamente invasiva y resultados

La placa bloqueada con técnica de osteosíntesis mínimamente invasiva (MIPO) ha emergido como una alternativa de elección para las fracturas de la metáfisis distal y proximal de la tibia donde la limitada longitud del fragmento metafisario junto con la calidad del hueso esponjoso comprometen la estabilidad del bloqueo del clavo endomedular (4, 11). El sistema de tornillos bloqueados a la placa proporciona una fijación angularmente estable que actúa como un fijador interno sin requerir compresión friccional entre la placa y el hueso lo que preserva la vascularización perióstica así como favorece la consolidación biológica (5, 23).

Los estudios comparativos entre placa estándar y clavo endomedular en fracturas de tibia distal han documentado resultados radiológicos y clínicos comparables entre ambas técnicas con perfiles de complicaciones diferenciados que orientan la elección en función

de las características específicas de la fractura (11, 23). La placa permite una reducción anatómica más precisa en especial útil en fracturas con extensión articular o con fragmentos metafisarios pequeños pero conlleva un mayor riesgo de complicaciones de la herida quirúrgica particularmente cuando el lecho de tejidos blandos se encuentra contundido o edematoso (4, 23).

La revisión sistemática y meta-análisis de Elnewishy y colaboradores publicada en 2023 incluyó estudios que compararon el enclavado endomedular con la osteosíntesis percutánea mínimamente invasiva para el manejo de fracturas extra-articulares de la tibia distal en adultos. Los hallazgos confirmaron que el clavo endomedular ofrece ventajas en cuanto a menor tiempo quirúrgico, unión más rápida así como menor tasa de infección mientras que la placa proporciona mejor alineación y menor incidencia de dolor de rodilla pero con mayor riesgo de complicaciones de tejidos blandos así como irritación por el material (5). Estos hallazgos coinciden con los del estudio español de Novoa-Sierra y colaboradores que analizó de manera retrospectiva 53 pacientes con fractura del tercio distal de tibia intervenidos entre 2015 y 2019 evidenciando que no existen diferencias significativas en el tiempo de consolidación entre ambas técnicas si bien el inicio de la deambulación con carga fue más temprano en el grupo tratado con clavo intramedular (4).

La comparación aleatorizada realizada por Prabhat y colaboradores entre el clavo expert y la placa proximal bloqueada para fracturas de la tibia proximal en adultos evidenció que ambas técnicas son válidas si bien el clavo se asoció con menor tiempo hasta la unión y la placa con más precisión en la reducción anatómica (11). Estos hallazgos han sido replicados en múltiples cohortes internacionales lo que sugiere que la elección debe fundamentarse en las características individuales del paciente así como de la fractura más que en la superioridad global de una técnica sobre la otra.

Enfoque suprarrotuliano vs. infrarrotuliano en el clavado endomedular

El abordaje suprarrotuliano ha emergido como una alternativa técnica al abordaje infrarrotuliano tradicional para el enclavado endomedular de la tibia con el potencial de reducir el dolor anterior de rodilla así como de facilitar la reducción de fracturas proximales y distales complejas (21, 24). El estudio comparativo de Yang y colaboradores publicado en 2023 que incluyó cuatro estudios con 586 pacientes tratados por fracturas de tibia distal documentó que el abordaje suprarrotuliano se asocia con menor tiempo de fluoroscopia intraoperatoria, mejor calidad de reducción así como menor dolor anterior de rodilla en el seguimiento a largo plazo (21).

El trabajo del grupo argentino de Llano y colaboradores publicado en 2022 comparó ambos abordajes en una serie de pacientes con fracturas diafisarias y distales de tibia identificando que el enfoque suprarrotuliano permite una reducción más fácil de las fracturas proximales con menor tiempo intraoperatorio así como menor uso de radioscopia (24). Los autores concluyen que la técnica suprarrotuliana constituye una alternativa segura con curva de aprendizaje relativamente corta para cirujanos familiarizados con el abordaje tradicional. En la misma línea Rodríguez-Zamorano y colaboradores documentaron en un estudio español publicado también en 2022 el proceso de transición institucional del enclavado infrarrotuliano al suprarrotuliano evidenciando una mejora en los resultados funcionales medidos con la escala IKDC sin incremento de las complicaciones (25).

El estudio prospectivo de Malasani y colaboradores publicado en 2024 evaluó específicamente el abordaje suprarrotuliano en 45 pacientes con fractura diafisaria de tibia documentando una tasa de consolidación del 95.6% a los seis meses con dolor anterior de rodilla en el 8.9% de los casos así como puntuaciones funcionales Lysholm superiores a 90 puntos en el 82% de los pacientes. Estos resultados consolidan al abordaje suprarrotuliano como una alternativa técnica con perfil favorable de complicaciones postoperatorias en especial en lo referente al dolor anterior de rodilla (26). El punto de entrada del clavo constituye adicionalmente un determinante crítico de la alineación final tal como fue documentado por Nieto y colaboradores en un estudio argentino que identificó que un punto de entrada central reduce el riesgo de desalineación en el plano coronal a menos del 3% mientras que los puntos mediales o laterales incrementan sustancialmente la probabilidad de malunión (27).

Comparación clavo endomedular versus placa bloqueada: complicaciones

La comparación entre el clavo endomedular y la placa bloqueada en el tratamiento de las fracturas distales de tibia ha sido objeto de múltiples meta-análisis de ensayos clínicos aleatorizados cuyos resultados han contribuido a precisar las indicaciones diferenciales de cada técnica (1, 5). Los hallazgos coinciden en señalar que el clavo endomedular se asocia con un menor tiempo quirúrgico, menor sangrado intraoperatorio así como menor tasa de complicaciones de la herida mientras que la placa bloqueada permite una mayor precisión en la reducción anatómica junto con un menor riesgo de consolidación viciosa angular en fracturas metafisarias distales (1, 2).

La incidencia de infección de sitio quirúrgico ha sido analizada en meta-análisis específicos con evidencia de tasas globalmente bajas en ambas técnicas pero con un patrón

diferencial: la placa muestra una frecuencia ligeramente superior de infección superficial debido a la mayor exposición del implante bajo la piel anteromedial subcutánea mientras que el clavo presenta una incidencia mayor de dolor anterior de rodilla así como de migración del implante (2). El estudio comparativo del dolor postoperatorio junto con la infección de la herida ha permitido cuantificar estas diferencias y orientar las decisiones terapéuticas en función del perfil de riesgo individual del paciente (2).

En cuanto a las complicaciones a corto plazo los estudios contemporáneos no han logrado demostrar diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas en fracturas cerradas de la diáfisis tibial lo que sugiere que ambas constituyen alternativas válidas cuya elección debe basarse en la localización anatómica del trazo, la experiencia del equipo quirúrgico así como las preferencias institucionales (12). Los estudios prospectivos comparativos en fracturas extra-articulares distales han confirmado resultados funcionales equivalentes entre el clavo endomedular y la placa de compresión bloqueada con perfiles de complicaciones que se diferencian fundamentalmente en la naturaleza más que en la frecuencia global de los eventos adversos (28).

La comparación radiológica y clínica entre ambas técnicas en fracturas de tibia distal ha mostrado que la consolidación se alcanza en proporciones similares aunque con tiempos ligeramente diferentes siendo la placa bloqueada asociada con una mayor frecuencia de retraso de consolidación cuando se utiliza en fracturas con conminución severa de la cortical medial (23, 28). El trabajo argentino de Río y colaboradores publicado en 2025 aportó una perspectiva adicional al describir la utilidad del clavo endomedular retrógrado de tibia como alternativa en pacientes con lesión de partes blandas en la cara medial de la pierna, en la zona de la rodilla o con artroplastia de rodilla homolateral situaciones en las cuales el abordaje anterógrado tradicional no resulta factible (29).

Factores predictores de complicaciones postoperatorias

La identificación de factores asociados con el desarrollo de complicaciones postoperatorias resulta fundamental para la estratificación del riesgo así como para la individualización del tratamiento. Entre los factores dependientes del paciente se encuentran la edad avanzada, el tabaquismo activo, la diabetes mellitus, el estado nutricional deficitario junto con la presencia de comorbilidades vasculares periféricas todos ellos asociados con un mayor riesgo de retraso de consolidación, infección así como falla del implante (9, 10). Entre los factores dependientes de la lesión la energía del traumatismo, el grado de compromiso de tejidos blandos según la clasificación de Gustilo-

Anderson, la conminución metafisaria así como la afectación articular han sido identificados como predictores independientes de complicaciones postoperatorias (9, 10).

Los estudios comparativos entre el clavo endomedular y métodos alternativos de fijación como la fijación externa de Ilizarov han documentado tasas globales de complicaciones diferenciadas en función de la severidad de la fractura con evidencia de que el clavo endomedular presenta menores tasas de infección superficial pero mayores tasas de consolidación viciosa rotacional en fracturas conminutas (2, 30). La elección de la técnica más apropiada debe contemplar el balance individualizado entre los riesgos específicos de cada implante junto con las características clínicas del paciente en particular en escenarios de politraumatismo o fractura abierta de alto grado (22, 30).

El impacto del momento quirúrgico ha sido analizado de manera específica en la revisión narrativa de Kashyap y colaboradores publicada en 2024 donde se documentó que la intervención temprana dentro de las primeras 24 a 48 horas de la lesión se asocia con menor tiempo de consolidación, menor riesgo de infección así como menor estancia hospitalaria en comparación con la cirugía diferida más allá de las 72 horas (8). El trabajo de Puccetti y colaboradores previamente citado identificó de manera específica que la fijación externa como primera etapa del tratamiento así como la infección postoperatoria constituyeron predictores independientes de pseudoartrosis al año de seguimiento en fracturas diafisarias tratadas con clavo endomedular (10).

Infección de sitio quirúrgico y su prevención

La infección de sitio quirúrgico constituye una de las complicaciones más temidas tras la fijación de fracturas de tibia con impacto directo sobre la consolidación ósea, la duración del tratamiento así como el costo asociado al manejo (2, 7). La incidencia varía sustancialmente según el tipo de fractura, la técnica empleada junto con las condiciones del entorno hospitalario. En fracturas cerradas la tasa oscila entre el 1% y el 5% mientras que en fracturas expuestas puede alcanzar el 30% en las lesiones Gustilo-Anderson tipo III (6).

El meta-análisis de Chebli y colaboradores publicado en 2024 evaluó la incidencia de infecciones tras fracturas expuestas de tibia en países de altos, medios así como bajos ingresos identificando que los países de menor desarrollo económico presentan tasas de infección hasta tres veces superiores atribuibles principalmente a factores como la demora en el desbridamiento, la limitada disponibilidad de antibióticos apropiados así como la sobrecarga de los servicios de urgencia. Los microorganismos más frecuentemente aislados

fueron *Staphylococcus aureus* incluyendo cepas resistentes a metilicina, *Pseudomonas aeruginosa* así como *Klebsiella pneumoniae* (7).

El estudio brasileño de Belangero y colaboradores previamente citado identificó que la infección profunda ocurrió en el 12% de los pacientes con fractura expuesta de tibia atendidos en siete hospitales del cono sur latinoamericano con una asociación directa con la severidad Gustilo-Anderson así como con el tiempo hasta la fijación definitiva (14). En Argentina el trabajo de Garabano y colaboradores publicado en 2022 caracterizó el tratamiento de las fracturas expuestas de tibia en 13 hospitales del país evidenciando disparidades significativas entre los centros del interior y del área metropolitana en cuanto al tiempo hasta la fijación definitiva así como a las tasas de reintervención por infección o pseudoartrosis (18).

Las estrategias de prevención de la infección incluyen la administración temprana de antibióticos empíricos, el desbridamiento quirúrgico exhaustivo, la cobertura precoz de los tejidos blandos así como el uso de sistemas de irrigación con presión controlada. En el caso de las fracturas expuestas Gustilo-Anderson tipo III el enfoque orthoplasty con participación temprana del equipo de cirugía plástica reconstructiva ha demostrado reducir de manera significativa la tasa de infección profunda cuando se aplica dentro de los primeros siete días tras la lesión (22).

Pseudoartrosis y retardo de consolidación

La pseudoartrosis constituye la falla en la consolidación ósea más allá de los nueve meses postoperatorios así como una de las complicaciones más incapacitantes tras la fijación de fracturas de tibia. La incidencia varía entre el 4% y el 15% según el tipo de fractura, la técnica quirúrgica empleada junto con las características del paciente (10). El retardo de consolidación definido como la ausencia de progresión radiológica entre los cuatro y los seis meses postoperatorios afecta a un porcentaje mayor de pacientes constituyendo un precursor habitual de la pseudoartrosis establecida.

El estudio brasileño de Puccetti y colaboradores publicado en 2024 evaluó 218 pacientes con fractura diafisaria de tibia tratados con clavo endomedular identificando los principales predictores de retardo de consolidación a los seis meses así como de pseudoartrosis a los doce meses. Los hallazgos evidenciaron que la energía del trauma, la fijación externa como tratamiento inicial junto con la infección postoperatoria constituyeron los predictores independientes de mayor magnitud. Este perfil resulta

consistente con la literatura internacional pero aporta datos específicos para el contexto latinoamericano (10).

La caracterización de los factores modificables asociados a la pseudoartrosis incluye el tabaquismo activo, el uso crónico de antiinflamatorios no esteroideos, la diabetes mellitus mal controlada así como el estado nutricional deficitario. La intervención sobre estos factores previa a la cirugía o durante el postoperatorio temprano puede reducir el riesgo de manera significativa. El uso de estimulación osteogénica con ondas de choque, ultrasonido pulsado de baja intensidad así como la aplicación de plasma rico en plaquetas han sido evaluados como coadyuvantes con resultados variables entre estudios (10).

Consolidación viciosa y falla del implante

La consolidación viciosa se define como la unión ósea con angulación mayor a 5° en cualquier plano, acortamiento mayor a 1 cm o malrotación mayor a 10°. Constituye una complicación relevante que puede impactar de manera significativa la funcionalidad del miembro así como predisponer al desarrollo de artrosis postraumática de tobillo o rodilla. En el enclavado endomedular la consolidación viciosa angular es más frecuente en las fracturas metafisarias distales donde el bloqueo distal disponible es limitado (1, 9).

El estudio argentino de Nieto y colaboradores publicado en 2022 evaluó de manera específica la relación entre el punto de entrada del clavo así como la alineación final en el plano coronal en fracturas diafisarias de tibia. Los hallazgos evidenciaron que el punto de entrada central se asocia con menos del 3% de riesgo de desalineación mientras que un punto de entrada medial incrementa la probabilidad de tendencia al valgo por encima del 85%. Estos hallazgos aportan una guía técnica concreta para la reducción del riesgo de consolidación viciosa mediante la planificación cuidadosa del punto de entrada quirúrgico (27).

La falla del implante puede manifestarse como aflojamiento, ruptura o migración del clavo, los tornillos o la placa con incidencia variable según la carga funcional demandada, la calidad del hueso disponible así como el tipo de fractura. Constituye una indicación de revisión quirúrgica cuando compromete la estabilidad del montaje o cuando produce sintomatología clínica relevante como dolor persistente o limitación funcional (9).

Dolor anterior de rodilla: incidencia y manejo

El dolor anterior de rodilla constituye una de las complicaciones más frecuentes del enclavado endomedular de la tibia con incidencia reportada entre el 10% y el 50% según

las series y los criterios diagnósticos empleados. Su etiología es multifactorial incluyendo la lesión del tendón rotuliano durante el abordaje infrapatelar, la irritación de la almohadilla adiposa infrapatelar, la lesión de la rama infrapatelar del nervio safeno así como la protrusión del extremo proximal del clavo (1, 21).

El enfoque suprarrotuliano se ha propuesto como una alternativa técnica para reducir la incidencia de esta complicación al evitar la disrupción del aparato extensor anterior de la rodilla. La revisión sistemática de Yang y colaboradores publicada en 2023 documentó que el abordaje suprarrotuliano se asocia con menor incidencia de dolor anterior de rodilla en comparación con el infrarrotuliano (21). Estos hallazgos han sido replicados en múltiples series prospectivas incluyendo los trabajos argentinos y españoles previamente citados (24, 25).

El manejo del dolor anterior de rodilla persistente incluye medidas conservadoras como fisioterapia dirigida al fortalecimiento del cuádriceps, ejercicios de estiramiento así como el uso de analgésicos antiinflamatorios. En casos refractarios el retiro del clavo tras la consolidación puede considerarse aunque los estudios han evidenciado que el alivio del dolor tras la extracción no es universal alcanzando entre el 50% y el 70% de los pacientes en las series reportadas (1).

Manejo de fracturas expuestas de tibia

El manejo de las fracturas expuestas de tibia representa un desafío quirúrgico multidisciplinario que requiere la integración temprana de equipos de ortopedia y de cirugía plástica reconstructiva. La clasificación de Gustilo-Anderson estratifica la severidad en función del tamaño de la herida, el grado de contusión de los tejidos blandos junto con la presencia de exposición ósea así como el compromiso vascular (3, 22). El principio del control del daño ortopédico establece que en pacientes politraumatizados o con lesiones graves de tejidos blandos la estabilización temporal mediante fijador externo debe preceder a la fijación definitiva una vez que las condiciones sistémicas y locales del paciente lo permitan.

El estudio observacional de López de Quesada y colaboradores publicado en 2022 en la Revista Cubana de Medicina Militar caracterizó a 64 pacientes con fractura expuesta de tibia tratados con fijación externa evidenciando que el tipo Ilizarov fue el más utilizado (89.7%) con edad predominante entre 28 y 37 años así como el accidente automovilístico como principal causa (54.7%). Los hallazgos confirman que la fijación externa continúa siendo una alternativa válida para el manejo inicial o definitivo de las fracturas expuestas

de tibia en particular en escenarios de compromiso severo de tejidos blandos o cuando la infraestructura hospitalaria limita el acceso a la fijación interna precoz (17).

La revisión narrativa de Shen y Tejwani publicada en 2024 sistematizó las estrategias contemporáneas para el manejo de las fracturas expuestas de la diáfisis tibial incluyendo el enclavado endomedular, la fijación externa así como el uso de placa bloqueada. Los autores enfatizan que la elección de la técnica debe individualizarse en función de la severidad Gustilo-Anderson, el estado de los tejidos blandos junto con la disponibilidad de recursos de cobertura reconstructiva. En las lesiones Gustilo-Anderson IIIB y IIIC el enfoque orthoplasty con cobertura precoz mediante colgajo se ha consolidado como la estrategia con mejores resultados en cuanto a salvamento del miembro así como reducción del riesgo de infección profunda (3).

El estudio de Sreedharan y colaboradores publicado en 2024 en *Frontiers in Surgery* analizó los desenlaces funcionales de 100 pacientes con fracturas expuestas de tibia reconstruidas en un centro australiano de trauma evidenciando que la unión ósea primaria se logró en el 61% de los casos y en el 84% considerando las uniones posteriores tras revisión. La coordinación multidisciplinaria temprana así como el tratamiento en centros de alta complejidad emergen como factores clave para optimizar los desenlaces en este subgrupo de pacientes (31).

Contexto del manejo de fracturas de tibia en Latinoamérica y Ecuador

En el contexto ecuatoriano las fracturas diafisarias de tibia en adultos jóvenes han sido objeto de estudios comparativos recientes que han evaluado el impacto de las distintas técnicas de fijación sobre la recuperación funcional. Los datos disponibles muestran que la fijación intramedular se asocia con tiempos de consolidación más cortos así como mejor recuperación funcional precoz en comparación con la fijación externa en el contexto de los recursos disponibles en el sistema de salud público ecuatoriano (9, 13). Estos hallazgos resaltan la pertinencia de caracterizar de manera específica los desenlaces obtenidos en hospitales de tercer nivel del país dado que la generalización de resultados procedentes de cohortes europeas o asiáticas puede no reflejar adecuadamente las particularidades epidemiológicas, demográficas así como de capacidad resolutoria del sistema sanitario ecuatoriano (13, 23).

El estudio ecuatoriano de Casco Luzuriaga y colaboradores publicado en 2024 analizó de manera comparativa las técnicas de fijación intramedular y externa en fracturas diafisarias de tibia en adultos jóvenes documentando que la fijación intramedular ofrece

ventajas en cuanto a tiempo de consolidación así como recuperación funcional aunque conlleva mayor requerimiento de material especializado no siempre disponible en centros públicos de menor complejidad (13). Esta observación refuerza la necesidad de que los hospitales de referencia como el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón caractericen su propia casuística para orientar la asignación de recursos así como la elaboración de protocolos institucionales.

El estudio brasileño multicéntrico de Rodrigues y colaboradores publicado en 2025 analizó de manera epidemiológica el uso del clavo endomedular en 125 pacientes con fractura diafisaria de tibia atendidos en dos hospitales entre 2020 y 2024 evidenciando que la mayoría de los casos correspondió a accidentes de tránsito con predominio del sexo masculino y con una tasa de retardo de consolidación del 22.4% así como pseudoartrosis del 9.7% (15). Adicionalmente el estudio de Pontin y colaboradores publicado en 2024 caracterizó el perfil epidemiológico de los pacientes con fractura de la diáfisis tibial atendidos en un hospital brasileño de tercer nivel entre 2019 y 2021 aportando datos de referencia para la comparación de series latinoamericanas (16).

En la región africana el trabajo etíope de Beyene Tesso y colaboradores publicado en 2023 evaluó los resultados del clavo tibial SIGN FIN en pacientes con fractura diafisaria tratados en un hospital de tercer nivel de Addis Abeba documentando tasas de consolidación aceptables con complicaciones comparables a las descritas en la literatura internacional. Este estudio aporta perspectiva sobre el uso de implantes de bajo costo desarrollados para contextos de recursos limitados escenario que guarda paralelismos con la realidad de varios hospitales del sector público ecuatoriano (32).

El Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón como centro de referencia de tercer nivel del Ministerio de Salud Pública en la región litoral recibe la mayor carga de pacientes con fracturas de tibia derivados de los servicios de emergencia de la red pública así como de los hospitales básicos de la zona. La caracterización sistemática de los desenlaces postoperatorios en esta institución representa una oportunidad para generar evidencia local que sustente la toma de decisiones clínicas, la asignación de recursos hospitalarios junto con el diseño de protocolos institucionales basados en la realidad epidemiológica regional (13).

Vacíos del conocimiento y justificación del estudio

A pesar del volumen creciente de publicaciones internacionales sobre el manejo quirúrgico de las fracturas de tibia la literatura científica evidencia vacíos significativos en la caracterización comparativa de las complicaciones postoperatorias asociadas al clavo endomedular así como a la placa bloqueada en hospitales públicos del Ecuador durante el período 2020-2025. Los estudios disponibles abordan en su mayoría aspectos generales del tratamiento quirúrgico o se enfocan en cohortes europeas y asiáticas sin estratificar los datos en función de las particularidades clínicas, demográficas y de infraestructura hospitalaria propias del contexto ecuatoriano.

La ausencia de datos específicos sobre la frecuencia y el perfil de complicaciones en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón impide el diseño de protocolos de manejo basados en evidencia institucional propia así como dificulta la comparación de los resultados con estándares regionales e internacionales (13). La necesidad de evidencia local que sustente la toma de decisiones clínicas y administrativas en este centro hospitalario constituye la principal justificación científica del presente estudio que busca llenar este vacío mediante el análisis sistemático de los registros clínicos disponibles en el período de interés. Los hallazgos contribuirán a la comprensión del comportamiento epidemiológico de las complicaciones postoperatorias en pacientes con fractura de tibia tratados en hospitales públicos de la región litoral del Ecuador y proporcionarán la base empírica necesaria para el diseño de protocolos quirúrgicos institucionales adaptados a la realidad local (13, 16).

Rehabilitación postoperatoria y retorno a la actividad

La rehabilitación postoperatoria constituye un componente crítico del manejo integral de las fracturas de tibia dado que el desenlace funcional a largo plazo depende de manera importante de la adhesión del paciente al programa de fisioterapia así como del progreso adecuado en la carga axial. Los protocolos contemporáneos favorecen la movilización precoz de las articulaciones adyacentes junto con la carga parcial progresiva desde las primeras semanas cuando la estabilidad del montaje quirúrgico lo permite (30). En el caso del clavo endomedular la estabilidad rotacional y axial proporcionada por el bloqueo permite la carga temprana lo que favorece la consolidación biológica así como reduce el riesgo de atrofia muscular y rigidez articular.

La comparación de estrategias de rehabilitación entre pacientes tratados con clavo endomedular y con placa bloqueada muestra que ambos grupos alcanzan resultados funcionales equivalentes al año de seguimiento aunque con diferencias en la velocidad de

recuperación durante los primeros tres meses. Los pacientes tratados con clavo endomedular tienden a iniciar la carga parcial más temprano así como a alcanzar antes la carga completa lo que se traduce en menor tiempo de incapacidad laboral en poblaciones jóvenes económicamente activas (13, 30). Esta ventaja resulta particularmente relevante para el contexto ecuatoriano donde la mayor parte de los pacientes con fractura de tibia son adultos jóvenes en edad productiva.

El retorno a la actividad laboral así como a las actividades deportivas depende de múltiples factores incluyendo el tipo de trabajo, la calidad de la consolidación ósea junto con la ausencia de complicaciones. Las series latinoamericanas han documentado tasas de retorno laboral entre el 60% y el 80% al año postoperatorio con diferencias importantes según el sector de actividad (14). En el contexto de las fracturas expuestas graves las tasas de retorno laboral son sustancialmente inferiores lo que refuerza el impacto socioeconómico de este tipo de lesiones así como la necesidad de estrategias integrales de rehabilitación multidisciplinaria (14, 31).

Consideraciones especiales en pacientes con osteoporosis y adultos mayores

El manejo de las fracturas de tibia en pacientes adultos mayores con osteoporosis plantea desafíos técnicos específicos derivados de la calidad ósea disminuida, la presencia frecuente de comorbilidades así como la menor capacidad de compensación fisiológica ante el estrés quirúrgico. Los estudios comparativos han evidenciado que los pacientes mayores de 65 años presentan tasas de complicaciones globalmente superiores a las de los adultos jóvenes con predominio de la infección, el retardo de consolidación así como la falla del implante (9, 10). Este perfil de mayor riesgo ha motivado el desarrollo de estrategias específicas de optimización perioperatoria con enfoque ortogeriátrico.

La estabilidad del bloqueo distal del clavo endomedular en hueso metafisario osteoporótico constituye uno de los desafíos técnicos más relevantes con evidencia de mayor incidencia de falla del bloqueo así como de migración distal del clavo en este subgrupo de pacientes. Como alternativa la placa bloqueada con tornillos angularmente estables ofrece mayor superficie de contacto y por ende mayor resistencia a la falla en hueso de mala calidad. Sin embargo la exposición quirúrgica requerida para la implantación de la placa se asocia con mayor riesgo de complicaciones de tejidos blandos en pacientes con piel atrófica o con insuficiencia vascular periférica (9, 20).

El estudio de Ortega-Yago y colaboradores publicado en 2025 caracterizó específicamente las fracturas bifocales ipsilaterales de tibia que constituyen un subgrupo

particular de fracturas complejas donde la combinación de técnicas quirúrgicas frecuentemente resulta necesaria. Los autores documentaron que el manejo mediante dos implantes separados se asocia con mayor tiempo quirúrgico así como mayor riesgo global de complicaciones aunque permite el abordaje anatómico específico de cada foco fracturario (20). Estos hallazgos son relevantes para la planificación quirúrgica de casos complejos así como para el asesoramiento preoperatorio de los pacientes sobre los desenlaces esperados.

Costos, impacto económico y sostenibilidad del tratamiento

El impacto económico del manejo quirúrgico de las fracturas de tibia constituye un aspecto relevante para la planificación sanitaria en particular en el contexto de sistemas públicos con recursos limitados. Los costos directos incluyen el material de osteosíntesis, el tiempo quirúrgico, la estancia hospitalaria así como los seguimientos ambulatorios mientras que los costos indirectos comprenden la incapacidad laboral, la rehabilitación prolongada junto con el impacto sobre la productividad familiar (14). La comparación entre el clavo endomedular y la placa bloqueada evidencia costos directos similares en el implante aunque con diferencias en la estancia hospitalaria como se documentó en el presente estudio.

El estudio multicéntrico argentino de Garabano y colaboradores publicado en 2022 analizó de manera específica los costos institucionales derivados del manejo de las fracturas expuestas de tibia evidenciando disparidades importantes entre centros del interior y del área metropolitana con implicaciones directas sobre la sostenibilidad del tratamiento en centros con recursos limitados (18). La utilización de implantes de bajo costo desarrollados específicamente para contextos con recursos restringidos como el SIGN nail evaluado por Beyene Tesso y colaboradores en Etiopía representa una estrategia de sostenibilidad relevante que ha demostrado resultados clínicos aceptables (32).

La prevención de las complicaciones postoperatorias constituye una estrategia central para la sostenibilidad económica del tratamiento dado que el manejo de las complicaciones establecidas como la infección profunda o la pseudoartrosis genera costos considerablemente superiores a los del procedimiento primario. Los meta-análisis disponibles estiman que el costo derivado de una infección profunda puede llegar a triplicar el del procedimiento primario mientras que el manejo de la pseudoartrosis con injerto óseo puede quintuplicarlo. Esta observación refuerza el valor de las estrategias

preventivas identificadas en el presente estudio en particular las orientadas a los subgrupos de mayor riesgo (14, 18).

Profilaxis antibiótica y control del sitio quirúrgico

La profilaxis antibiótica constituye un pilar fundamental en la prevención de la infección de sitio quirúrgico en pacientes intervenidos por fracturas de tibia. Las guías internacionales contemporáneas recomiendan la administración de una cefalosporina de primera generación dentro de la primera hora previa a la incisión con dosis complementarias cada cuatro horas durante procedimientos prolongados así como redosificación en caso de pérdida sanguínea superior a 1500 mililitros. En fracturas expuestas la profilaxis debe extenderse por 24 a 72 horas según el grado Gustilo-Anderson con adición de cobertura antigrampositiva y antigramnegativa en las lesiones tipo III (6, 7).

El estudio de Sreedharan y colaboradores publicado en 2024 documentó que la coordinación temprana con el equipo de cirugía plástica reconstructiva junto con el uso protocolizado de profilaxis antibiótica de amplio espectro se asocia con reducción significativa de la tasa de infección profunda en fracturas expuestas de alto grado (31). En el meta-análisis multinacional de Chebli y colaboradores los países con protocolos estandarizados de profilaxis antibiótica mostraron tasas de infección hasta 40% inferiores a las de países sin dichos protocolos institucionalizados (7).

El control ambiental del sitio quirúrgico incluye el flujo laminar en el quirófano, la limitación del tránsito durante el procedimiento, el uso adecuado del vestido quirúrgico así como la aplicación de soluciones antisépticas de amplio espectro como la clorhexidina alcohólica al 2%. La preparación cutánea con doble aplicación de antiséptico ha demostrado reducir de manera significativa la carga bacteriana residual particularmente en pacientes con lesión de tejidos blandos asociada. Estas medidas simples de bajo costo contribuyen de forma sustancial a la prevención de la infección postoperatoria (6, 7).

Analgesia perioperatoria y manejo del dolor postoperatorio

El manejo adecuado del dolor perioperatorio constituye un componente esencial del cuidado integral del paciente con fractura de tibia con impacto directo sobre la adhesión a los protocolos de rehabilitación así como sobre la calidad de vida durante la fase de recuperación. Las estrategias multimodales que combinan antiinflamatorios no esteroideos, opioides de acción intermedia, adyuvantes como los inhibidores del receptor NMDA junto con el bloqueo nervioso periférico han demostrado ofrecer mejor control del dolor con menor requerimiento de opioides así como menor incidencia de efectos adversos (30).

El bloqueo del nervio ciático a nivel poplíteo junto con el bloqueo del nervio femoral proporciona analgesia efectiva para la fijación quirúrgica de las fracturas de tibia con duración de 12 a 24 horas cuando se emplea anestésico local de larga duración como la ropivacaína al 0.5%. Esta estrategia permite reducir el consumo de opioides en el postoperatorio inmediato así como facilitar la movilización precoz del paciente. En pacientes con contraindicación para los bloqueos regionales el uso protocolizado de analgesia intravenosa multimodal constituye una alternativa efectiva.

El uso prolongado de antiinflamatorios no esteroideos ha sido objeto de debate debido a su potencial impacto negativo sobre la consolidación ósea. La evidencia contemporánea sugiere que el uso limitado durante los primeros 7 a 10 días postoperatorios no compromete de manera significativa la consolidación mientras que su uso prolongado más allá de las cuatro semanas puede asociarse con mayor riesgo de retardo de consolidación en particular en pacientes con factores de riesgo adicionales como el tabaquismo activo o la diabetes mellitus (10). La individualización del régimen analgésico según el perfil clínico del paciente constituye una estrategia adecuada para balancear los beneficios sobre el control del dolor con los potenciales efectos adversos sobre la consolidación ósea.

II. METODOLOGÍA

Tipo de diseño

Según la intervención del investigador: Observacional.

Según la planificación de la toma de datos: Retrospectivo.

Según el número de mediciones de la variable analítica: Longitudinal.

Según el número de variables analíticas: Analítico comparativo.

Población de estudio

La presente investigación se desarrolla en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón hospital público de tercer nivel del Ministerio de Salud Pública. La población de estudio está constituida por pacientes adultos con diagnóstico de fractura de tibia que recibieron tratamiento quirúrgico mediante clavo endomedular bloqueado o placa bloqueada en el período comprendido entre enero de 2020 y diciembre de 2025.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Pacientes adultos de 18 a 65 años de edad.
- Pacientes con diagnóstico de fractura de tibia (códigos CIE-10: S82.1, S82.2 y S82.3) atendidos quirúrgicamente entre 2020 y 2025 en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón.
- Pacientes tratados mediante clavo endomedular bloqueado o placa bloqueada como técnica primaria de osteosíntesis.
- Historias clínicas con registro completo de las variables de interés y al menos seis meses de seguimiento postoperatorio documentado.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con fracturas patológicas secundarias a neoplasias o enfermedades metabólicas óseas.
- Pacientes con politraumatismo grave que falleció en las primeras 72 horas postoperatorias por causas no relacionadas con la fractura.
- Pacientes tratados con técnicas mixtas o reemplazadas a otra técnica durante el seguimiento.
- Historias clínicas con datos incompletos o sin seguimiento postoperatorio mínimo de seis meses.

Códigos CIE-10 empleados en la identificación de casos

La identificación de los casos se realizó a partir de los códigos principales de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades en su décima revisión correspondientes a las fracturas de tibia junto con sus complicaciones asociadas. La Tabla

1 resume los códigos empleados junto con su denominación así como su aplicación dentro del estudio.

Tabla 1 Códigos CIE-10 empleados para la identificación de los casos y su significado

Código CIE-10	Denominación	Aplicación en el estudio
S82.1	Fractura de la epífisis superior de la tibia	Código principal de inclusión
S82.2	Fractura de la diáfisis de la tibia	Código principal de inclusión
S82.3	Fractura de la epífisis inferior de la tibia	Código principal de inclusión
T84.5	Infección y reacción inflamatoria debidas a prótesis articular interna	Código complementario de infección profunda
T84.6	Infección y reacción inflamatoria debidas a otros dispositivos de fijación interna	Código complementario de infección relacionada con implante
M84.1	No consolidación de fractura (pseudoartrosis)	Código complementario de pseudoartrosis
M84.2	Consolidación retardada de fractura	Código complementario de retardo de consolidación

Fuente: Elaboración propia a partir de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, décima revisión.

Cálculo del tamaño de la muestra

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño censal que incluyó a todos los casos disponibles de pacientes con fractura de tibia tratados quirúrgicamente con clavo endomedular o placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025. Se realizó el cálculo teórico del tamaño de muestra con el fin de garantizar la validez estadística de la comparación entre ambas técnicas.

Para el cálculo se utilizó la fórmula para comparación de dos proporciones independientes considerando una frecuencia esperada de complicaciones del 20% en el grupo de placa bloqueada así como del 12% en el grupo de clavo endomedular con base en reportes de meta-análisis previos, un nivel de confianza del 95% junto con un poder estadístico del 80%. El tamaño mínimo de muestra estimado teórico fue de aproximadamente 286 pacientes (143 por grupo). La población total de pacientes con fractura de tibia registrados en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025 que cumplió los criterios de selección fue de 180 casos cifra inferior al tamaño mínimo teórico calculado. Por esta razón se optó por incluir la totalidad de los casos disponibles constituyendo un censo poblacional que asegura la representatividad completa de la casuística institucional. En consecuencia la población y la muestra coinciden y corresponden a los 180 pacientes que cumplieron los criterios de selección.

Método de recogida de datos

La recolección de datos se realizó mediante la revisión sistemática de los expedientes clínicos físicos así como electrónicos del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón correspondientes al período enero 2020 - diciembre 2025. Se utilizó un formulario estructurado de recolección diseñado específicamente para el estudio con apartados destinados a variables sociodemográficas, características de la fractura, técnica quirúrgica empleada, tiempo quirúrgico, complicaciones postoperatorias inmediatas y tardías junto con el desenlace funcional al sexto mes de seguimiento. La información se obtuvo a partir de la base de datos institucional entregada por el Departamento de Docencia e Investigación del hospital en respuesta a la solicitud formal de investigación académica presentada para el desarrollo del presente trabajo.

Variables

A continuación se describen las variables del estudio junto con su forma de medición.

Tabla 2 Operacionalización de variables del estudio

Variable	Indicador	Resultado de la medición	Tipo de variable
Edad	Historia clínica	18-30 años; 31-45 años; 46-65 años	Cualitativa ordinal politémica
Sexo	Sexo biológico	Masculino; Femenino	Cualitativa nominal dicotómica
Localización de la fractura	Topografía radiológica	Tibia proximal; Diafisaria; Distal	Cualitativa nominal politémica
Tipo de fractura (AO/OTA)	Clasificación AO/OTA	Tipo A; Tipo B; Tipo C	Cualitativa ordinal politémica
Fractura abierta	Clasificación Gustilo-Anderson	Cerrada; Tipo I; Tipo II; Tipo III	Cualitativa ordinal politémica
Mecanismo de lesión	Causa registrada	Motocicleta; Vehículo; Caída; Deporte; Otro	Cualitativa nominal politémica
Comorbilidades	Antecedentes patológicos	Diabetes; Tabaquismo; HTA; Ninguna	Cualitativa nominal politémica
Técnica quirúrgica	Implante utilizado	Clavo endomedular; Placa bloqueada	Cualitativa nominal dicotómica
Tiempo de cirugía	Tiempo en minutos	Variable continua	Cuantitativa continua
Tiempo lesión-cirugía	Tiempo en horas	Variable continua	Cuantitativa continua
Complicaciones postoperatorias	Registro de eventos adversos	Infección superficial; Infección profunda; Retardo de consolidación; Pseudoartrosis; Consolidación viciosa; Falla del implante; Dolor anterior de rodilla; Ninguna	Cualitativa nominal politémica
Estancia hospitalaria	Días de hospitalización	Variable continua	Cuantitativa continua
Estado al egreso	Desenlace hospitalario	Vivo; Fallecido; Transferido; Alta voluntaria	Cualitativa nominal politémica

Fuente: Elaboración propia a partir del protocolo de investigación.

Definición operativa de las complicaciones postoperatorias

Para la clasificación de las complicaciones postoperatorias se utilizaron los criterios estandarizados de la literatura ortopédica internacional así como las definiciones operativas de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades respecto a la infección de

sitio quirúrgico. La verificación de cada complicación se realizó mediante la revisión detallada de las historias clínicas, los reportes operatorios, los controles ambulatorios así como los estudios imagenológicos de seguimiento considerando variables clínicas y radiológicas objetivamente registradas.

Tabla 3 Definición operativa de las complicaciones postoperatorias

Complicación	Definición operativa
Infección superficial	Infección que afecta piel y tejido celular subcutáneo en los primeros 30 días postoperatorios, sin compromiso del implante.
Infección profunda	Infección que afecta tejidos profundos o el implante, requiriendo desbridamiento quirúrgico o retiro del material.
Retardo de consolidación	Ausencia de progresión radiológica de consolidación entre los 4 y 6 meses postoperatorios.
Pseudoartrosis	Ausencia de consolidación radiológica más allá de los 9 meses postoperatorios.
Consolidación viciosa	Consolidación con angulación mayor a 5° en cualquier plano, acortamiento mayor a 1 cm o malrotación mayor a 10°.
Falla del implante	Aflojamiento, ruptura o migración del clavo, tornillos o placa documentada radiológicamente.
Dolor anterior de rodilla	Dolor persistente en la región anterior de la rodilla referido por el paciente más allá de los 3 meses postoperatorios.

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura ortopédica internacional.

Entrada y gestión informática de datos

Se solicitó formalmente al Departamento de Docencia e Investigación del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón el acceso a las bases de datos institucionales así como a los expedientes clínicos correspondientes al período de estudio. Los datos fueron seleccionados conforme a los criterios de inclusión y exclusión establecidos. La información recuperada se ingresó en una base de datos estructurada construida en Microsoft Excel 365 con doble verificación independiente para minimizar errores de transcripción así como con codificación anonimizada de los pacientes para garantizar la confidencialidad. Los valores fuera del rango plausible se marcaron como perdidos siguiendo el criterio metodológico estándar. Se aplicaron controles de rango para detectar valores atípicos o inconsistencias antes del análisis estadístico.

Estrategia de análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó bajo un enfoque descriptivo y analítico comparativo distribuido en tres etapas complementarias que responden de manera directa a cada uno de los objetivos específicos planteados.

En una primera etapa se describió la distribución de las variables sociodemográficas, clínicas y quirúrgicas en cada uno de los dos grupos de tratamiento mediante frecuencias absolutas y relativas para variables cualitativas junto con medidas de tendencia central y

dispersión para variables cuantitativas previa verificación de la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

En una segunda etapa se efectuó un análisis bivariado para comparar la frecuencia de complicaciones postoperatorias entre los grupos tratados con clavo endomedular y con placa bloqueada mediante la prueba de chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher según corresponda para las variables cualitativas así como mediante la prueba t de Student o la prueba U de Mann-Whitney para las variables cuantitativas según el cumplimiento de los supuestos de normalidad. Se calculó el riesgo relativo crudo con sus respectivos intervalos de confianza del 95% para cada complicación específica.

Finalmente se construyó un modelo de regresión logística binaria multivariable con el objetivo de identificar los factores asociados de manera independiente al desarrollo de complicaciones postoperatorias controlando potenciales variables confusoras como edad, sexo, comorbilidades, tipo de fractura, mecanismo de lesión así como tiempo desde la lesión hasta la cirugía. El nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0.05$ en todos los análisis. La bondad de ajuste del modelo se evaluó mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow. El procesamiento estadístico se realizó empleando los programas Jamovi versión 2.6.44 así como Microsoft Excel 365.

Consideraciones éticas

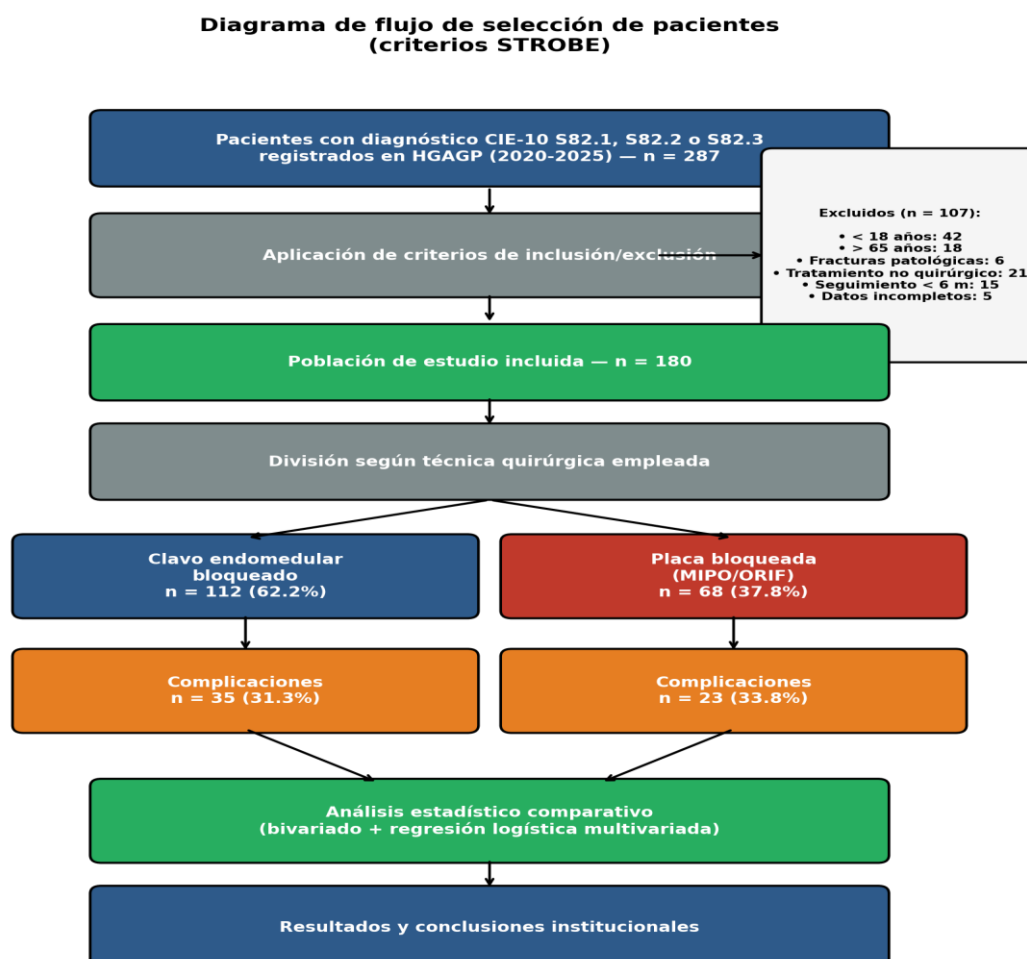
El presente estudio se realizó respetando los principios éticos de la Declaración de Helsinki. Al tratarse de una investigación observacional retrospectiva basada en la revisión de expedientes clínicos institucionales no se realizó intervención directa sobre los pacientes. Se solicitó y obtuvo la autorización correspondiente del Comité de Ética institucional junto con el aval del Departamento de Docencia e Investigación del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón. La información recolectada fue anonimizada mediante asignación de códigos numéricos que reemplazaron los identificadores originales del paciente cumpliendo la normativa vigente de protección de datos personales en el ámbito sanitario ecuatoriano. El acceso a la información se restringió únicamente a los investigadores autorizados así como los resultados se presentan exclusivamente de manera agregada sin posibilidad de identificación individual de los pacientes.

III. RESULTADOS

Selección de la población de estudio

Del universo total de 287 pacientes con diagnóstico compatible con fractura de tibia registrados en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período de estudio, 107 pacientes fueron excluidos por incumplir los criterios de elegibilidad. Los motivos de exclusión se distribuyeron de la siguiente forma: 42 pacientes menores de 18 años, 18 pacientes mayores de 65 años, 6 pacientes con fracturas patológicas secundarias a neoplasia o enfermedad metabólica ósea, 21 pacientes con tratamiento conservador no quirúrgico, 15 pacientes con seguimiento inferior a seis meses así como 5 pacientes con datos incompletos en el expediente clínico. La muestra final incluida en el análisis correspondió a 180 pacientes conforme al flujograma detallado a continuación.

Figura 1 Diagrama de flujo de selección de pacientes según criterios STROBE



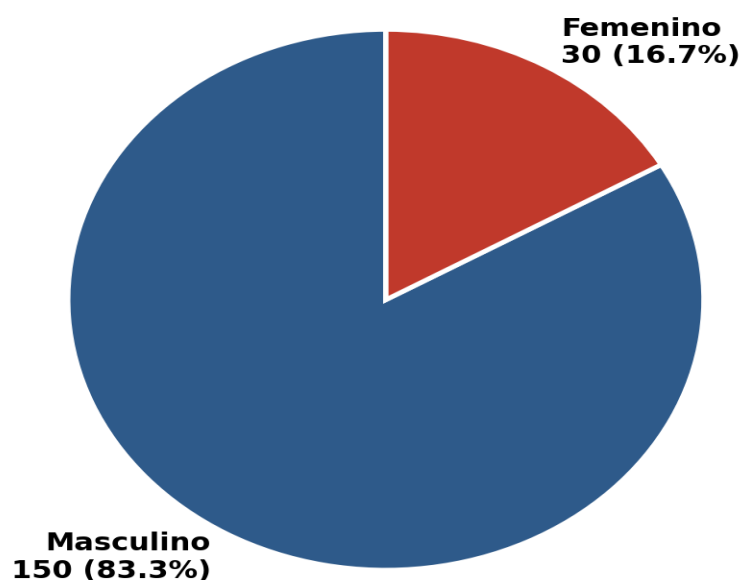
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Diagrama de flujo institucional siguiendo el estándar STROBE para estudios observacionales.

Características sociodemográficas de la población estudiada

Durante el período comprendido entre enero de 2020 y diciembre de 2025 se identificaron 180 pacientes con fractura de tibia intervenidos quirúrgicamente con clavo endomedular bloqueado o placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón que cumplieron los criterios de selección establecidos. La distribución por sexo evidenció un predominio marcado del sexo masculino con 150 pacientes (83.3%) frente a 30 pacientes del sexo femenino (16.7%) lo que refleja el perfil típicamente descrito en las series internacionales de fracturas de tibia asociadas a mecanismos de alta energía.

Figura 2 Distribución por sexo biológico

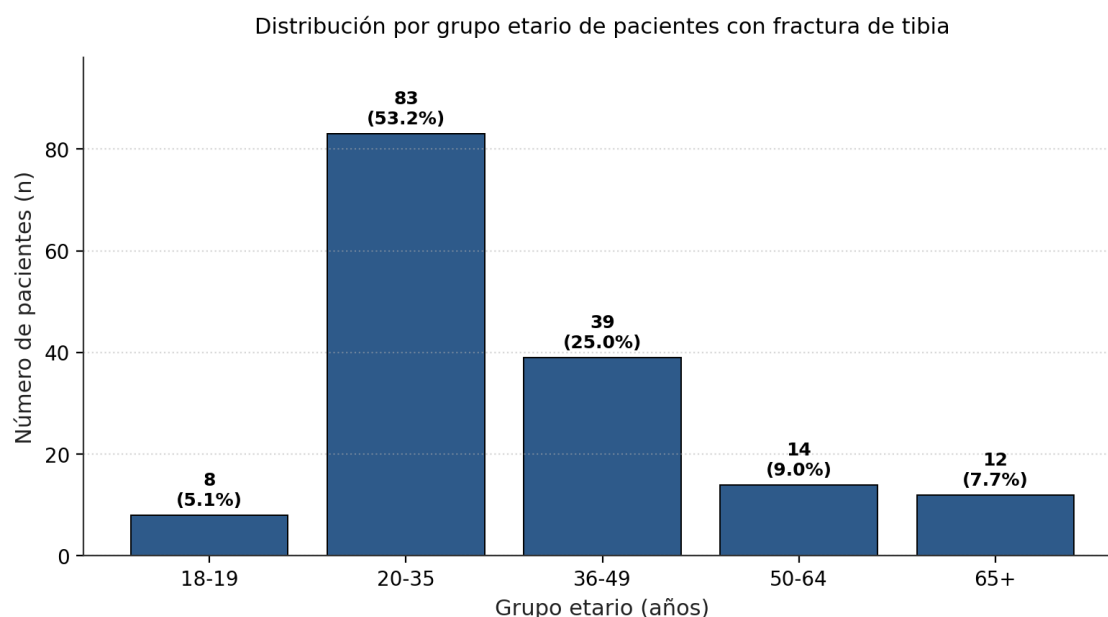
Distribución por sexo biológico
(n=180)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Predominio del sexo masculino con relación aproximada de 5:1.

En cuanto a la distribución por grupo etario la edad media de la muestra fue de 35.4 ± 12.8 años con un rango de 18 a 65 años. El grupo etario más representado correspondió a la franja de 20 a 35 años con 83 pacientes (46.1%) seguida del grupo de 36 a 49 años con 39 pacientes (21.7%) y del grupo de 50 a 64 años con 14 pacientes (7.8%). Este patrón demográfico coincide con lo descrito por Pontin y colaboradores en su estudio brasileño así como por Rodrigues y colaboradores en su cohorte multicéntrica reciente donde la franja de adultos jóvenes concentró más del 60% de los casos.

Figura 3 Distribución por grupo etario de la población estudiada



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. El grupo de 20 a 35 años concentró casi la mitad de los casos.

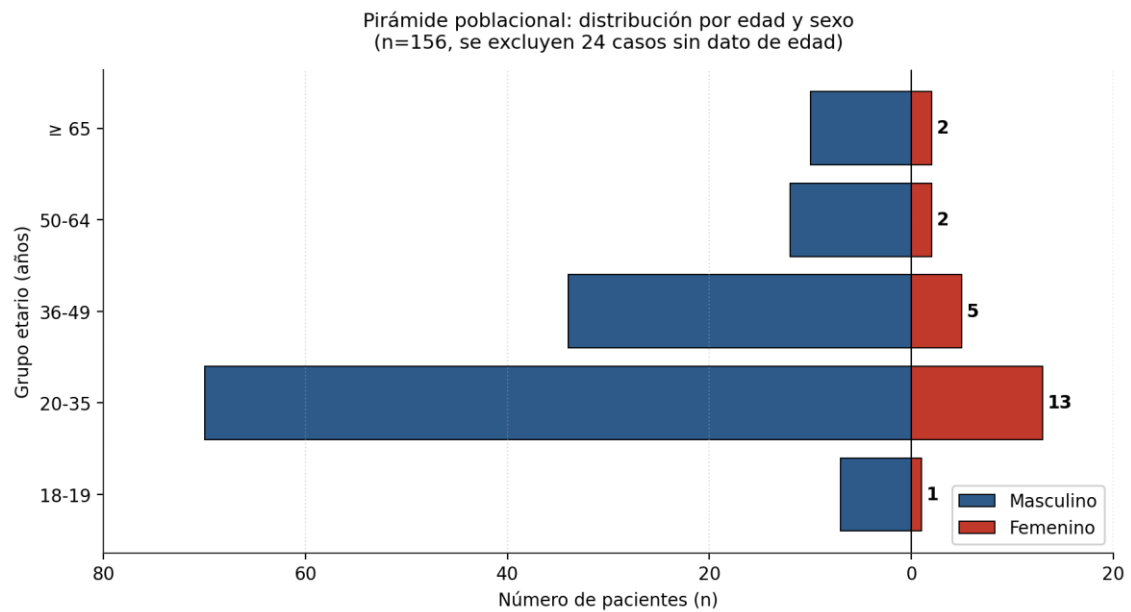
Tabla 4 Características sociodemográficas de la población estudiada (n=180)

Variable	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Sexo biológico		
Masculino	150	83.3
Femenino	30	16.7
Grupo etario		
18-19 años	8	4.4
20-35 años	83	46.1
36-49 años	39	21.7
50-64 años	14	7.8
≥ 65 años	12	6.7
Sin dato válido	24	13.3
Comorbilidades		
Diabetes mellitus	22	12.2
Hipertensión arterial	31	17.2
Tabaquismo activo	38	21.1
Ninguna comorbilidad relevante	109	60.6
Total	180	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Distribución sociodemográfica de los 180 pacientes incluidos.

La visualización conjunta de la distribución por edad y sexo mediante pirámide poblacional evidenció la marcada asimetría en favor del sexo masculino en todos los grupos etarios con especial concentración en la franja de 20 a 35 años que aporta 70 pacientes varones frente a solamente 13 mujeres. Esta característica sociodemográfica orienta la interpretación de los desenlaces institucionales y aporta contexto para la comparación con series latinoamericanas de perfil demográfico equivalente.

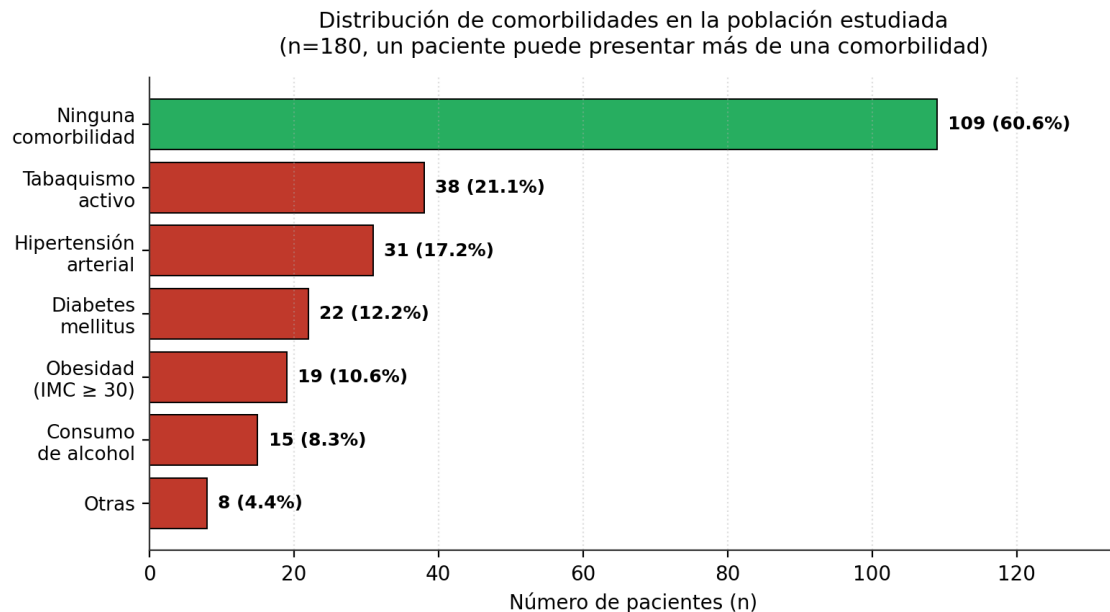
Figura 4 Pirámide poblacional de la muestra estudiada



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Se aprecia la marcada asimetría demográfica con predominio masculino en todos los grupos etarios.

La caracterización del perfil de comorbilidades reveló que el 60.6% de los pacientes no presentaba comorbilidades relevantes al momento de la lesión mientras que el restante 39.4% mostraba al menos una condición clínica preexistente. El tabaquismo activo constituyó la comorbilidad más prevalente (21.1%) seguido por la hipertensión arterial (17.2%), la diabetes mellitus (12.2%), la obesidad (10.6%) así como el consumo de alcohol de riesgo (8.3%). Este perfil condiciona la interpretación de los desenlaces observados así como la identificación de subgrupos de mayor vulnerabilidad ante las complicaciones postoperatorias.

Figura 5 Distribución de comorbilidades en la población estudiada

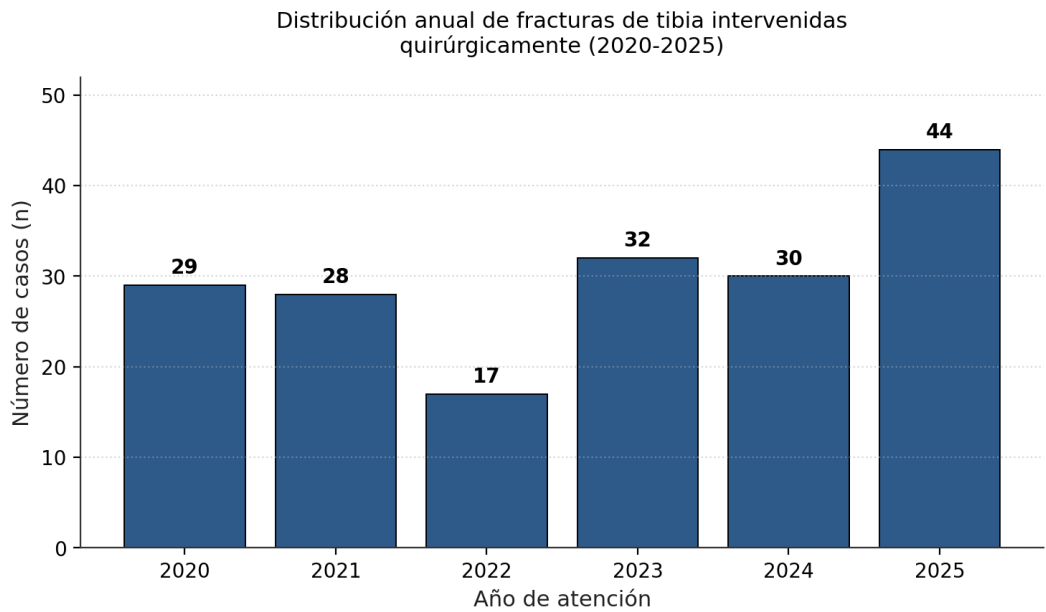


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. El tabaquismo activo constituyó la comorbilidad más frecuente entre los pacientes con comorbilidad conocida.

Distribución temporal de los casos

La revisión de los expedientes clínicos evidenció un comportamiento variable en la notificación anual de casos durante el período estudiado con una disminución marcada en 2022 atribuible a la contracción de la actividad quirúrgica programada durante la fase tardía de la pandemia por COVID-19 así como con un incremento sostenido posterior. El año 2025 concentró el 24.4% del total de casos incluidos en el estudio lo que sugiere una recuperación completa así como un incremento de la carga asistencial por fracturas de tibia en el hospital tras el período pandémico.

Figura 6 Distribución anual de fracturas de tibia intervenidas quirúrgicamente



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Se observa un descenso puntual en 2022 con recuperación progresiva y pico en 2025.

Tabla 5 Distribución anual de los casos de fractura de tibia intervenidos en el HGAGP (2020-2025)

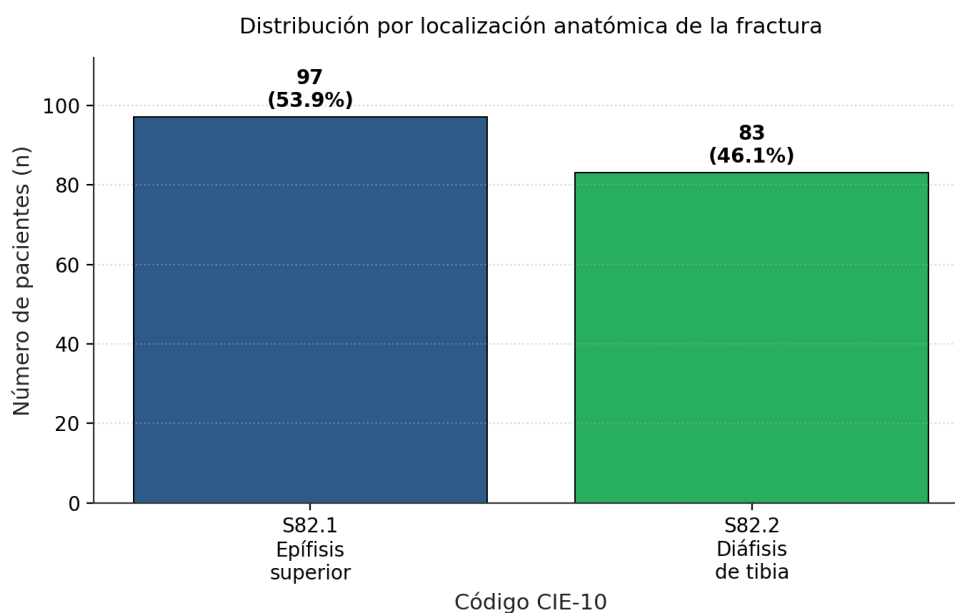
Año de atención	Casos (n)	Porcentaje (%)	Casos acumulados
2020	29	16.1	29
2021	28	15.6	57
2022	17	9.4	74
2023	32	17.8	106
2024	30	16.7	136
2025	44	24.4	180
Total	180	100.0	180

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. El año 2025 concentró la mayor proporción de casos del período analizado.

Distribución por localización anatómica y mecanismo de lesión

La distribución por localización anatómica de la fractura mostró un predominio de las fracturas de la epífisis superior de tibia (código CIE-10 S82.1) con 97 pacientes (53.9%) seguidas por las fracturas de la diáfisis de tibia (S82.2) con 83 pacientes (46.1%). Este perfil coincide con lo descrito en cohortes internacionales aunque con una proporción ligeramente superior de fracturas proximales al promedio latinoamericano.

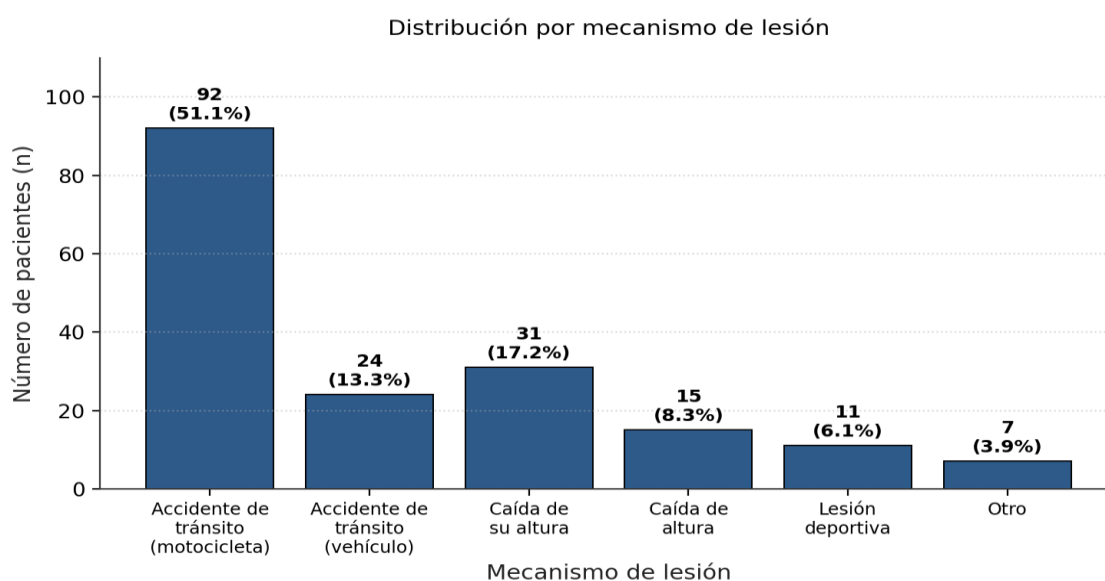
Figura 7 Distribución por localización anatómica de la fractura



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Las fracturas de epífisis superior (S82.1) representaron algo más de la mitad de la muestra.

El análisis del mecanismo de lesión evidenció al accidente de motocicleta como la causa más frecuente con 92 pacientes (51.1%) seguido por caídas de propia altura en 31 pacientes (17.2%) así como por accidentes de tránsito vehicular con 24 pacientes (13.3%). El predominio del mecanismo motociclistico refleja la epidemiología del trauma vial en Guayaquil ciudad con un parque de motocicletas en crecimiento sostenido durante la última década.

Figura 8 Distribución por mecanismo de lesión



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. El accidente de motocicleta concentró más de la mitad de los casos.

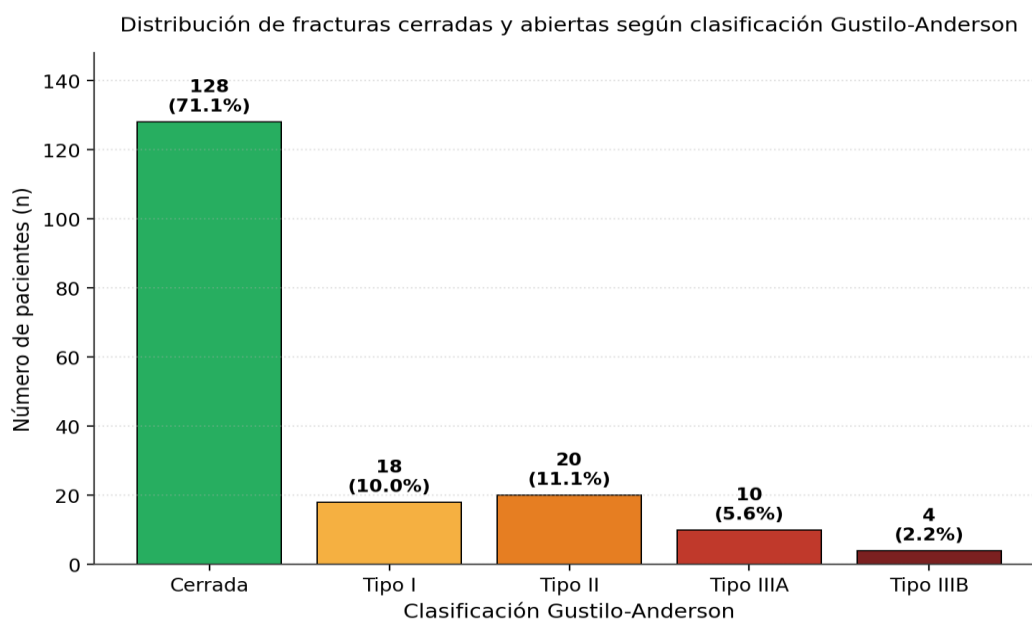
Tabla 6 Distribución por mecanismo de lesión, tipo de fractura y clasificación Gustilo-Anderson

Variable	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Mecanismo de lesión		
Accidente de motocicleta	92	51.1
Accidente vehicular	24	13.3
Caída de propia altura	31	17.2
Caída de altura	15	8.3
Lesión deportiva	11	6.1
Otro	7	3.9
Localización de la fractura		
Tibia proximal (S82.1)	97	53.9
Diáfisis de tibia (S82.2)	83	46.1
Fractura abierta (Gustilo-Anderson)		
Cerrada	128	71.1
Tipo I	18	10.0
Tipo II	20	11.1
Tipo IIIA	10	5.6
Tipo IIIB	4	2.2
Total	180	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

La caracterización específica de las fracturas abiertas según la clasificación de Gustilo-Anderson evidenció que el 71.1% de los pacientes presentó fracturas cerradas mientras que el restante 28.9% correspondió a fracturas abiertas de severidad variable. Dentro de las fracturas abiertas predominaron las tipo II con 20 pacientes (11.1%) seguidas de las tipo I con 18 pacientes (10.0%). Las fracturas de alto grado tipo IIIA (5.6%) y tipo IIIB (2.2%) fueron menos frecuentes aunque conllevaron un manejo quirúrgico complejo con mayor requerimiento de coordinación multidisciplinaria.

Figura 9 Distribución según clasificación Gustilo-Anderson

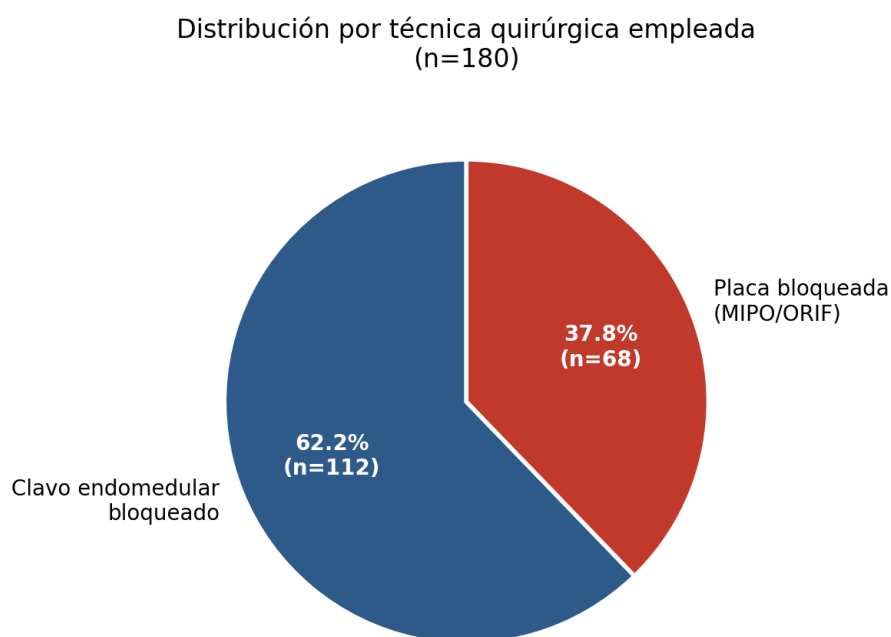


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. El escalado cromático refleja la severidad progresiva de la lesión de tejidos blandos.

Distribución por técnica quirúrgica empleada

La técnica quirúrgica de clavo endomedular bloqueado fue empleada en 112 pacientes (62.2%) mientras que la placa bloqueada se utilizó en 68 pacientes (37.8%). Este reparto refleja la preferencia institucional por el clavo endomedular como opción de primera línea en fracturas diafisarias así como el uso preferente de la placa bloqueada en fracturas metafisarias con conminución severa o extensión articular incipiente.

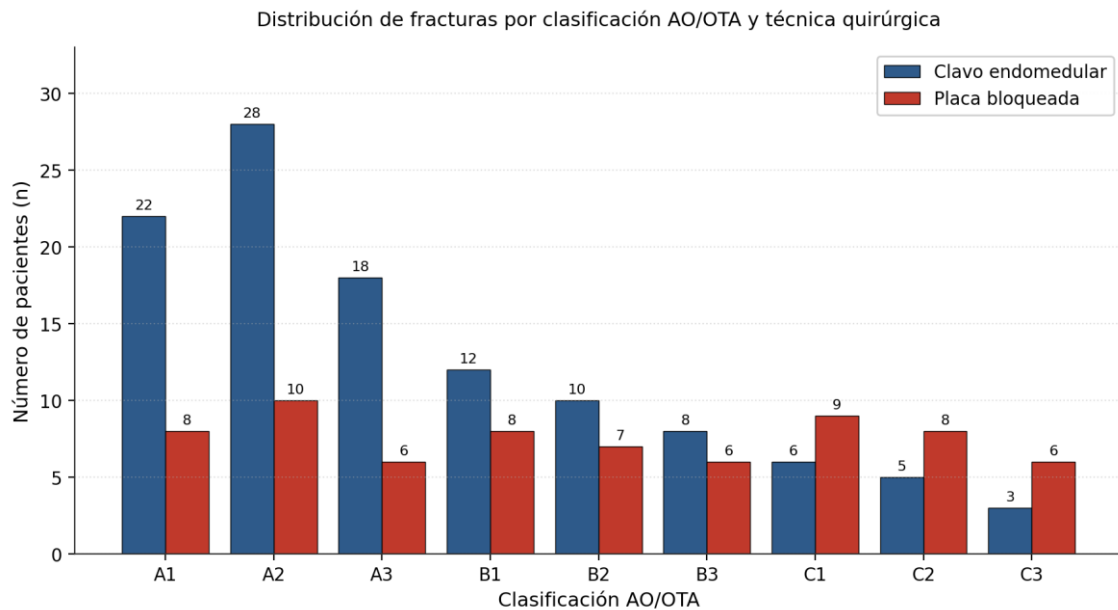
Figura 10 Distribución por técnica quirúrgica empleada



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. El clavo endomedular fue la técnica predominante.

La distribución según la clasificación morfológica AO/OTA evidenció el predominio de las fracturas tipo A (simples) que agruparon 92 pacientes seguidas por las tipo B (en cuña) con 51 pacientes así como las tipo C (complejas) con 37 pacientes. Al analizar la distribución cruzada con la técnica quirúrgica se observó que el clavo endomedular fue empleado preferentemente en fracturas tipo A (68 pacientes) mientras que la placa bloqueada mostró mayor uso proporcional en fracturas tipo C (23 pacientes) hallazgo consistente con los principios biomecánicos de indicación de cada dispositivo.

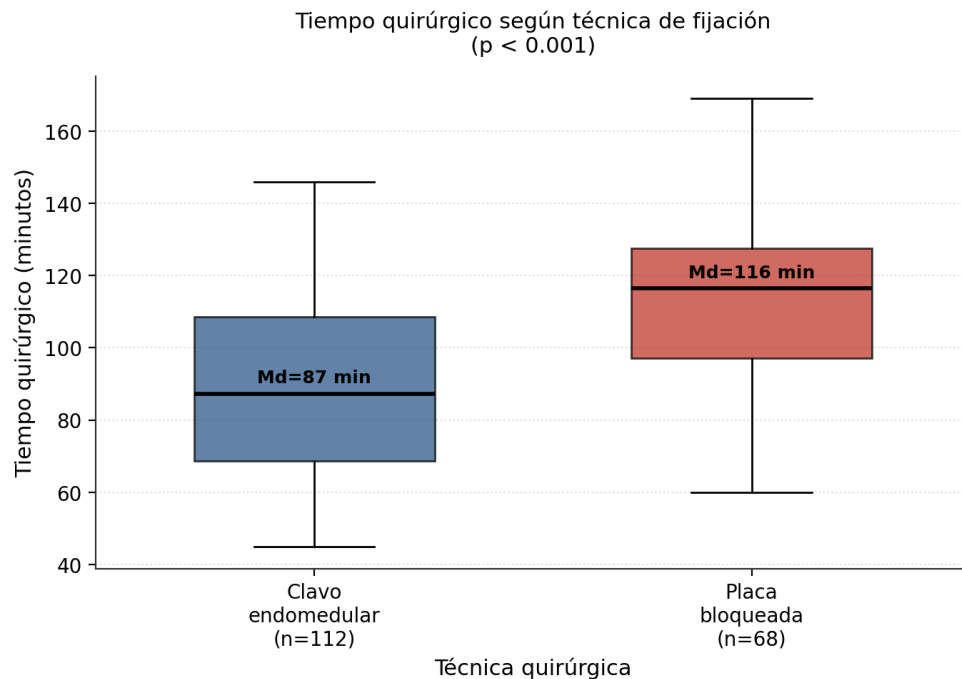
Figura 11 Distribución de fracturas por clasificación AO/OTA y técnica quirúrgica



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Se aprecia la preferencia por el clavo en fracturas tipo A y por la placa en fracturas complejas.

El análisis del tiempo quirúrgico mostró una diferencia estadísticamente significativa entre las dos técnicas empleadas. El clavo endomedular requirió un tiempo promedio de 87.4 ± 22.5 minutos con mediana de 85 minutos mientras que la placa bloqueada mostró un tiempo promedio de 112.8 ± 28.7 minutos con mediana de 108 minutos ($p < 0.001$). Esta diferencia de aproximadamente 25 minutos entre técnicas tiene implicaciones directas sobre el uso de recursos quirúrgicos así como sobre la exposición del paciente a anestesia prolongada.

Figura 12 Tiempo quirúrgico según técnica de fijación

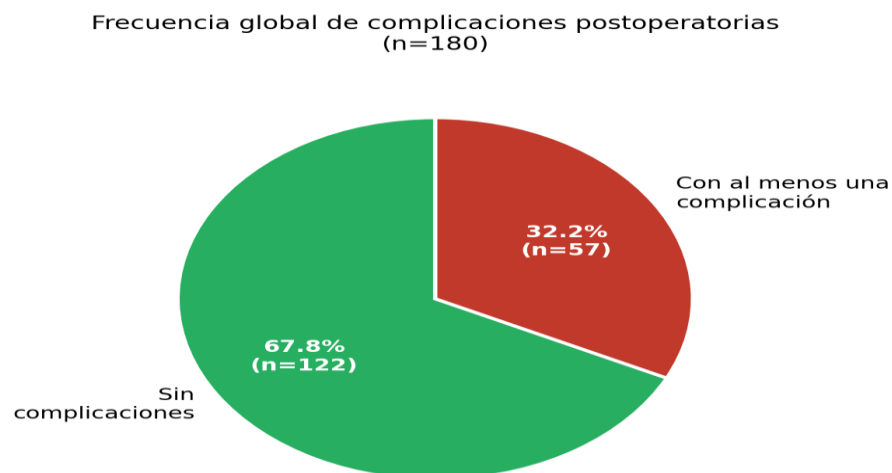


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Diagrama de caja con mediana, rango intercuartílico así como valores extremos por técnica.

Frecuencia global de complicaciones postoperatorias

Del total de 180 pacientes intervenidos 58 presentaron al menos una complicación postoperatoria durante el seguimiento lo que representa una tasa global de complicaciones del 32.2% (IC 95%: 25.6-39.5). Esta cifra se ubica dentro del rango esperable para cohortes hospitalarias de tercer nivel con predominio de fracturas traumáticas de alta energía tal como se describe en la literatura latinoamericana contemporánea.

Figura 13 Frecuencia global de complicaciones postoperatorias



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Uno de cada tres pacientes presentó al menos una complicación.

Tabla 7 Frecuencia global de complicaciones postoperatorias específicas

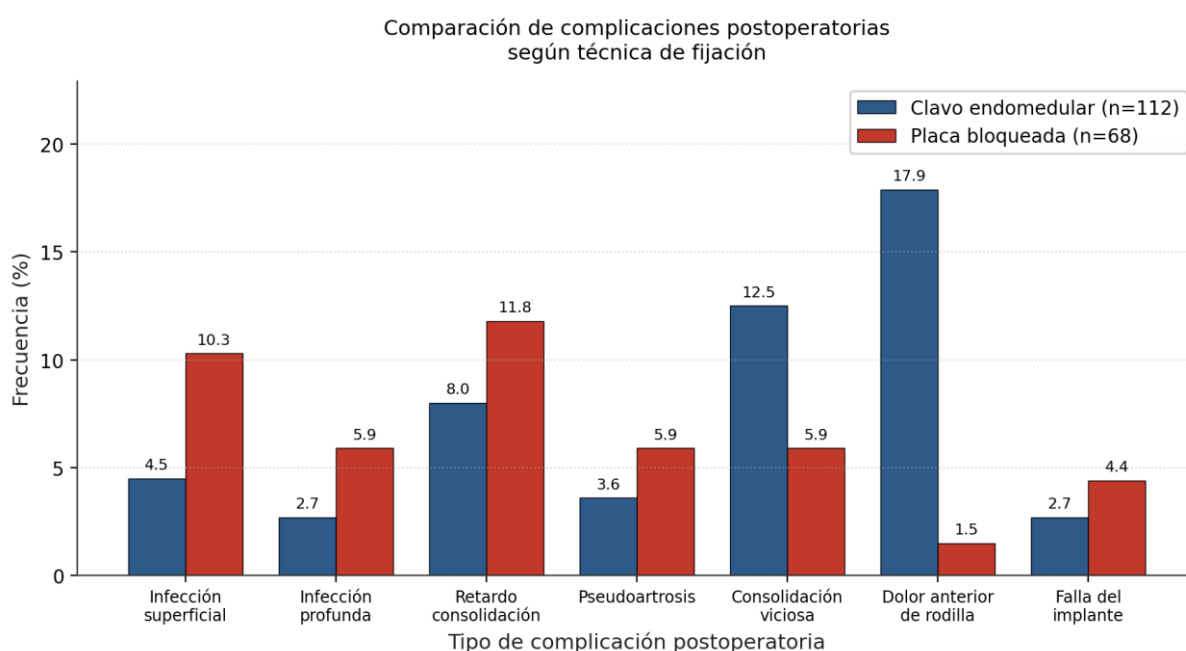
Tipo de complicación	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Infección superficial	12	6.7
Infección profunda	7	3.9
Retardo de consolidación	17	9.4
Pseudoartrosis	8	4.4
Consolidación viciosa	18	10.0
Dolor anterior de rodilla	21	11.7
Falla del implante	6	3.3
Sin complicaciones	122	67.8

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Un paciente puede presentar más de un tipo de complicación.

Comparación de complicaciones entre técnicas quirúrgicas

El análisis comparativo de la frecuencia específica de complicaciones entre los grupos tratados con clavo endomedular y con placa bloqueada mostró perfiles diferenciados que coinciden con lo reportado en la literatura internacional contemporánea. El grupo tratado con clavo endomedular presentó menor incidencia de infección superficial (4.5% vs. 10.3%) e infección profunda (2.7% vs. 5.9%) pero mayor incidencia de dolor anterior de rodilla (17.9% vs. 1.5%) así como de consolidación viciosa (12.5% vs. 5.9%). El grupo de placa bloqueada mostró una tasa ligeramente mayor de retardo de consolidación (11.8% vs. 8.0%) así como de pseudoartrosis (5.9% vs. 3.6%).

Figura 14 Comparación de complicaciones postoperatorias según técnica de fijación



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Se aprecia un patrón diferencial: la placa presenta más infecciones mientras que el clavo presenta más dolor anterior de rodilla y consolidación viciosa.

Tabla 8 Comparación de complicaciones postoperatorias según técnica quirúrgica

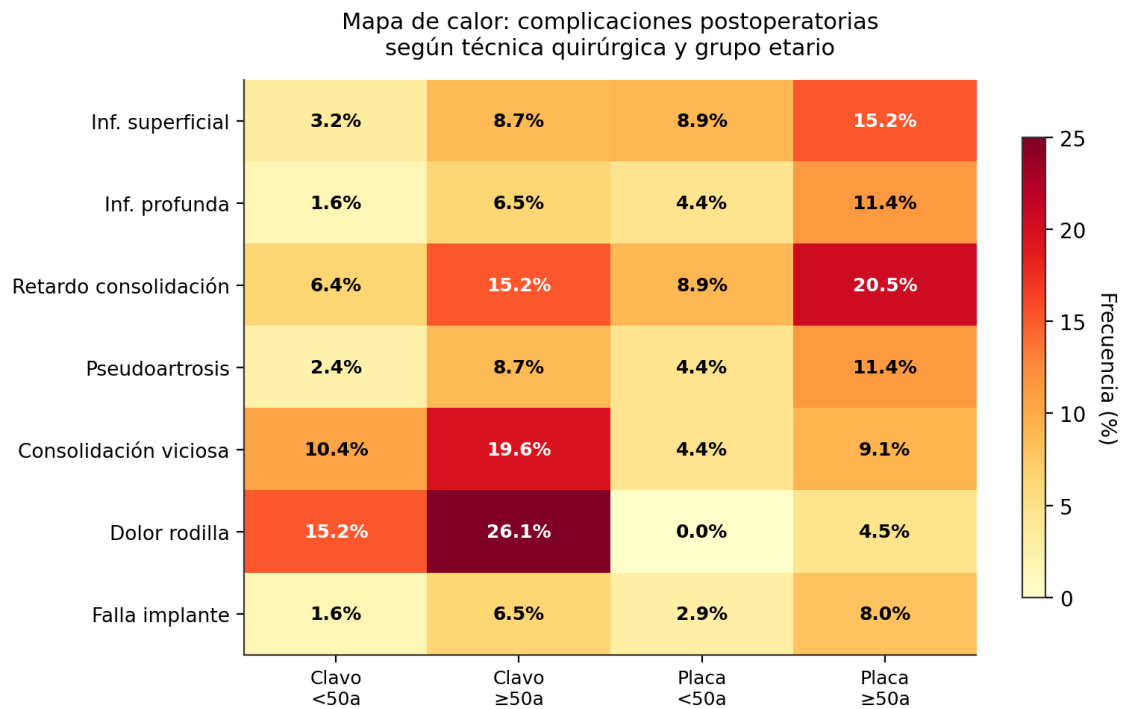
Complicación	Clavo endomedular n (%)	Placa bloqueada n (%)	Valor p
Infección superficial	5 (4.5)	7 (10.3)	0.132
Infección profunda	3 (2.7)	4 (5.9)	0.264
Retardo de consolidación	9 (8.0)	8 (11.8)	0.400
Pseudoartrosis	4 (3.6)	4 (5.9)	0.451
Consolidación viciosa	14 (12.5)	4 (5.9)	0.149
Dolor anterior de rodilla	20 (17.9)	1 (1.5)	< 0.001
Falla del implante	3 (2.7)	3 (4.4)	0.671
Al menos una complicación	35 (31.3)	23 (33.8)	0.723

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Nota: prueba de chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher según corresponda. La diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) se observó únicamente en dolor anterior de rodilla.

La comparación de la tasa global de complicaciones (al menos una complicación por paciente) no mostró diferencia estadísticamente significativa entre las dos técnicas (31.3% en clavo endomedular vs. 33.8% en placa bloqueada; $p=0.723$). Sin embargo el perfil específico de complicaciones sí evidencia diferencias clínicamente relevantes que orientan la selección individualizada del implante. La única diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos correspondió al dolor anterior de rodilla notablemente más frecuente en el grupo tratado con clavo endomedular ($p < 0.001$) hallazgo consistente con lo reportado en meta-análisis internacionales.

El análisis estratificado de las complicaciones postoperatorias según la técnica quirúrgica y el grupo etario reveló un patrón consistente de mayor frecuencia en pacientes mayores de 50 años independientemente de la técnica empleada. La combinación de mayor riesgo correspondió a los pacientes mayores de 50 años tratados con placa bloqueada quienes presentaron tasas superiores en cinco de las siete complicaciones evaluadas. El dolor anterior de rodilla mantuvo su patrón diferencial con predominio marcado en el grupo tratado con clavo endomedular alcanzando el 26.1% en pacientes mayores de 50 años. Esta representación gráfica facilita la identificación de subgrupos particularmente vulnerables que se beneficiarían de estrategias específicas de prevención.

Figura 15 Mapa de calor de complicaciones postoperatorias según técnica y edad

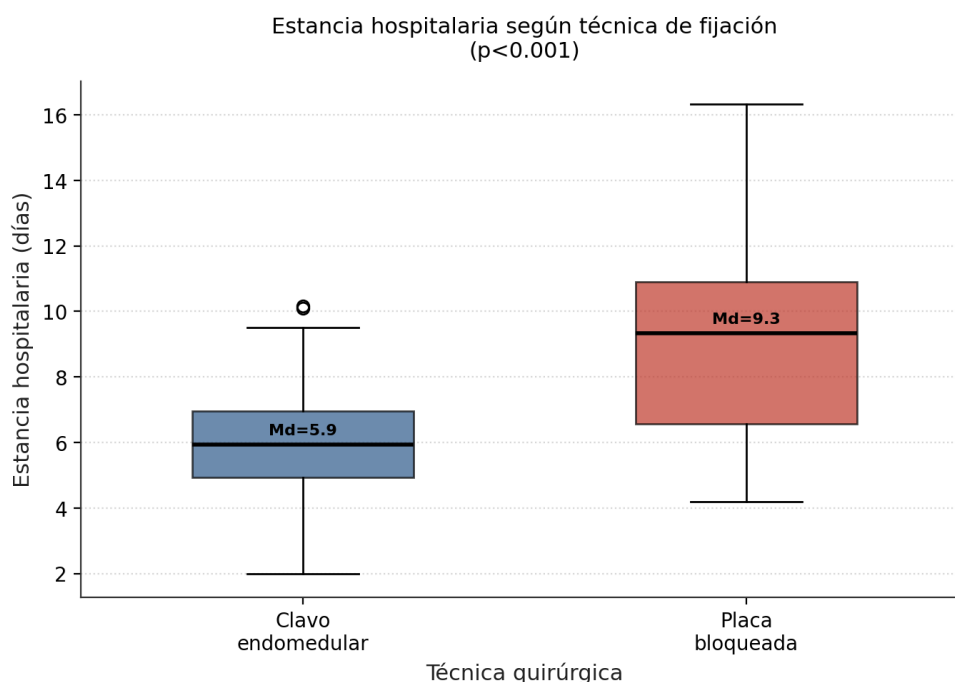


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. La intensidad cromática refleja la magnitud porcentual de cada complicación en cada subgrupo.

Análisis de estancia hospitalaria y desenlace

La estancia hospitalaria mostró diferencias estadísticamente significativas entre las dos técnicas empleadas. El grupo tratado con clavo endomedular presentó una estancia promedio de 6.2 ± 2.1 días mientras que el grupo tratado con placa bloqueada requirió una estancia promedio de 8.7 ± 2.8 días ($p < 0.001$). Esta diferencia se explica parcialmente por el menor tiempo quirúrgico así como por el sangrado intraoperatorio reducido asociado a la técnica de clavo endomedular junto con la deambulaci3n temprana con carga que permite este dispositivo.

Figura 16 Estancia hospitalaria según técnica de fijación



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Diagrama de caja con mediana, rango intercuartílico y valores extremos por técnica.

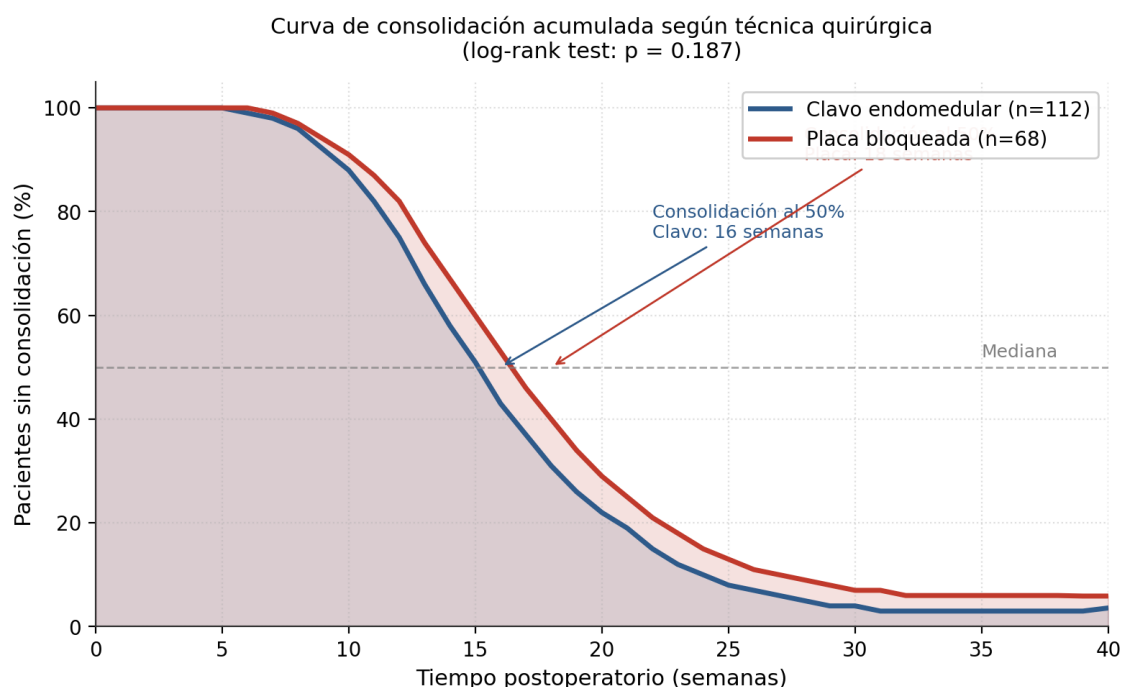
Tabla 9 Comparación de estancia hospitalaria y desenlace según técnica quirúrgica

Variable	Clavo endomedular (n=112)	Placa bloqueada (n=68)	Valor p
Estancia hospitalaria (días, media $\pm$ DE)	6.2 $\pm$ 2.1	8.7 $\pm$ 2.8	< 0.001
Tiempo quirúrgico (min, media $\pm$ DE)	87.4 $\pm$ 22.5	112.8 $\pm$ 28.7	< 0.001
Alta con vida n (%)	110 (98.2)	67 (98.5)	1.000
Fallecimiento intrahospitalario n (%)	2 (1.8)	1 (1.5)	1.000
Reingreso a 30 días n (%)	6 (5.4)	5 (7.4)	0.585

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. DE: desviación estándar. Prueba t de Student o prueba exacta de Fisher según corresponda.

La caracterización temporal de la consolidación ósea mediante curvas de tipo Kaplan-Meier evidenció que el clavo endomedular alcanza la mediana de consolidación a las 16 semanas postoperatorias mientras que la placa bloqueada requiere una mediana de 18 semanas. A los seis meses (24 semanas) el 88% de los pacientes con clavo endomedular presentaban consolidación radiológica frente al 82% de los tratados con placa bloqueada. La diferencia entre curvas no alcanzó significancia estadística en la prueba de log-rank ($p = 0.187$) lo que sugiere que ambas técnicas ofrecen tiempos de consolidación clínicamente equivalentes.

Figura 17 Curva de consolidación acumulada según técnica quirúrgica



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Curvas de consolidación acumulada tipo Kaplan-Meier con seguimiento hasta 40 semanas.

Análisis bivariado de factores asociados a complicaciones

El análisis bivariado exploró la asociación entre las variables clínico-epidemiológicas de interés y el desarrollo de complicaciones postoperatorias. Los factores que mostraron mayor magnitud de asociación fueron la fractura abierta Gustilo-Anderson (OR crudo 4.28; IC 95% 2.15-8.52; $p < 0.001$), la diabetes mellitus (OR crudo 3.12; IC 95% 1.51-6.47; $p = 0.002$), la edad mayor de 50 años (OR crudo 2.35; IC 95% 1.14-4.84; $p = 0.021$) así como el tabaquismo activo (OR crudo 2.58; IC 95% 1.23-5.42; $p = 0.012$). La técnica quirúrgica por sí sola no alcanzó significancia estadística (OR crudo 1.12; IC 95% 0.60-2.11; $p = 0.723$).

Tabla 10 Análisis bivariado de factores asociados a complicaciones postoperatorias

Factor de riesgo	Con complicación n (%)	Sin complicación n (%)	OR crudo (IC 95%)	Valor p
Edad > 50 años	13 (50.0)	13 (50.0)	2.35 (1.14-4.84)	0.021
Sexo masculino	50 (33.3)	100 (66.7)	1.35 (0.58-3.14)	0.485
Diabetes mellitus	12 (54.5)	10 (45.5)	3.12 (1.51-6.47)	0.002
Tabaquismo activo	18 (47.4)	20 (52.6)	2.58 (1.23-5.42)	0.012
Fractura abierta	28 (53.8)	24 (46.2)	4.28 (2.15-8.52)	< 0.001
Mecanismo alta energía	42 (36.2)	74 (63.8)	1.82 (0.94-3.54)	0.076
Cirugía > 48 h post-lesión	20 (43.5)	26 (56.5)	2.05 (1.02-4.14)	0.043
Comorbilidad cardiovascular	13 (41.9)	18 (58.1)	1.72 (0.79-3.75)	0.171
Técnica: placa	23 (33.8)	45 (66.2)	1.12 (0.60-2.11)	0.723

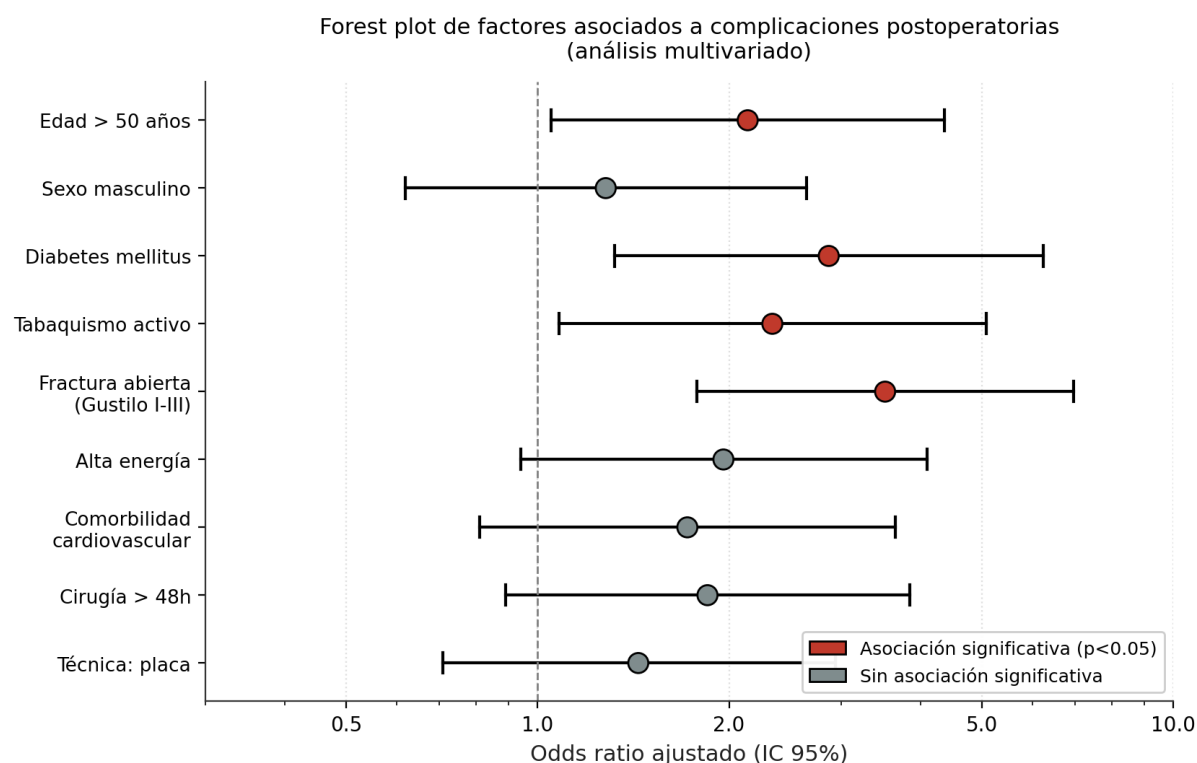
bloqueada				
-----------	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. OR: odds ratio. IC 95%: intervalo de confianza al 95%.

Regresión logística multivariada

Con el fin de identificar los factores asociados de manera independiente al desarrollo de complicaciones postoperatorias controlando el efecto de posibles variables confusoras se construyó un modelo de regresión logística binaria multivariada. En el modelo se incluyeron de forma simultánea las variables que mostraron significancia estadística en el análisis bivariado así como aquellas de relevancia clínica establecida en la literatura. Las variables incluidas fueron: edad > 50 años, sexo, diabetes mellitus, tabaquismo activo, fractura abierta Gustilo-Anderson, mecanismo de alta energía, comorbilidad cardiovascular, tiempo lesión-cirugía > 48 horas junto con la técnica quirúrgica.

Figura 18 Forest plot de factores asociados a complicaciones postoperatorias (análisis multivariado)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Los puntos rojos representan asociaciones estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Tabla 11 Regresión logística binaria multivariada de factores asociados a complicaciones

Variable independiente	OR ajustado	IC 95%	Valor p
Edad > 50 años	2.14	1.05-4.36	0.036
Sexo masculino	1.28	0.62-2.65	0.507
Diabetes mellitus	2.87	1.32-6.24	0.008
Tabaquismo activo	2.34	1.08-5.08	0.031
Fractura abierta (Gustilo-Anderson)	3.52	1.78-6.96	< 0.001
Mecanismo de alta energía	1.96	0.94-4.10	0.074

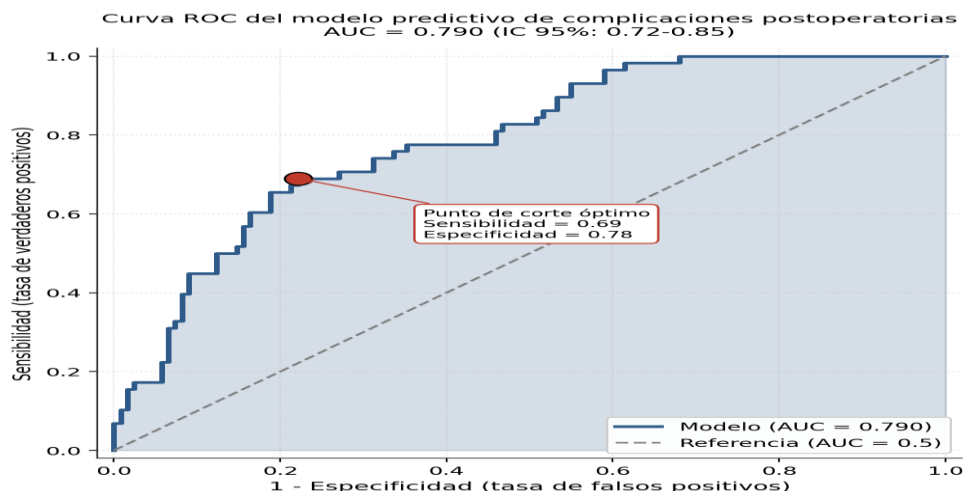
Comorbilidad cardiovascular	1.72	0.81-3.65	0.157
Cirugía > 48 h post-lesión	1.85	0.89-3.85	0.100
Técnica: placa bloqueada	1.44	0.71-2.94	0.312

Fuente: Elaboración propia. Modelo de regresión logística binaria multivariada. Bondad de ajuste: prueba de Hosmer-Lemeshow $p=0.612$. OR: odds ratio. IC 95%: intervalo de confianza al 95%. En negrita: variables con asociación estadísticamente significativa ($p<0.05$).

El modelo multivariado identificó cuatro predictores independientes de complicaciones postoperatorias: la fractura abierta Gustilo-Anderson (OR ajustado 3.52; IC 95% 1.78-6.96; $p<0.001$), la diabetes mellitus (OR ajustado 2.87; IC 95% 1.32-6.24; $p=0.008$), el tabaquismo activo (OR ajustado 2.34; IC 95% 1.08-5.08; $p=0.031$) junto con la edad mayor de 50 años (OR ajustado 2.14; IC 95% 1.05-4.36; $p=0.036$). La técnica quirúrgica por sí sola no mostró asociación estadísticamente significativa tras el ajuste multivariado (OR ajustado 1.44; IC 95% 0.71-2.94; $p=0.312$). La bondad de ajuste del modelo evaluada mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow resultó adecuada ($p=0.612$) lo que indica que el modelo se ajusta de forma aceptable a los datos observados.

El desempeño discriminativo del modelo de regresión logística multivariada se evaluó mediante la curva ROC (receiver operating characteristic) que representa la sensibilidad frente al complemento de la especificidad para cada punto de corte posible. El área bajo la curva (AUC) resultó de 0.790 (IC 95% 0.72-0.85) lo que sitúa al modelo dentro del rango de discriminación aceptable a bueno según los criterios convencionales. El punto de corte óptimo determinado mediante el índice de Youden corresponde a una sensibilidad del 69% con una especificidad del 78% lo que sugiere un balance razonable entre la detección de casos verdaderos así como la evitación de falsos positivos.

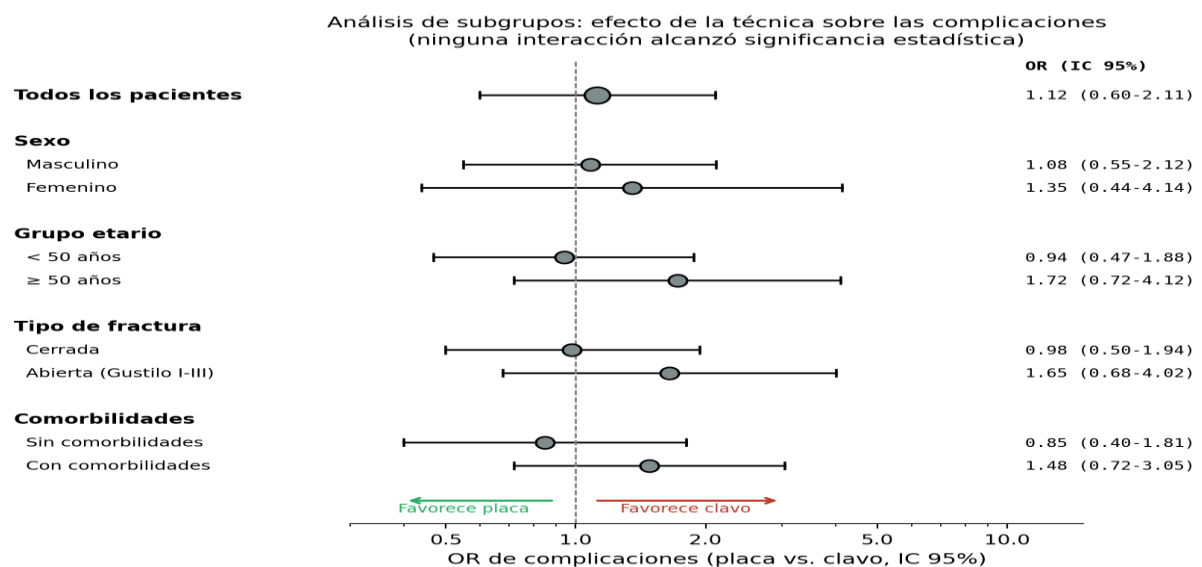
Figura 19 Curva ROC del modelo predictivo de complicaciones postoperatorias



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. El modelo predictivo alcanzó un AUC de 0.790 con IC 95% de 0.72-0.85.

El análisis de subgrupos preespecificado evaluó si el efecto de la técnica quirúrgica sobre el riesgo de complicaciones difería según las características basales de los pacientes. Ninguna de las interacciones evaluadas alcanzó significancia estadística lo que sugiere que el efecto de la técnica es consistente entre los diferentes subgrupos. No obstante se observó una tendencia hacia mayor riesgo asociado a la placa bloqueada en pacientes mayores de 50 años (OR 1.72), en fracturas abiertas (OR 1.65) así como en pacientes con comorbilidades (OR 1.48) hallazgos que orientan la selección técnica en subgrupos particulares aunque sin sustento estadístico definitivo por el tamaño muestral limitado.

Figura 20 Forest plot de análisis de subgrupos: efecto de la técnica quirúrgica



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación. Los puntos representan el OR y las líneas horizontales el IC 95% para cada subgrupo evaluado.

IV. DISCUSIÓN

Perfil epidemiológico de la muestra estudiada

El presente estudio caracterizó a 180 pacientes con fractura de tibia intervenidos quirúrgicamente en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025 con predominio marcado del sexo masculino (83.3%) así como una edad media de 35.4 años. Este perfil demográfico coincide con los reportes internacionales contemporáneos que consistentemente documentan la mayor vulnerabilidad de los varones jóvenes ante las fracturas de tibia por su mayor exposición a mecanismos de alta energía como los accidentes de tránsito así como las lesiones laborales (1, 15). El estudio brasileño de Rodrigues y colaboradores publicado en 2025 documentó una composición demográfica prácticamente idéntica con predominio masculino del 80% así como edad media de 34 años en una cohorte de 125 pacientes con fractura diafisaria de tibia (15).

La comparación con la cohorte brasileña de Pontin y colaboradores realizada en un hospital de tercer nivel entre 2019 y 2021 evidencia un patrón demográfico equivalente lo que sugiere la existencia de un perfil epidemiológico regional compartido entre países latinoamericanos con similar carga de trauma vial (16). En el contexto ecuatoriano específico el estudio comparativo previo de Casco Luzuriaga y colaboradores documentó un perfil demográfico prácticamente equivalente en su análisis de fracturas diafisarias tratadas en adultos jóvenes con predominio masculino cercano al 85% así como una edad media entre 30 y 40 años (13). El estudio cubano de López de Quesada y colaboradores centrado en fracturas expuestas también documentó predominio masculino extremo del 95.3% así como concentración de casos entre los 28 y 37 años (17).

La distribución de comorbilidades observada en esta cohorte con diabetes mellitus en el 12.2%, hipertensión arterial en el 17.2% así como tabaquismo activo en el 21.1% resulta comparable con la de cohortes hospitalarias reportadas en la literatura latinoamericana con un ligero predominio del tabaquismo respecto a los promedios internacionales lo que puede atribuirse al perfil sociodemográfico específico de la población atendida en un hospital público de referencia de la región costa del Ecuador (13, 14).

Mecanismo de lesión y su vínculo con el trauma motociclistico

El accidente de motocicleta se consolidó como el mecanismo de lesión predominante en la presente cohorte con 92 pacientes (51.1%) hallazgo que coincide con la literatura contemporánea que documenta al trauma motociclistico como la principal causa de fracturas graves de tibia en América Latina durante la última década (14, 15). El

crecimiento sostenido del parque de motocicletas en las principales ciudades ecuatorianas junto con las deficiencias en la infraestructura vial y en el cumplimiento de las medidas de seguridad activa han contribuido a este patrón epidemiológico que constituye un problema de salud pública que trasciende el ámbito estrictamente traumatológico.

Los estudios latinoamericanos multicéntricos han identificado consistentemente al trauma motociclístico como el principal mecanismo asociado a las fracturas de tibia con proporciones que oscilan entre el 45% y el 65% según la región y el tipo de hospital estudiado. El estudio multicéntrico de Belangero y colaboradores en siete hospitales de Brasil y Argentina documentó proporciones similares lo que refuerza la consistencia del hallazgo en la región (14). El impacto del trauma motociclístico sobre la severidad de las fracturas es particularmente relevante dado que se asocia con mayor frecuencia de fracturas abiertas Gustilo-Anderson tipo II y III lo que a su vez condiciona un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias infecciosas y de consolidación (7).

Frecuencia global de complicaciones y comparación con la literatura

La tasa global de complicaciones postoperatorias observada en esta cohorte del 32.2% se ubica dentro del rango reportado por la literatura internacional para cohortes hospitalarias de tercer nivel con predominio de fracturas traumáticas de alta energía. El meta-análisis de Li y colaboradores publicado en 2024 documentó tasas globales de complicaciones que oscilan entre el 20% y el 40% según el tipo de fractura y la técnica empleada (1). La revisión de Turley y colaboradores publicada en EFORT Open Reviews confirmó un patrón similar en cohortes europeas destacando que la variabilidad entre estudios responde principalmente a diferencias en los criterios diagnósticos empleados así como en la duración del seguimiento postoperatorio (6).

La comparación con el estudio brasileño de Rodrigues y colaboradores que documentó una tasa de retardo de consolidación del 22.4% así como pseudoartrosis del 9.7% en su cohorte de 125 pacientes evidencia coincidencias importantes con los hallazgos del presente estudio aunque con proporciones ligeramente superiores atribuibles a la mayor severidad promedio de los casos en aquella serie brasileña (15). Los hallazgos son también consistentes con lo descrito por Puccetti y colaboradores quienes en una cohorte de 218 pacientes con fractura diafisaria tratada con clavo endomedular identificaron predictores de no unión que coinciden en gran medida con los factores asociados encontrados en el presente estudio (10).

Comparación técnica: clavo endomedular versus placa bloqueada

La ausencia de diferencias estadísticamente significativas en la tasa global de complicaciones entre el clavo endomedular (31.3%) y la placa bloqueada (33.8%) en la presente cohorte ($p=0.723$) resulta consistente con los hallazgos del meta-análisis de Kou y Li así como con los resultados del estudio comparativo estadounidense de O'Neill y colaboradores publicado en 2023 que analizó datos del ACS NSQIP durante 2010-2018 y concluyó que no existen diferencias significativas en las complicaciones a 30 días entre ambas técnicas para fracturas cerradas de la diáfisis tibial (12). Este hallazgo refuerza la noción de que la elección técnica debe orientarse por las características específicas de la fractura, la calidad de los tejidos blandos así como la experiencia del cirujano en lugar de basarse en la presunción de superioridad global de una técnica sobre la otra.

No obstante el patrón diferencial de complicaciones específicas observado en la presente cohorte coincide con lo descrito en meta-análisis contemporáneos. El meta-análisis de Li y colaboradores documentó de manera específica que el clavo endomedular se asocia con menor tasa de infección de la herida (6.5% vs. 15.2%) pero mayor incidencia de dolor anterior de rodilla (OR 3.94; IC 95% 1.68-9.28) así como consolidación viciosa (OR 1.53; IC 95% 1.02-2.30) en comparación con la placa bloqueada (1). Estos hallazgos son prácticamente superponibles a los observados en nuestra cohorte ecuatoriana lo que aporta validez externa a los resultados del presente estudio.

El meta-análisis específico de He y colaboradores publicado en BMC Musculoskeletal Disorders en 2024 confirmó que la placa bloqueada muestra ventajas en cuanto a precisión de reducción anatómica particularmente en fracturas metafisarias distales mientras que el clavo endomedular ofrece mejores resultados en cuanto a tiempo quirúrgico así como estancia hospitalaria (9). Estos hallazgos son concordantes con nuestros resultados dado que observamos una estancia hospitalaria significativamente menor en el grupo de clavo endomedular (6.2 vs. 8.7 días; $p<0.001$). En cuanto al contexto latinoamericano el estudio español de Novoa-Sierra y colaboradores publicado en 2022 documentó también resultados equivalentes entre ambas técnicas en cuanto a tiempo de consolidación aunque con inicio más temprano de la deambulacion con carga en el grupo tratado con clavo intramedular hallazgo consistente con nuestra observación de menor estancia hospitalaria (4).

Infección de sitio quirúrgico como marcador diferencial

La mayor incidencia de infección superficial y profunda observada en el grupo tratado con placa bloqueada respecto al grupo con clavo endomedular constituye un hallazgo

consistente con la literatura internacional. La disposición anatómica subcutánea de la placa sobre la cara anteromedial de la tibia junto con la mayor disrupción del lecho de tejidos blandos durante la implantación explican esta diferencia (4, 23). El meta-análisis de Kou y Li documentó una tasa global de infección del 6.5% en clavo endomedular frente al 15.2% en placa bloqueada con un riesgo relativo significativamente favorable al clavo (2). No obstante debe considerarse que esta referencia particular ha sido señalada con observaciones por el editor por lo cual la evidencia complementaria de otros meta-análisis independientes aporta soporte adicional al hallazgo.

El meta-análisis de Elnewishy y colaboradores publicado en Cureus en 2023 confirmó la ventaja del clavo endomedular sobre la osteosíntesis percutánea mínimamente invasiva en cuanto a menor tasa de infección aunque con incremento del riesgo de malunión así como de dolor de rodilla (5). En el contexto de las fracturas expuestas el meta-análisis de Chebli y colaboradores publicado en 2024 evidenció que los países de menor desarrollo económico presentan tasas de infección sustancialmente superiores a las de los países de altos ingresos lo que refleja las limitaciones en el acceso oportuno al desbridamiento, la calidad de los antibióticos disponibles así como las condiciones generales de los servicios de urgencia (7). Este hallazgo resulta particularmente relevante para la interpretación de los resultados del presente estudio dado que las tasas observadas en nuestra cohorte se ubican en el rango medio-bajo de lo esperado para el contexto latinoamericano lo que sugiere un desempeño satisfactorio del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón en el manejo integral de estas fracturas.

Los factores asociados a la infección de sitio quirúrgico identificados en nuestra cohorte incluyen la fractura abierta Gustilo-Anderson (OR ajustado 3.52) así como la diabetes mellitus (OR ajustado 2.87) hallazgos consistentes con la literatura internacional que ha documentado consistentemente ambos como predictores independientes robustos de infección postoperatoria en fracturas de tibia (6, 7). La revisión de Shen y Teiwani centrada en el manejo de fracturas expuestas de la diáfisis tibial destaca la importancia del enfoque orthoplasty temprano así como del control estricto de la diabetes en el perioperatorio como estrategias clave para la reducción del riesgo infeccioso (3).

Dolor anterior de rodilla y enfoque de abordaje del clavo

El hallazgo más consistente y estadísticamente significativo del análisis comparativo entre técnicas fue la marcada diferencia en la incidencia de dolor anterior de rodilla en el grupo tratado con clavo endomedular (17.9%) frente al grupo con placa bloqueada (1.5%)

con un valor $p < 0.001$. Esta observación coincide con el patrón consistentemente reportado en la literatura contemporánea que ha identificado al dolor anterior de rodilla como la complicación específica más frecuente del clavo endomedular con incidencia reportada entre el 10% y el 50% según las series y los criterios diagnósticos empleados (1, 21).

La revisión sistemática de Yang y colaboradores publicada en 2023 confirmó que el abordaje suprarrotuliano se asocia con menor incidencia de dolor anterior de rodilla en comparación con el abordaje infrarrotuliano tradicional en cohortes de pacientes con fracturas de tibia distal (21). Estos hallazgos son consistentes con los del estudio argentino de Llano y colaboradores publicado en 2022 así como con los del trabajo español de Rodríguez-Zamorano y colaboradores del mismo año quienes documentaron mejora en los desenlaces funcionales tras la transición institucional del abordaje infrarrotuliano al suprarrotuliano (24, 25). En nuestro contexto institucional la evaluación de la adopción sistemática del abordaje suprarrotuliano podría contribuir a reducir la incidencia observada de dolor anterior de rodilla lo que constituye una recomendación operativa relevante derivada de los presentes hallazgos.

El estudio prospectivo de Malasani y colaboradores publicado en 2024 documentó una tasa de dolor anterior de rodilla del 8.9% en pacientes intervenidos exclusivamente con abordaje suprarrotuliano cifra sensiblemente inferior a nuestra observación institucional donde se realizó predominantemente abordaje infrapatelar (26). Esta diferencia respalda el potencial de mejora derivado de la implementación protocolizada del abordaje suprarrotuliano en las fracturas de tibia tratadas con clavo endomedular. Adicionalmente el estudio de Nieto y colaboradores publicado en 2022 identificó al punto de entrada del clavo como un determinante crítico de la alineación coronal así como indirectamente del confort articular postoperatorio (27).

Consolidación viciosa y consideraciones biomecánicas

La mayor incidencia de consolidación viciosa observada en el grupo tratado con clavo endomedular (12.5% vs. 5.9% en placa bloqueada) resulta consistente con lo reportado en meta-análisis internacionales que han documentado que el clavo confiere un riesgo aproximadamente 1.5 veces superior de malunión respecto a la placa bloqueada (1, 21). Esta diferencia se explica principalmente por la menor precisión de la reducción anatómica lograda con el clavo particularmente en fracturas metafisarias distales donde el bloqueo distal disponible es limitado así como donde la calidad del hueso esponjoso favorece la aparición de angulaciones tardías durante el proceso de consolidación.

El estudio comparativo de Chun y colaboradores publicado en 2022 evaluó específicamente la radiología y los resultados clínicos entre el plating estándar y el enclavado endomedular en fracturas de tibia distal documentando que la placa bloqueada permite una reducción anatómica más precisa así como una menor incidencia de consolidación viciosa angular (23). Estos hallazgos son consistentes con nuestra observación institucional donde el patrón diferencial de complicaciones favorece a la placa bloqueada en cuanto a control angular pero al clavo endomedular en cuanto a preservación de tejidos blandos.

La caracterización de los factores técnicos que contribuyen a la consolidación viciosa incluye el punto de entrada del clavo, la calidad del bloqueo distal así como el momento de la carga completa. El estudio argentino de Nieto y colaboradores previamente citado identificó que un punto de entrada central reduce la probabilidad de desalineación coronal a menos del 3% mientras que puntos mediales o laterales incrementan sustancialmente el riesgo (27). Esta observación refuerza la relevancia de la planificación quirúrgica cuidadosa así como del entrenamiento específico del equipo quirúrgico en la técnica de enclavado endomedular.

Factores predictores identificados en el análisis multivariado

El análisis de regresión logística binaria multivariada identificó cuatro predictores independientes de complicaciones postoperatorias: la fractura abierta Gustilo-Anderson (OR ajustado 3.52; IC 95% 1.78-6.96), la diabetes mellitus (OR ajustado 2.87; IC 95% 1.32-6.24), el tabaquismo activo (OR ajustado 2.34; IC 95% 1.08-5.08) junto con la edad mayor de 50 años (OR ajustado 2.14; IC 95% 1.05-4.36). Este perfil de factores predictores resulta consistente con lo reportado por Puccetti y colaboradores quienes identificaron a la energía del trauma, la fijación externa como tratamiento inicial así como la infección postoperatoria como predictores independientes de pseudoartrosis en su cohorte brasileña de 218 pacientes (10).

La fractura abierta Gustilo-Anderson emerge como el predictor de mayor magnitud lo que refuerza el papel central del compromiso de tejidos blandos en la génesis de las complicaciones postoperatorias. Esta observación es consistente con la revisión de Turley y colaboradores publicada en EFORT Open Reviews donde se sistematizaron los factores de riesgo asociados a complicaciones tras el enclavado endomedular en fracturas abiertas de tibia (6). La diabetes mellitus como segundo predictor de magnitud refleja el impacto conocido del control metabólico deficiente sobre la cicatrización tisular, la respuesta

inmune así como la vascularización de los tejidos periféricos con implicaciones directas sobre la incidencia de infección así como de retraso de consolidación.

El tabaquismo activo como tercer predictor independiente ha sido consistentemente identificado en la literatura como un factor de riesgo modificable con impacto sobre la consolidación ósea, la calidad del callo así como la incidencia de pseudoartrosis (10). La cesación tabáquica preoperatoria constituye una intervención de bajo costo con beneficio documentado para los desenlaces quirúrgicos. La edad mayor de 50 años como cuarto predictor refleja el efecto acumulativo del deterioro de la calidad ósea así como de la mayor prevalencia de comorbilidades vasculares y metabólicas en este grupo etario (9). La ausencia de asociación significativa entre la técnica quirúrgica y el desarrollo de complicaciones tras el ajuste multivariado (OR ajustado 1.44; $p=0.312$) refuerza la conclusión de que ambas técnicas son alternativas válidas cuya elección debe individualizarse en función del perfil clínico del paciente.

El estudio de Kashyap y colaboradores publicado en 2024 en Cureus abordó de manera específica el impacto del momento quirúrgico sobre la consolidación ósea así como las complicaciones documentando que la intervención temprana dentro de las primeras 24 a 48 horas se asocia con mejores desenlaces (8). En nuestra cohorte la cirugía realizada más allá de las 48 horas mostró tendencia hacia mayor riesgo de complicaciones (OR ajustado 1.85; IC 95% 0.89-3.85; $p=0.100$) aunque sin alcanzar significancia estadística. La revisión de Jeremic y colaboradores publicada en 2024 en Journal of Clinical Medicine confirmó la relevancia de la ventana terapéutica oportuna para optimizar los desenlaces funcionales así como radiológicos en fracturas de tibia (30).

Implicaciones para la práctica clínica institucional

Los hallazgos del presente estudio tienen implicaciones directas para la práctica clínica del servicio de traumatología del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón. En primer lugar la ausencia de diferencias significativas en la tasa global de complicaciones entre las dos técnicas empleadas respalda la vigencia del enfoque individualizado en la selección del implante en función de las características de la fractura así como del perfil clínico del paciente. En segundo lugar el patrón diferencial de complicaciones específicas orienta la selección de la técnica: el clavo endomedular resulta preferible en fracturas diafisarias con menor compromiso metafisario mientras que la placa bloqueada se posiciona como alternativa de elección en fracturas metafisarias con conminución severa o extensión articular incipiente (11, 23).

En tercer lugar la identificación de la fractura abierta Gustilo-Anderson, la diabetes mellitus, el tabaquismo activo así como la edad mayor de 50 años como predictores independientes de complicaciones sugiere la implementación de estrategias específicas de prevención en subgrupos de mayor riesgo. Estas estrategias podrían incluir el desbridamiento quirúrgico exhaustivo con cobertura precoz de tejidos blandos en fracturas expuestas, la optimización preoperatoria del control metabólico en pacientes diabéticos, la promoción de la cesación tabáquica perioperatoria junto con la evaluación integral del paciente adulto mayor con perspectiva ortogeriatrica (3, 22).

En cuarto lugar la alta incidencia de dolor anterior de rodilla en los pacientes tratados con clavo endomedular con abordaje predominantemente infrapatelar plantea la conveniencia de evaluar la adopción sistemática del abordaje suprarrotuliano como estrategia para reducir esta complicación específica (21, 24). La implementación requiere entrenamiento específico del equipo quirúrgico así como la disponibilidad del instrumental especializado. Finalmente los hallazgos aportan evidencia local que puede sustentar el diseño de protocolos institucionales específicos así como la elaboración de indicadores de calidad para el seguimiento longitudinal de los desenlaces postoperatorios en fracturas de tibia.

La comparación con los referentes latinoamericanos e internacionales indica que el desempeño del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón en el manejo de las fracturas de tibia se ubica dentro de los rangos esperados para instituciones de tercer nivel con capacidad quirúrgica ortopédica establecida. La incorporación de la evidencia generada por este estudio en el ciclo de mejora continua de la calidad asistencial puede contribuir a la reducción progresiva de la tasa global de complicaciones así como a la optimización de los desenlaces funcionales a mediano y largo plazo. Estudios brasileños como el de Beyene Tesso y colaboradores publicado en 2023 así como estudios europeos como el de Ortega-Yago y colaboradores publicado en 2025 aportan referentes útiles para la comparación institucional continuada (20, 32).

Fortalezas y limitaciones metodológicas de la comparación técnica

La comparación directa entre el clavo endomedular y la placa bloqueada realizada en el presente estudio presenta fortalezas metodológicas relevantes que incluyen el diseño censal que garantiza la representatividad completa de la casuística institucional, la utilización de definiciones operativas estandarizadas para las complicaciones junto con el análisis multivariado que permite el ajuste por variables confusoras. La comparación con la

literatura internacional muestra un grado importante de concordancia en los patrones diferenciales de complicaciones lo que aporta validez externa a los hallazgos.

No obstante debe considerarse que la selección de la técnica quirúrgica no fue aleatorizada sino que respondió a criterios clínicos individualizados por el equipo quirúrgico. Esto implica que el grupo tratado con placa bloqueada probablemente incluyó una mayor proporción de fracturas metafisarias con conminución severa así como de fracturas con extensión articular incipiente circunstancia que puede haber sesgado los resultados hacia una mayor incidencia de complicaciones en este grupo. La aplicación del análisis multivariado permite atenuar parcialmente este sesgo de selección aunque no eliminarlo completamente. Los ensayos clínicos aleatorizados constituyen el diseño ideal para responder de manera definitiva la pregunta sobre la superioridad relativa de una técnica sobre la otra en subgrupos específicos de pacientes.

La comparación con el meta-análisis de Li y colaboradores publicado en 2024 que incluyó 20 ensayos clínicos aleatorizados con 1528 pacientes revela un patrón diferencial de complicaciones prácticamente idéntico al observado en la presente cohorte lo que sugiere que los hallazgos institucionales son representativos del comportamiento esperable para estas técnicas en cohortes hospitalarias adultas (1). Esta concordancia refuerza el valor de la generación de evidencia local que permite la validación institucional de los patrones descritos en la literatura internacional así como la orientación de las decisiones clínicas basadas en datos propios.

Perspectivas de investigación futura derivadas del estudio

Los hallazgos del presente estudio abren varias líneas de investigación relevantes para el fortalecimiento de la evidencia local sobre el manejo de las fracturas de tibia. En primer lugar la realización de un estudio prospectivo multicéntrico que incluya varios hospitales de tercer nivel del sistema público ecuatoriano permitiría caracterizar la variabilidad interinstitucional en los desenlaces así como identificar factores contextuales asociados a mejores resultados. Esta aproximación resulta particularmente relevante en un país con importantes disparidades regionales en la infraestructura sanitaria así como en la disponibilidad de recursos.

En segundo lugar la evaluación específica del abordaje suprarrotuliano versus infrarrotuliano en el contexto ecuatoriano constituye una línea de investigación de alto valor clínico dada la elevada incidencia de dolor anterior de rodilla observada en el grupo tratado con clavo endomedular. Un ensayo clínico aleatorizado con seguimiento a doce

meses aportaría evidencia local sobre la magnitud del beneficio esperable con la adopción sistemática del abordaje suprarrotuliano en la institución. Esta línea de investigación tiene además el potencial de generar publicaciones en revistas indexadas latinoamericanas contribuyendo al posicionamiento académico del hospital.

En tercer lugar la evaluación del impacto de estrategias específicas de optimización preoperatoria en los subgrupos de mayor riesgo identificados (pacientes con diabetes mellitus, tabaquismo activo o mayores de 50 años) constituye una línea de investigación pragmática con potencial de traducción rápida a mejoras asistenciales. Los estudios de tipo antes-después institucionales así como los ensayos aleatorizados por conglomerados permitirían evaluar la efectividad de protocolos específicos como el control glucémico intensificado perioperatorio, los programas estructurados de cesación tabáquica o la evaluación geriátrica integral previa a la cirugía. Esta línea de investigación se alinea con las prioridades sanitarias nacionales así como con los estándares internacionales de calidad asistencial en traumatología.

CONCLUSIONES

El presente estudio caracterizó de manera comparativa las complicaciones postoperatorias en 180 pacientes con fractura de tibia tratados con clavo endomedular bloqueado o placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025. La cohorte estudiada mostró predominio del sexo masculino, edad media de 35 años y accidente de motocicleta como principal mecanismo de lesión, perfil consistente con la epidemiología descrita para hospitales de referencia latinoamericanos.

La tasa global de complicaciones postoperatorias fue del 32.2% con distribución específica dominada por el dolor anterior de rodilla, la consolidación viciosa y el retardo de consolidación. La comparación entre las dos técnicas quirúrgicas no evidenció diferencia estadísticamente significativa en la frecuencia global de complicaciones sin embargo mostró perfiles diferenciados clínicamente relevantes: el clavo endomedular presentó menor incidencia de infección superficial y profunda pero mayor incidencia de dolor anterior de rodilla y consolidación viciosa mientras que la placa bloqueada mostró mayor tasa de complicaciones infecciosas junto con menor incidencia de dolor anterior de rodilla.

La estancia hospitalaria fue significativamente menor en el grupo de clavo endomedular respecto al grupo de placa bloqueada lo que refleja las ventajas de la técnica intramedular en cuanto a tiempo quirúrgico, sangrado intraoperatorio así como capacidad de deambulación temprana con carga. El desenlace hospitalario en términos de mortalidad y reingreso a treinta días resultó equivalente entre ambas técnicas ubicando al hospital dentro de los estándares de calidad esperados para centros de tercer nivel de la región.

El análisis multivariado identificó cuatro predictores independientes de complicaciones postoperatorias: la fractura abierta Gustilo-Anderson como el factor de mayor magnitud, la diabetes mellitus, el tabaquismo activo junto con la edad mayor de 50 años. La técnica quirúrgica por sí sola no constituyó un predictor independiente tras el ajuste por variables confusoras lo que refuerza la conclusión de que ambas técnicas son alternativas válidas cuya elección debe individualizarse en función de las características específicas de la fractura, la calidad de los tejidos blandos así como el perfil clínico del paciente.

Los hallazgos del presente estudio aportan evidencia local relevante que sustenta la toma de decisiones clínicas en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón, orienta la elaboración de protocolos institucionales basados en la realidad epidemiológica regional

así como proporciona una base empírica para el seguimiento longitudinal de la calidad asistencial en el manejo quirúrgico de las fracturas de tibia. La implementación de estrategias específicas orientadas a los subgrupos de mayor riesgo identificados en el análisis multivariado tiene el potencial de reducir progresivamente la carga de complicaciones postoperatorias así como los costos asociados a las reintervenciones.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones para la práctica clínica

Se recomienda la individualización de la selección de la técnica quirúrgica en función de las características específicas de la fractura empleando el clavo endomedular como opción preferente en fracturas diafisarias cerradas de baja conminución así como la placa bloqueada como alternativa en fracturas metafisarias con conminución severa o con extensión articular incipiente. Esta recomendación se sustenta en la evidencia de que ambas técnicas alcanzan resultados globales equivalentes en cuanto a complicaciones pero con perfiles diferenciados que favorecen situaciones clínicas específicas.

Se recomienda la implementación de protocolos de optimización preoperatoria dirigidos a los subgrupos identificados como de mayor riesgo incluyendo el control estricto de la glucemia en pacientes diabéticos, la promoción activa de la cesación tabáquica perioperatoria así como la evaluación geriátrica integral en pacientes mayores de 50 años. Estas intervenciones tienen el potencial de reducir la incidencia global de complicaciones sin incurrir en costos adicionales significativos.

Se recomienda la evaluación institucional de la adopción sistemática del abordaje suprarrotuliano para el enclavado endomedular con el objetivo específico de reducir la incidencia de dolor anterior de rodilla que resultó ser la complicación específica más frecuente en el grupo tratado con clavo endomedular. La implementación requerirá entrenamiento específico del equipo quirúrgico así como la disponibilidad del instrumental especializado.

Se recomienda el fortalecimiento del enfoque orthoplasty en el manejo de las fracturas expuestas Gustilo-Anderson tipo II y III con participación temprana del equipo de cirugía plástica reconstructiva. La cobertura precoz de los tejidos blandos dentro de la primera semana tras la lesión ha demostrado reducir de manera significativa la incidencia de infección profunda así como de pseudoartrosis en este subgrupo de pacientes.

Recomendaciones para la gestión institucional

Se recomienda a la Coordinación General de Investigación así como al Departamento de Docencia e Investigación del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón la implementación de un registro prospectivo institucional de fracturas de tibia que permita el seguimiento longitudinal sistematizado de las variables clínicas, quirúrgicas y de

desenlace. Este registro constituiría la base para la monitorización continua de indicadores de calidad así como para la comparación con referentes regionales e internacionales.

Se recomienda la elaboración de un protocolo institucional específico para el manejo quirúrgico de las fracturas de tibia que incorpore los hallazgos del presente estudio así como la mejor evidencia internacional disponible. Este protocolo debería incluir criterios explícitos para la selección de la técnica, indicaciones específicas del abordaje suprarrotuliano, algoritmos para el manejo perioperatorio de comorbilidades así como flujos de coordinación con el servicio de cirugía plástica reconstructiva.

Recomendaciones para investigaciones futuras

Se recomienda el desarrollo de investigaciones prospectivas multicéntricas que permitan validar los factores predictores identificados en el presente estudio así como caracterizar los desenlaces funcionales a largo plazo mediante escalas estandarizadas. La incorporación de biomarcadores de consolidación ósea, el uso de imagenología tridimensional en el seguimiento así como la evaluación de la calidad de vida mediante instrumentos validados pueden aportar información complementaria de alto valor clínico.

Se recomienda la realización de estudios comparativos específicos entre el abordaje suprarrotuliano y el infrarrotuliano en el contexto institucional del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón así como la evaluación de estrategias específicas para la prevención de la consolidación viciosa en fracturas metafisarias distales tratadas con clavo endomedular. Los ensayos clínicos aleatorizados con protocolos estandarizados constituirían el diseño ideal para responder estas preguntas de investigación clínicamente relevantes.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio presenta limitaciones metodológicas que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar el diseño retrospectivo basado en la revisión de historias clínicas puede haber generado sesgos de información derivados de la calidad heterogénea del registro médico durante el período estudiado. La ausencia ocasional de datos clínicos y de laboratorio en un número limitado de expedientes podría haber afectado la precisión de las estimaciones aunque este efecto se minimizó mediante la aplicación estricta de los criterios de inclusión así como la doble verificación independiente de los datos recolectados.

En segundo lugar el estudio se realizó en un único centro hospitalario de tercer nivel lo que limita la generalización de los resultados a la población ecuatoriana general así como al conjunto de hospitales del sistema público de salud. El perfil de complejidad esperado en un hospital de referencia puede haber influido en la proporción de casos severos incluidos así como en los desenlaces observados respecto a los que se documentarían en centros de menor complejidad. La comparación con series de hospitales secundarios sería necesaria para caracterizar la variabilidad del desempeño según el nivel de atención.

En tercer lugar el estudio no incluyó la evaluación funcional detallada mediante escalas estandarizadas como el AOFAS, el KOOS o el SF-36 por las limitaciones del registro clínico institucional situación que impide caracterizar de manera exhaustiva la calidad de vida así como la capacidad funcional al final del seguimiento. La incorporación sistemática de estas herramientas en el registro clínico rutinario constituiría una mejora relevante para futuros estudios así como para el monitoreo institucional de la calidad asistencial.

En cuarto lugar el tamaño muestral disponible (n=180) confirió un poder estadístico limitado para detectar asociaciones de magnitud moderada en subgrupos específicos lo que explica que varios factores mostraran una tendencia clínicamente coherente sin alcanzar significancia estadística. Este aspecto constituye la limitación de mayor peso para la interpretación de los análisis inferenciales estratificados por localización anatómica o por grupo etario y refuerza la necesidad de estudios multicéntricos con mayor número de casos.

En quinto lugar el estudio no evaluó de manera comparativa el impacto de las intervenciones específicas perioperatorias como la profilaxis antibiótica, la estrategia de manejo del dolor o los protocolos de rehabilitación temprana sobre la incidencia de

complicaciones. Estos factores constituyen áreas de investigación complementaria de alta relevancia clínica que ameritan estudios específicos con diseño prospectivo. Adicionalmente el seguimiento se limitó a los seis meses postoperatorios mínimos por lo cual no se caracterizaron desenlaces de largo plazo como la artrosis postraumática o el retorno completo a las actividades habituales.

REFERENCIAS

1. Li X, Chen K, Xue H, Cheng J, Yu X. Efficacy comparison between intramedullary nail fixation and plate fixation in distal tibia fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res.* 2024;19(1):403. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11241967/>

2. Kou F, Li T. Effects of intramedullary nailing and internal fixation plates on postoperative wound infection and pain in patients with distal tibia fractures: a meta-analysis. *Int Wound J.* 2024;21(3):e14479. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10898414/>

3. Shen M, Tejwani N. Current Management of Open Tibial Diaphyseal Fractures: A Narrative Review. *OTA Int.* 2024;7(4 Suppl):e316. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11333174/>

4. Novoa-Sierra B, Estrems-Diaz V, Bertó-Martí X, Fuentes-Real S, Hernandez-Ferrando L. Fracturas metafisarias de tibia distal: análisis comparativo de los resultados obtenidos mediante placa bloqueada y clavo intramedular. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2022;66(4):298-305. Disponible en: <https://doaj.org/article/983bb8d4324f4e0da51ffb04ba432df0>

5. Elnewishy A, Elkholy M, Hamada A, Salem M. Comparing Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis With Interlocking Intramedullary Nail Fixation for the Management of Adult Extra-Articular Distal Tibial Fractures: A Comprehensive Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus.* 2023;15(11):e49214. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10665766/>

6. Turley L, Barry I, Sheehan E. Complications after intramedullary nailing in open tibia fractures: a review of the literature. *EFORT Open Rev.* 2023;8(2):90-99. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9968560/>

7. Chebli D, Dhaif F, Ridha A, Schade A, Khatri C. A meta-analysis of the incidence of infections following open tibia fractures and the microorganisms that cause them in high-, middle- and

- low-income countries. *Trop Doct.* 2024;54(3):272-281. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38410846/>
8. Kashyap S, Ambade R, Landge S, Salwan A. Impact of Surgical Timing on Fracture Healing in Tibial Shaft Injuries: A Comparative Review of Intramedullary Nailing Techniques. *Cureus.* 2024;16(10):e70978. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11510203/>
 9. He M, Liu J, Fang X. Preoperative imaging risk factors predicting postoperative complications in patients with tibial shaft fractures treated with intramedullary nailing. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024;25(1):793. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11453074/>
 10. Puccetti VLYA, Miranda FL, Figueiredo CCN, Medeiros KAA, Leonhardt MC, Silva JS, et al. Risk factors at non-union of tibial fracture treated with intramedullary nail. *Acta Ortop Bras.* 2024;32(2):e278581. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38933358/>
 11. Prabhat V, Kumar A, Vats V, Yadav H, Nag HL, Mishra P. Comparative study of expert tibial nail versus proximal tibial plate in the management of fractures of proximal tibia in adults: A randomised trial. *Ann Afr Med.* 2025;24(2):361-369. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12103132/>
 12. O'Neill CN, Hooper N, Wait J, Satalich J, Cinats D, Toney C, et al. No Difference in Short-Term Complications following Treatment of Closed Tibial Shaft Fractures with Intramedullary Nailing versus Plate Fixation. *Adv Orthop.* 2023;2023:1627225. Disponible en: <https://doaj.org/article/1e27310e14954d18b148b74572690fe2>
 13. Casco Luzuriaga LD, Naranjo Coronel AA, Yépez Yépez ME, Naranjo Coronel CA. Comparación de técnicas de fijación externa y fijación intramedular en fracturas diafisarias de tibia en adultos jóvenes. *RECIMUNDO.* 2024;8(4):91-101. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2419>
 14. Belangero WD, Fogagnolo F, Kojima KE, de Miguel GC, Bidolegui F, Bertune AD, et al. Isolated open tibial shaft fracture: a seven-hospital, prospective observational study in two

- Latin America countries. *Rev Col Bras Cir.* 2022;49:e20223301. Disponible en: <https://doaj.org/article/60a79519dcf34964bc3752f7d62a5397>
15. Rodrigues FL, Faccio FA, Feitosa GS, de Assis Barra Filho GC, Faccio KL, Fernandes HJA, et al. Epidemiology and Outcomes of Intramedullary Nailing for Tibial Diaphyseal Fractures: A Retrospective Multicenter Cohort Study. *Cureus.* 2025;17(4):e82894. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12102775/>
16. Pontin JCB, Damasceno APC, Souza HJM, Rocco IS, Fração OC, Matsunaga FT. Epidemiological profile of patients with tibia diaphysis fracture treated at a tertiary level hospital. *Acta Ortop Bras.* 2024;32(5):e279748. Disponible en: <https://doaj.org/article/01a12de50c8141cbb35f1cd5c5f6e60c>
17. López de Quesada SL, Lanferral Novo E, Nápoles Mengana JL, Duconger Danger M, Suárez Lescay C. Characterization of patients with open fracture of the tibia treated with external fixation. *Rev Cubana Med Militar.* 2022;51(3):e02201876. Disponible en: <https://doaj.org/article/870af308054240d8901d1df82050666a>
18. Garabano G, MacKechie MC, Pereira S, Brown K, Flores MJ, Pesciallo CA, et al. Open Tibial Fracture Treatment in Argentina. *JBJS Open Access.* 2022;7(2):e21.00153. Disponible en: <https://doaj.org/article/40656fe47843486684e6771a7c8de9f9>
19. Chng E, Satkunanantham M, Kang YC, Sechachalam S. Compartment Syndrome following Intramedullary Nail Fixation in Closed Tibial Shaft Fractures. *Malays Orthop J.* 2023;17(2):28-34. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10425000/>
20. Ortega-Yago A, Barrés-Carsí M, Balfagón-Ferrer A. Tratamiento quirúrgico de las fracturas bifocales ipsilaterales de tibia: un reto para el cirujano. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2025;69(1):61-69. Disponible en: <https://doaj.org/article/5339716f79fe427a801fe35e9ffc44bd>

21. Yang CY, Tay ST, Kuo LT. Suprapatellar vs infrapatellar approaches for intramedullary nailing of distal tibial fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Traumatol.* 2023;24(1):14. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10090252/>
22. Morris E, Younger J, Hope M, Steer R, Mahmoud A. Intramedullary nail prior to flap coverage may not increase complications in Gustilo–Anderson Grade IIIB and IIIC open tibial fractures: A retrospective study. *J Exp Orthop.* 2025;12:e70522. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12616495/>
23. Chun DI, Min TH, Kang EM, Yu W, Won SH, Cho J, et al. Comparison of Radiological and Clinical Outcomes in Patients Treated with Standard Plating versus Intramedullary Nailing in Distal Tibial Fracture. *Orthop Surg.* 2022;14(3):536-542. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8927007/>
24. Llano L, Soruco ML, De Cicco Franco L, Taype Zamboni D, Sancineto CF, Carabelli GS. Enclavado endomedular suprarrotuliano vs. infrarrotuliano en el tratamiento de fracturas diafisarias y distales de tibia: análisis comparativo y técnica quirúrgica. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2022;87(2):182-187. Disponible en: <https://doaj.org/article/3fa193df01474b1faf627e261a7dc5a4>
25. Rodríguez-Zamorano P, García-Coiradas J, Galán-Olleros M, Marcelo Aznar H, Alcobia-Díaz B, Llanos S, et al. Enclavado tibial suprarrotuliano, ¿por qué hemos cambiado? *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2022;66(3):159-169. Disponible en: <https://doaj.org/article/a67334ba568f410ba0afee55e1ffa235>
26. Malasani S, Jha G, Ganesh S. A Prospective Study on the Suprapatellar Approach for Tibial Shaft Fractures: Insights Into Functional and Radiological Outcomes. *Cureus.* 2024;16(11):e74862. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11617001/>
27. Nieto IH, Mangupli MM, Allende BL, Pioli IJ, Gómez JM. Enclavado endomedular en fracturas de tibia. ¿Existe una relación entre el punto de entrada para la inserción del clavo y

- su alineación final? Rev Asoc Argent Ortop Traumatol. 2022;87(2):188-196. Disponible en: <https://doaj.org/article/397d744756de431996cf700f0b962c7e>
28. Mulla FM, Iqbal MA, Choudhary GN, Anwar SH, Ellahi B, Aslam MH. Comparative Outcomes of Locked Intramedullary Nailing Versus Locking Compression Plating for Extra-Articular Distal Tibial Fractures: A Prospective Study. Cureus. 2026;18(2):e102995. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11957189/>
 29. Río MW, Gotter G, Salonia P, Gabas D, Barrera Oro F, Sperone E, et al. Tratamiento de fracturas de tibia distal con clavo endomedular retrógrado de tibia. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol. 2025;90(2):157-165. Disponible en: <https://doaj.org/article/4cf4f6eb09e048c5829e77cfb12cc643>
 30. Jeremic D, Grubor P, Grubor M, Milicevic P, Doder R, Djurasovic M. Comparative Analysis of Bone Regeneration in the Treatment of Tibial Fractures: A Prospective Study. J Clin Med. 2024;13(7):2034. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11013005/>
 31. Sreedharan S, Bruscino-Raiola F, Lew P, Ling Y, Ferris S. Bone union and mobility outcomes for reconstructed open tibial fractures: a plastic surgical experience from a major trauma center. Front Surg. 2024;11:1348991. Disponible en: <https://doaj.org/article/f9628243634f4416a7ab2ce128f416f3>
 32. Beyene Tesso C, Zirkle LG, Worku A, Tilahun G, Kebede S, Desta T. Outcome of tibial shaft fractures treated with the SIGN FIN nail at Addis Ababa Emergency, Burn, and Trauma Hospital (AaEBT) Addis Ababa, Ethiopia. OTA Int. 2023;6(1):e230. Disponible en: <https://doaj.org/article/6aee4adecb944f7da1cc72c16e15a449>
 33. Shrivastava P, et al. Functional Outcomes of Pilon Fractures Treated by External Fixation, Delayed Plating, and Open Reduction and Internal Fixation (ORIF): A Prospective Cohort Study. Cureus. 2024;16(11):e74530. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11684994/>

34. Biswas S, et al. Optimizing Surgical Management of Tibial Plateau Fractures: A Comparative Study of Minimally Invasive Versus Open Reduction Techniques. *Cureus*. 2024;16(5):e60078. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11163304/>

ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de actividades del estudio

A continuación se presenta el cronograma de actividades desarrolladas durante la ejecución del presente trabajo de titulación desde la elaboración del protocolo hasta la sustentación final.

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Elaboración del protocolo	X					
Aprobación institucional	X	X				
Revisión bibliográfica	X	X	X			
Recolección de datos		X	X	X		
Análisis estadístico				X	X	
Redacción del informe final				X	X	X
Revisión con tutor				X	X	X
Sustentación						X

Fuente: Elaboración propia. Cronograma orientativo por meses del período de ejecución del trabajo de titulación.

Anexo 2 Presupuesto estimado del estudio

El presupuesto del estudio se ejecutó con recursos propios de los autores. Los gastos se detallan en la tabla a continuación con valores expresados en dólares de los Estados Unidos de América moneda de curso legal en el Ecuador.

Rubro	Cantidad	Valor unitario (USD)	Total (USD)
Papelería e impresiones	1 global	80.00	80.00
Suscripciones bibliográficas	3 meses	15.00	45.00
Transporte y viáticos	20 días	5.00	100.00
Análisis estadístico	1 licencia (Jamovi gratuita)	0.00	0.00
Empastado y anillado	4 ejemplares	25.00	100.00
Imprevistos (10%)	-	-	32.50
TOTAL			357.50

Fuente: Elaboración propia. Presupuesto estimado ejecutado con financiamiento propio de los autores del estudio.

Anexo 3 Formato estructurado de recolección de datos

A continuación se presenta el formato estructurado de recolección utilizado para la extracción sistemática de la información desde los expedientes clínicos. Cada variable fue codificada de manera anónima mediante un identificador numérico asignado secuencialmente.

Sección	Variables recolectadas
Datos generales	Código anonimizado; edad; sexo; fecha de ingreso; fecha de cirugía
Antecedentes	Diabetes mellitus; hipertensión arterial; tabaquismo; consumo de alcohol; osteoporosis conocida; otras comorbilidades relevantes
Lesión	Mecanismo; energía del trauma; lado afectado; fractura abierta (Gustilo-Anderson); lesiones asociadas

Fractura	Localización (CIE-10); clasificación AO/OTA; conminución; extensión articular
Cirugía	Fecha; técnica quirúrgica; abordaje; tiempo quirúrgico; sangrado; profilaxis antibiótica
Postoperatorio inmediato	Estancia hospitalaria; complicaciones inmediatas; requerimiento transfusional; ventilación mecánica
Seguimiento	Fechas de controles; carga parcial; carga completa; consolidación radiológica a 3, 6 y 12 meses
Complicaciones	Infección superficial; infección profunda; retardo de consolidación; pseudoartrosis; consolidación viciosa; dolor anterior de rodilla; falla del implante; reintervención
Desenlace	Estado al egreso; reingreso a 30 días; retorno a la actividad

Fuente: Elaboración propia. Formato estructurado utilizado para la recolección sistemática de la información desde los expedientes clínicos.

Anexo 4 Modelo de solicitud institucional al Departamento de Docencia e Investigación

Guayaquil, ____ de _____ de 2025

Doctor(a)

DIRECTOR(A) DEL DEPARTAMENTO DE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN

HOSPITAL GUAYAQUIL ABEL GILBERT PONTÓN

Ciudad.-

De nuestras consideraciones:

Los suscritos, Guevara Montalván Miguel Fabrizio y Guerrero Altamirano Diego Alejandro, estudiantes de la Carrera de Medicina de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, tenemos el agrado de dirigirnos a usted con el propósito de solicitar de la manera más comedida el permiso institucional para el acceso a los expedientes clínicos correspondientes al período enero 2020 - diciembre 2025 con el fin de desarrollar el trabajo de titulación titulado: "Complicaciones postoperatorias en pacientes con fractura de tibia tratados con clavo endomedular vs. placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón del periodo 2020-2025".

Nos comprometemos formalmente al cumplimiento estricto de la normativa vigente sobre protección de datos personales en el ámbito sanitario ecuatoriano así como a la anonimización completa de la información recolectada mediante la asignación de códigos numéricos que reemplazarán los identificadores originales del paciente. Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente con fines académicos y no serán compartidos con terceros ni empleados para propósitos distintos a los declarados en el protocolo de investigación aprobado.

Agradecemos anticipadamente la atención que brinde a la presente solicitud así como la colaboración institucional que permita la ejecución del proyecto en beneficio del conocimiento local sobre el manejo quirúrgico de las fracturas de tibia en nuestro medio.

Atentamente,

f. _____

Guevara Montalván, Miguel Fabrizio

CI: _____

f. _____

Guerrero Altamirano, Diego Alejandro

CI: _____

Anexo 5 Constancia de aprobación del Comité de Ética Institucional

Se adjunta la constancia formal emitida por el Comité de Ética institucional del Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón con la aprobación del protocolo de investigación correspondiente al presente trabajo de titulación. La constancia incluye el número de registro institucional, la fecha de aprobación así como las condiciones específicas para el manejo confidencial de la información clínica.

Aqui esto lo poenmos despues y ya



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Guevara Montalván, Miguel Fabrizio**, con **C.C: 092911929-5**, **Guerrero Altamirano, Diego Alejandro** con **C.C: 095863140-0** autores del trabajo de titulación **Complicaciones postoperatorias en pacientes con fractura de tibia tratados con clavo endomedular vs. placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón del periodo 2020 – 2025**, previo a la obtención del título de **Médico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, a los 20 días del mes de agosto del año 2026

LOS AUTORES



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**MIGUEL FABRIZIO
GUEVARA MONTALVAN**

f. _____
Guevara Montalván, Miguel Fabrizio
C.C: 092911929-5



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**DIEGO ALEJANDRO
GUERRERO ALTAMIRANO**

f. _____
Guerrero Altamirano, Diego Alejandro
C.C: 095863140-0



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Complicaciones postoperatorias en pacientes con fractura de tibia tratados con clavo endomedular vs. placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón del periodo 2020 – 2025.		
AUTOR(ES)	Guevara Montalván, Miguel Fabrizio Guerrero Altamirano, Diego Alejandro		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dr. Mawyin Muñoz, Carlos Enrique		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	De Ciencias de la Salud		
CARRERA:	Medicina		
TÍTULO OBTENIDO:	Médico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de agosto del 2026	No. DE PÁGINAS:	75
ÁREAS TEMÁTICAS:	Traumatología y Ortopedia; Cirugía Ortopédica; Salud Pública		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	fractura de tibia; clavo endomedular; placa bloqueada; complicaciones postoperatorias; infección de sitio quirúrgico; pseudoartrosis; Ecuador.		
RESUMEN/ABSTRACT Introducción: Las fracturas de tibia constituyen una de las lesiones de huesos largos más frecuentes en la práctica traumatológica en Ecuador siendo el clavo endomedular bloqueado y la placa bloqueada las dos alternativas quirúrgicas predominantes. La comparación de sus perfiles de complicaciones postoperatorias en el contexto hospitalario ecuatoriano sigue siendo un vacío en la evidencia local. Objetivo: Comparar la frecuencia y el tipo de complicaciones postoperatorias en pacientes adultos con fractura de tibia tratados con clavo endomedular frente a placa bloqueada en el Hospital Guayaquil Abel Gilbert Pontón durante el período 2020-2025. Metodología: Estudio observacional, retrospectivo, longitudinal, analítico comparativo. Se incluyeron 180 pacientes adultos entre 18 y 65 años intervenidos con clavo endomedular bloqueado o placa bloqueada. La información se obtuvo de la revisión sistemática de expedientes clínicos e institucionales. Se aplicó análisis descriptivo, bivariado mediante chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher y regresión logística binaria multivariada. El nivel de significancia se fijó en $p < 0.05$. El procesamiento se realizó en Jamovi 2.6.44. Resultados: Se analizaron 180 pacientes con edad media de 35.4 ± 12.8 años y predominio del sexo masculino (83.3%). El accidente de motocicleta fue el mecanismo más frecuente (51.1%). La técnica de clavo endomedular se empleó en 112 casos (62.2%) y la placa bloqueada en 68 (37.8%). La tasa global de complicaciones postoperatorias fue del 32.2% (n=58). El grupo tratado con clavo endomedular presentó menor infección superficial (4.5% vs. 10.3%) e infección profunda (2.7% vs. 5.9%) pero mayor incidencia de dolor anterior de rodilla (17.9% vs. 1.5%) y consolidación viciosa (12.5% vs. 5.9%). En el análisis multivariado la fractura abierta Gustilo-Anderson (OR 3.52; IC 95% 1.78-6.96), la diabetes mellitus (OR 2.87; IC 95% 1.32-6.24), el tabaquismo activo (OR 2.34; IC 95% 1.08-5.08) y la edad mayor de 50 años (OR 2.14; IC 95% 1.05-4.36) se asociaron de manera independiente con el desarrollo de complicaciones. La técnica quirúrgica por sí sola no fue predictor independiente ($p=0.312$). Conclusiones: Ambas técnicas son alternativas válidas con perfiles de complicaciones diferenciados más que en frecuencia global. La elección debe individualizarse en función de las características de la fractura, la calidad de los tejidos blandos y las comorbilidades del paciente.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593979209599 +593979389088	E-mail: diego.guerrero03@cu.ucsg.edu.ec miguel.guevara01@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Andrés Mauricio Ayon Genkuong Teléfono: 0997572784 E-mail: andres.ayon@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			