



Universidad  
Norbert Wiener

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA ACADÉMICO DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN  
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA  
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN HEMATOLOGÍA**

**Trabajo Académico**

Hemoglobina reticulocitaria, Micro-R y Macro-R y su desempeño en la  
identificación de anemia en pacientes hemodializados, Tacna 2024

**Para optar el Título de  
Especialista en Hematología**

**Presentado por:**

**Autora:** Vizcarra Todco, Naldy Fiorella


**Código ORCID:** <https://orcid.org/0009-0002-0933-0084>

**Asesor:** Dr. Rosales Rimache, Jaime Alonso

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1665-2332>

**Lima – Perú**

**2026**

	<b>DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033</b>	<b>VERSION: 01</b> REVISIÓN: 01	<b>FECHA: 08/11/2022</b>

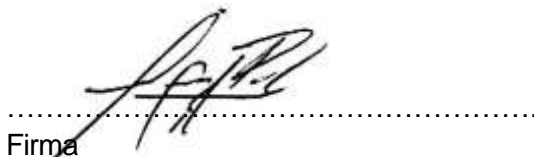
Yo, Naldy Fiorella Vizcarra Todco con DNI N° 46745295, egresada de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académico Profesional de Tecnología Médica. Segunda Especialidad en Hematología, Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el proyecto de Tesis titulado “Hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R y su desempeño en la identificación de anemia en pacientes hemodializados, tacna 2024”. Asesorado por el docente: Dr. Jaime Alonso Rosales Rimache DNI 41111704 ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1665-2332> tiene un índice de similitud de (Catorce) (14) % con código 14912:511264215 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.




Firma de autor  
Naldy Fiorella Vizcarra Todco  
DNI **46745295**



Firma  
Nombres y apellidos del Asesor: Dr. Jaime Alonso Rosales Rimache  
DNI: 41111704

Lima, 11 de Noviembre del 2025

 Universidad Norbert Wiener	<b>DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033</b>	<b>VERSION: 01</b> REVISIÓN: 01	<b>FECHA: 08/11/2022</b>

En caso se supere el porcentaje de similitud máximo establecido (mayor a 20%), tanto general como por fuente primaria, afirmo que dicho excedente corresponde al marco metodológico del documento. Procedo a detallar y justificar el mismo.

SI BIEN ES CIERTO EL REPOSITORIO WIENER ES DE 9%, DOY FE QUE NO PRESENTA COPIA NI PLAGIO. LA SIMILITUD ES EN TEMAS METODOLÓGICOS.
---

## Índice

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1. Problema general .....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1. Objetivo general .....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	6
1.4. Justificación de la investigación .....	6
1.4.1. Justificación teórica .....	6
1.4.2. Justificación metodológica .....	6
1.4.3. Justificación práctica .....	7
1.5. Delimitación de la investigación .....	7
1.5.1. Temporal.....	7
1.5.2. Espacial.....	7
1.5.3. Recursos .....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.1.1. Internacionales.....	8
2.1.2. Nacionales .....	10
2.2. Bases teóricas .....	10
2.3. Formulación de hipótesis.....	15
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA .....	16
3.1. Método de la investigación.....	16
3.2. Enfoque de la investigación.....	16

3.3.	Tipo de investigación .....	16
3.4.	Diseño de la investigación.....	16
3.5.	Población, muestra y muestreo .....	16
3.5.1.	Población .....	16
3.5.2.	Muestra .....	17
3.5.3.	Muestreo .....	18
3.6.	Variables y operacionalización.....	18
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.7.1.	Técnicas .....	22
3.7.2.	Descripción de instrumentos .....	22
3.7.3.	Validación.....	23
3.7.4.	Confiabilidad .....	23
3.8.	Plan de análisis de datos .....	24
3.9.	Aspectos éticos .....	24
CAPÍTULO IV: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS .....		25
4.1.	Cronograma de actividades .....	25
4.2.	Presupuesto.....	25
REFERENCIAS .....		27
ANEXOS.....		31
Anexo 1: Ficha para la validación de instrumentos por juicio de expertos .....		32
Anexo 2: Ficha para la recolección de información .....		33
Anexo 3: Matriz de consistencia.....		34

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

La anemia es una de las complicaciones más frecuentes en los pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a hemodiálisis periódica (1). Su etiología es multifactorial y está estrechamente ligada a la disminución de la producción de eritropoyetina endógena por el riñón afectado, las pérdidas sanguíneas recurrentes asociadas a la hemodiálisis, el déficit de hierro absoluto o funcional, la inflamación crónica, la desnutrición y, en algunos casos, la deficiencia concomitante de vitaminas esenciales para la eritropoyesis (2, 3). En el contexto de la hemodiálisis, la anemia no solo agrava el estado funcional y la calidad de vida de los pacientes, sino que se asocia con un mayor riesgo de morbilidad cardiovascular y mortalidad, lo que la convierte en un objetivo clínico prioritario (4, 5). La identificación oportuna de esta condición y, particularmente, de su origen carencial por hierro, resulta crucial para implementar intervenciones terapéuticas eficaces y seguras.

En la práctica clínica, la evaluación del estado del hierro y la eritropoyesis se ha basado tradicionalmente en parámetros como la hemoglobina, ferritina sérica y saturación de transferrina (TSAT) (6). Sin embargo, estos marcadores presentan limitaciones significativas. La hemoglobina refleja un estado crónico y no detecta variaciones rápidas; la ferritina, aunque útil como indicador de reservas, se comporta como reactante de fase aguda y puede estar falsamente elevada en presencia de inflamación; la transferrina, por su parte, se ve influenciada por fluctuaciones circadianas y no siempre representa con exactitud la disponibilidad funcional de hierro para la médula ósea (7, 8). Estas limitaciones son relevantes en pacientes en hemodiálisis, quienes suelen presentar procesos inflamatorios persistentes, infecciones intercurrentes y alteraciones metabólicas que distorsionan la interpretación de los resultados (9).

Ante esta problemática, la hemoglobina reticulocitaria (HbR) ha emergido como un marcador sensible y precoz de la disponibilidad de hierro para la eritropoyesis (10). La HbR refleja la cantidad de hemoglobina contenida en los reticulocitos recién liberados a la circulación, es decir, en los hematíes jóvenes que todavía conservan restos de ARN ribosomal y cuya vida media en sangre es de aproximadamente 24 horas antes de madurar a hematíes definitivos (11). Dado que los reticulocitos representan la producción más

reciente de la médula ósea, el contenido de hemoglobina en estas células ofrece una visión en tiempo casi real del estado de aporte de hierro a la eritropoyesis (12). Es así, que una disminución de la HbR se traduce en un déficit de hierro funcional o absoluto en curso, antes de que la hemoglobina total muestre caídas significativas (13).

Diversos estudios han demostrado el valor clínico de la HbR en el ámbito de la nefrología (14, 15). Se ha definido que un valor de HbR inferior a 26 pg podía predecir deficiencia de hierro en pacientes en hemodiálisis con una sensibilidad del 100 % y una especificidad del 80 % (16). Es así como la HbR ha ganado reconocimiento como herramienta útil para ajustar la terapia con hierro intravenoso y la dosis de agentes estimulantes de la eritropoyesis, evitando tanto la administración innecesaria como la insuficiencia terapéutica (17). A diferencia de la ferritina y la TSAT, este parámetro no se ve afectado de manera significativa por la inflamación crónica, lo que representa una ventaja sustancial en pacientes con síndrome de inflamación persistente (18).

En paralelo al desarrollo y uso de la HbR, las nuevas tecnologías han incorporado parámetros derivados del análisis automatizado de subpoblaciones reticulocitarias, entre los que destacan el micro-R y macro-R (19, 20). Estos índices representan el porcentaje de reticulocitos de menor y mayor tamaño, respectivamente, dentro de la población total de reticulocitos circulantes. Los reticulocitos macro-R corresponden a células más inmaduras, con mayor volumen y abundante red reticulofilamentosa detectable por tinciones especiales o citometría de flujo. Su incremento suele reflejar una respuesta medular robusta frente a un estímulo eritropoyético, como puede ocurrir tras la administración de hierro o de eritropoyetina (21). Por el contrario, los micro-R son reticulocitos más pequeños y cercanos a la madurez eritrocitaria, cuyo predominio podría indicar una producción limitada de glóbulos rojos jóvenes o un déficit de hierro que restrinja la síntesis de hemoglobina (22).

El análisis conjunto de la HbR, micro-R y macro-R permite aproximarse no solo a la cuantificación de la eritropoyesis reciente, sino también a la calidad y maduración de los reticulocitos, proporcionando información más completa que los parámetros tradicionales (23). De hecho, un paciente puede mostrar un valor de hemoglobina total estable, pero presentar una HbR baja y un aumento de micro-R, lo que sugiere un déficit de hierro incipiente que, de no corregirse, derivará en anemia manifiesta en semanas o meses.

Inversamente, un aumento de macro-R tras intervención terapéutica podría interpretarse como una adecuada respuesta regenerativa (24).

Finalmente, podemos señalar que el Perú, y particularmente la región sur, las condiciones de salud de los pacientes en hemodiálisis se ven influenciadas por factores geográficos, socioeconómicos y epidemiológicos que condicionan la prevalencia y la severidad de la anemia (25). Tacna, es una región fronteriza y con una población significativa de adultos mayores y personas con enfermedades crónicas, entre ellas, muchas con enfermedad renal crónica (26), y cuenta con el Hospital Daniel A. Carrión como uno de sus centros de referencia para terapias sustitutivas renales. En este contexto, la anemia en pacientes hemodializados constituye un desafío permanente, tanto por la frecuencia con que se presenta como por la complejidad de su manejo, que implica un delicado equilibrio entre la suplementación de hierro, la administración de eritropoyetina y la prevención de eventos adversos asociados a un exceso de tratamiento.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el desempeño de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R en la identificación de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Qué características demográficas, epidemiológicas y clínicas tienen los pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024?
- ¿La hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R estará relacionada con la concentración de hemoglobina en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024?
- ¿Cuál será el punto de corte de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R para discriminar la presencia de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Estimar el desempeño de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R en la identificación de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Describir las características demográficas, epidemiológicas y clínicas tienen los pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024
- Evaluar la relación entre la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R con la concentración de hemoglobina en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024
- Determinar el punto de corte de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R para discriminar la presencia de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024

### **1.4. Justificación de la investigación**

#### **1.4.1. Justificación teórica**

La literatura internacional respalda el potencial de estos parámetros en la práctica clínica. Investigaciones en Europa, Asia y América del Norte han mostrado que la HbR detecta deficiencia de hierro antes que la ferritina o la transferrina, y que su implementación puede reducir la variabilidad de la hemoglobina en pacientes tratados, disminuir los episodios de anemia severa y optimizar las dosis de hierro y eritropoyetina. Sin embargo, en el Perú los estudios que evalúan de forma sistemática estos marcadores en población en hemodiálisis son escasos, y prácticamente inexistentes en el ámbito de hospitales regionales como el Daniel A. Carrión de Tacna. En ese sentido, nuestra investigación busca reducir la brecha de conocimiento existente que limita la posibilidad de elaborar protocolos adaptados a nuestra realidad sanitaria.

#### **1.4.2. Justificación metodológica**

Este estudio se justifica por emplear un método cuantitativo que permite evaluar el comportamiento del problema con el respaldo de la estadística, específicamente, empleando un modelo de análisis ROC, procedimiento conocido para valorar el

desempeño de diferentes pruebas diagnósticas en entornos de atención clínica. Además, aborda un problema de interés nacional utilizando indicadores noveles que no se han utilizado en estudios previos locales y nacionales. Por último, consideramos que la estrategia de analizar el desempeño de forma estratificada permitirá un mejor control del sesgo de confusión, y obtendremos conclusiones sólidas y consistentes.

### **1.4.3. Justificación práctica**

La realidad hospitalaria de Tacna enfrenta limitaciones en recursos diagnósticos y terapéuticos, lo que obliga a optimizar las herramientas disponibles y explorar alternativas costo-efectivas. En este sentido, la incorporación de parámetros como la HbR, micro-R y macro-R en la evaluación rutinaria de pacientes hemodializados podría mejorar la capacidad de detección temprana de alteraciones en la eritropoyesis y permitir ajustes más precisos en el tratamiento, con el consecuente impacto positivo en la salud y en la eficiencia del uso de recursos.

## **1.5. Delimitación de la investigación**

### **1.5.1. Temporal**

El estudio recabará información generada entre enero y diciembre del 2024, por lo que se constituye como un estudio retrospectivo.

### **1.5.2. Espacial**

La investigación se realizará a partir de la búsqueda de historias clínicas de pacientes hemodializado, y sus reportes de laboratorio de hematología, procedentes del Hospital Daniel A. Carrión de Tacna, el cual pertenece a la red Essalud, y es un establecimiento clasificado en el tercer nivel de atención.

### **1.5.3. Recursos**

Esta investigación requiere de recursos administrativos, financieros y humanos. Los recursos administrativos incluyen la gestión de la aprobación del proyecto, el cual se realizará por el comité de ética de la UPNW, y el permiso de la dirección del Hospital DAC de Tacna. El financiamiento será asumido por la investigadora del estudio; mientras que la ejecución implicará la participación de esta, con apoyo del personal profesional del laboratorio de Hematología del Hospital.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Miwa, N., et al (27) en el 2020, evaluaron el estado de hierro en pacientes en hemodiálisis es clave para planificar la eritropoyetina recombinante. El equivalente de hemoglobina reticulocitaria (RET-He) estima el hierro celular mediante citometría de flujo fluorescente, cuantificando la hemoglobina de reticulocitos y eritrocitos. En 217 pacientes, se comparó RET-He con ferritina sérica, saturación de transferrina (TSAT) y HbR. La deficiencia se definió como TSAT <20% o ferritina <100 ng/mL. RET-He y parámetros eritrocitarios se midieron en un XE-2100 (Sysmex) y CHr en un ADVIA120 (Siemens). RET-He promedió 32.4 pg y correlacionó fuertemente con la HbR ( $r=0.858$ ). El análisis ROC mostró AUC=0.776; con punto de corte 33.0 pg se obtuvo sensibilidad 74.3% y especificidad 64.9%. Tras suplementación férrica en pacientes con TSAT o ferritina bajos, RET-He aumentó dentro de 2 semanas. RET-He, equivalente a HbR, es práctico, accesible y útil para monitorizar hierro en diálisis.

Dinh, N., et al (28) en el 2020, realizaron un análisis retrospectivo en 312 participantes del Hospital Cho Ray de Vietnam, y evaluaron el rendimiento de la HbR y porcentaje de eritrocitos hipocrómicos (%Hypo) para el tamizaje, comparando pacientes con y sin ERT. Mediante curvas ROC y el índice de Youden se estimaron puntos de corte y desempeño diagnóstico. En ERT, aunque el rendimiento fue menor que en no ERT, siguió siendo aceptable: la HbR mostró un AUC de 0,748 (IC95%: 0,656–0,840) y %Hypo de 0,740 (0,647–0,833). Se recomendaron HbR <31,5 pg y %Hypo >10% para optimizar el cribado. Por su bajo costo y amplia disponibilidad, ambos marcadores se perfilan como herramientas útiles en la práctica clínica.

Sany, D., et al (29) en el 2020, evaluaron el estado de hierro en pacientes en hemodiálisis es esencial para planificar el uso adecuado de eritropoyetina recombinante. Las guías europeas para anemia incluyen el contenido de hemoglobina reticulocitaria y el porcentaje de eritrocitos hipocrómicos; en este contexto, el promedio de la HbR se plantea como alternativa a pruebas estándar. Evaluamos su rendimiento diagnóstico en 50 pacientes en hemodiálisis tres veces por semana, comparándolo con ferritina sérica, saturación de transferrina y % de eritrocitos hipocrómicos. En anémicos, la HbR

promedio fue  $25,84 \pm 4,23$  pg y mostró correlaciones ( $p < 0,001$ ) con hierro sérico, ferritina, transferrina y saturación. Se obtuvo un  $AUC = 0,887$ ; con punto de corte 27,0 pg y se estimó una sensibilidad 90,4% y especificidad 80,8%. La HbR es fácil de medir y útil para valorar eritropoyesis y déficit de hierro en hemodiálisis.

Fishbane, S., et al (16) en el 2017, diseñaron un estudio transversal donde evaluaron 164 pacientes en hemodiálisis estable, la HbR promedio fue  $27,5 \pm 2,8$  pg y se correlacionó estrechamente con el contenido de hemoglobina eritrocitaria (CH) ( $r = 0,86$ ;  $p < 0,0001$ ). Un 12,2% presentó  $HbR < CH$ , asociado a aumento reciente de dosis de eritropoyetina y menores saturación de transferrina y hematocrito, lo que sugiere déficit funcional agudo. En 32 pacientes, tras infusión de 1.000 mg de hierro intravenoso, un  $HbR < 26$  pg predijo deficiencia con sensibilidad del 100% y especificidad del 80%, superando a ferritina y transferrina. La HbR se normalizó en 48 h. Se concluye que la  $HbR < 26$  pg es un indicador preciso y temprano de deficiencia de hierro en hemodiálisis.

Urrechaga, E., et al (30) en el 2016, evaluaron la sensibilidad y especificidad de la HbR y %Hypo-He para detectar deficiencia funcional de hierro en hemodiálisis (HD). Evaluaron 40 pacientes en HD con EPO; hierro intravenoso suspendido  $\geq 3$  semanas. Dos muestras por paciente: basal tras periodo sin hierro y a las 4 semanas de hierro IV. Hemograma y perfil férrico medidos; respondedores definidos por aumento de Hb  $\geq 10$  g/L. Análisis ROC. Evaluaron 21 respondedores y 19 no, y la HbR tuvo un  $AUC$  0.84 (IC95% 0.64–0.93), corte 30.8 pg, sensibilidad 78.7%, especificidad 87.2%; mientras que el %Hypo-He, tuvo un  $AUC$  0.78 (0.64–0.91), corte 2.4%, sensibilidad 72.2%, especificidad 88.1%. Concluyeron que la HbR y %Hypo-He son fiables en HD.

Dalimunthe N., y Lubis A. (31) en el 2016, realizaron un estudio transversal en el Hospital Adam Malik, donde se siguió a 72 pacientes para evaluar la HbR. Primero se comparó con parámetros para identificar deficiencia de hierro; después, quince pacientes con anemia ferropénica recibieron sacarosa férrica intravenosa (100 mg por sesión, por semana) durante cuatro semanas. La HbR mostró buen desempeño diagnóstico ( $AUC$  0,818; punto de corte 31,65 pg, sensibilidad 81,5% y especificidad 61,6%) y se correlacionó con ferritina y saturación de transferrina. Tras la suplementación, la hemoglobina, el hematocrito y HbR aumentaron, lo que respalda a este marcador como indicador útil y precoz del déficit y de respuesta al hierro intravenoso.

### **2.1.2. Nacionales**

Aro, P., et al (32) diseñaron un estudio transversal en Lima, que incluyó 160 pacientes con enfermedad renal diabética (ERD), con el objetivo de evaluar el rendimiento diagnóstico del índice Maf® y establecer un punto de corte para la detección de deficiencia de hierro funcional (DHF). El criterio diagnóstico fue HbR <29 pg. El Maf® se calculó como  $([Hb \times VCM]/100)$  y se analizó mediante curva ROC. La DHF tuvo una frecuencia del 89,4%. El Maf® mostró asociación significativa con la DHF ( $p=0,005$ ) y un AUC de 0,706. El punto de corte óptimo fue 10,85 (sensibilidad 70,6%; especificidad 69,9%), evidenciando utilidad moderada como herramienta de cribado.

Montalvo, K., et al (33) realizaron un estudio transversal en el Hospital Ramiro Prialé Prialé de Huancayo, y tuvo como objetivo establecer valores de referencia de la serie eritroide en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en hemodiálisis. La ERC se asocia a alta prevalencia de anemia, debido a la deficiencia en la producción de hemoglobina y la pérdida de hierro durante la terapia de reemplazo. Se analizaron 75 historias clínicas mediante método lógico-deductivo. La mayoría fueron varones (52%) y personas mayores de 59 años (53,3%). Se identificaron complicaciones cardiovasculares frecuentes. Se concluyó que el género no constituye factor de riesgo para desarrollar ERC.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Anemia en personas con insuficiencia renal**

La anemia constituye una de las complicaciones más relevantes de la enfermedad renal crónica (ERC), con gran impacto en la calidad de vida y en la progresión de comorbilidades cardiovasculares. Se estima que entre el 15% y el 25% de los pacientes con ERC presentan anemia en etapas tempranas de la enfermedad, pero esta cifra asciende de manera dramática en estadios avanzados. En quienes alcanzan la etapa 5 de la ERC (en terapia de reemplazo renal), la prevalencia puede superar el 70-90%. Esta alta frecuencia refleja la combinación de deficiencia de eritropoyetina, inflamación crónica y alteraciones en el metabolismo del hierro descritas en la fisiopatología.

La anemia es multifactorial y responde a mecanismos interrelacionados que afectan tanto la producción de glóbulos rojos como la disponibilidad de hierro y la eficiencia del entorno hematopoyético. En condiciones normales, la eritropoyetina (EPO) es secretada principalmente por células intersticiales peritubulares en la corteza renal. Esta hormona

estimula la médula ósea para la proliferación y diferenciación de precursores eritroides, asegurando una producción adecuada de glóbulos rojos. Sin embargo, en la ERC, la destrucción progresiva del tejido renal funcional conduce a una reducción significativa de la síntesis de EPO. Esta deficiencia hormonal es considerada el mecanismo central de la anemia en la insuficiencia renal, pues sin EPO la médula ósea pierde su estímulo principal para generar eritrocitos.

Junto con la deficiencia de EPO, se presentan problemas en la disponibilidad de hierro. Muchos pacientes con ERC sufren deficiencia absoluta de hierro, caracterizada por depósitos bajos de ferritina y ausencia de hierro circulante suficiente para la eritropoyesis. Además, en un gran número de casos se observa deficiencia funcional de hierro, donde, pese a que las reservas pueden estar conservadas o elevadas, el hierro no se moviliza hacia la médula ósea para la producción de hemoglobina. Esta situación se agrava con las pérdidas sanguíneas repetitivas derivadas de la hemodiálisis y de las extracciones frecuentes para monitoreo clínico.

Un tercer factor clave es la inflamación sistémica de bajo grado, común en la ERC, que induce un aumento de la hormona hepcidina, sintetizada en el hígado. La hepcidina regula el metabolismo del hierro al inhibir la ferroportina, proteína que transporta hierro desde enterocitos intestinales y macrófagos hacia la circulación. Cuando la hepcidina se encuentra elevada, la absorción intestinal de hierro disminuye y el hierro almacenado en los macrófagos no se libera, generando un “bloqueo funcional” de hierro. Así, aunque existan reservas, el hierro no está disponible para la eritropoyesis.

Otros elementos contribuyen a profundizar la anemia en la ERC. El ambiente urémico altera la vida media de los glóbulos rojos, acortándola y aumentando su destrucción. Asimismo, se han descrito alteraciones en la médula ósea con cierto grado de hipocelularidad, que disminuyen la capacidad de producción eritroide. A esto se suman deficiencias nutricionales, como bajos niveles de folato o vitamina B12, que empeoran la situación hematológica. Finalmente, complicaciones infecciosas y cardiovasculares frecuentes en estos pacientes generan mayor inflamación y elevan aún más los niveles de hepcidina, cerrando un círculo patológico difícil de romper.

### **2.2.2. Hemoglobina reticulocitaria**

La hemoglobina reticulocitaria (HbR) representa un parámetro innovador y muy valioso en la evaluación de la anemia. Se basa en el contenido de hemoglobina de los reticulocitos, células inmaduras liberadas de la médula ósea que completan su maduración en uno o dos días en la sangre periférica (11). A diferencia de los eritrocitos maduros, cuya vida media se prolonga hasta 120 días y por ello reflejan un estado hematológico “pasado”, los reticulocitos aportan información en tiempo real sobre la síntesis de hemoglobina y la disponibilidad de hierro durante la eritropoyesis (10). Así, cuando el hierro disponible es insuficiente, los reticulocitos se forman con un menor contenido de hemoglobina, lo que se traduce en valores bajos de HbR (27).

La medición de la HbR se realiza de manera sencilla con analizadores hematológicos automatizados. Estos utilizan técnicas de citometría de flujo, tinción del ARN reticulocitario y análisis de la dispersión de la luz para diferenciar los reticulocitos de los eritrocitos maduros y calcular el contenido medio de hemoglobina en ellos (19, 34). Otra alternativa es el Ret-He (Reticulocyte Hemoglobin Equivalent), disponible en analizadores Sysmex, que estima este valor con gran correlación respecto a la HbR (35). Una de sus ventajas operativas es que puede añadirse fácilmente al hemograma con reticulocitos, resulta económico, su costo es hasta cinco veces menor que el de la ferritina, y mantiene estabilidad de la muestra hasta por 72 horas a 4 °C (36).

En el ámbito clínico, la hemoglobina reticulocitaria se ha convertido en un indicador sensible y específico del estado del hierro y de la capacidad de síntesis de hemoglobina (23). Ha demostrado ser más confiable que marcadores tradicionales como la ferritina sérica, la saturación de transferrina (TSAT) o el hierro sérico, los cuales suelen alterarse por procesos inflamatorios o estados nutricionales (37, 38). La HbR es particularmente útil en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis, donde los cambios en la disponibilidad de hierro y la administración de agentes estimulantes de la eritropoyesis requieren un control estrecho (39). En este contexto, valores de corte entre 29 y 32 pg han mostrado sensibilidades de hasta 100% y especificidades superiores al 75% (40). Además, este parámetro permite detectar con rapidez la respuesta a la terapia con hierro, incluso desde el segundo día de la administración intravenosa, lo que lo convierte en una herramienta práctica para ajustar dosis y evitar la sobrecarga férrica (17).

Su utilidad no se limita a la nefrología. También se ha empleado con éxito en pediatría, en el diagnóstico precoz de deficiencia de hierro antes de que se manifieste la anemia clínica; en obstetricia, para diferenciar la anemia posparto por déficit de hierro de otras causas; en donantes de sangre, para prevenir la depleción férrica; y en hematología, para distinguir entre anemia ferropénica y rasgo talasémico, dos entidades con fenotipos microcíticos que requieren aproximaciones terapéuticas distintas (41-43).

En cuanto a sus ventajas, la HbR ofrece una visión en tiempo real del metabolismo del hierro, es altamente sensible a los cambios tempranos en la eritropoyesis, se obtiene de manera rápida y económica, y puede incorporarse al hemograma sin necesidad de pruebas adicionales complejas (13). Además, su precisión técnica es elevada, con coeficientes de variación inferiores al 1%. Sin embargo, también existen desventajas y limitaciones. Los valores de corte para definir la deficiencia de hierro aún no están plenamente estandarizados y varían según el tipo de analizador utilizado (11). Asimismo, en estados inflamatorios graves, la interpretación puede verse condicionada por la acción de la hepcidina, que limita la liberación de hierro a pesar de depósitos adecuados (8).

### **2.2.3. MicroR y MacroR**

Los parámetros de porcentaje de micro y macro R han sido incorporados en algunos modelos de analizadores hematológicos modernos, y permite caracterizar las poblaciones eritrocitarias de forma cualitativa (19). Estos índices expresan el porcentaje de glóbulos rojos con tamaños extremos: los microcitos, con volumen menor a 60 fL, y los macrocitos, con volumen mayor a 120 fL. Ambos se calculan a partir del histograma de volumen corpuscular medio (VCM) en plataformas como los Sysmex de la serie XN, que utilizan discriminadores en los flancos izquierdo y derecho del histograma para estimar la proporción de células pequeñas o grandes respecto del total (44). Ver figura 1

Su valor clínico radica en que permiten identificar poblaciones eritrocitarias anormales aun cuando el VCM promedio sea normal. De este modo, aportan sensibilidad adicional en contextos donde la anemia es mixta o cuando coexisten poblaciones celulares heterogéneas que podrían quedar enmascaradas (22).

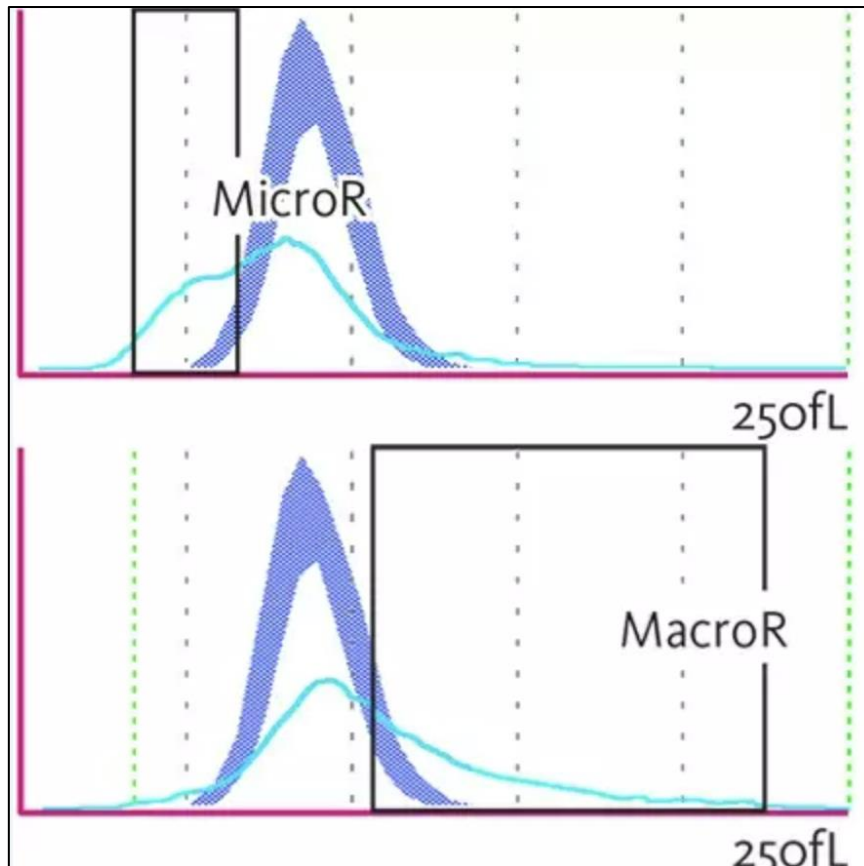


Figura 1. Hematíes microcíticos (MicroR, panel superior) y hematíes macrocíticos (MacroR, panel inferior) en el histograma (Fuente: Sysmex)

En la práctica, el %Micro-R se ha mostrado especialmente útil en la diferenciación de las anemias microcíticas, como la ferropénica y el rasgo talasémico. Combinado con otros índices como el %Hypo-He, se ha desarrollado el índice MH (Micro-R/Hypo-He), que ha alcanzado sensibilidades superiores al 90% y áreas bajo la curva cercanas a 0,95 en la discriminación entre deficiencia de hierro y talasemia, un logro superior al de los parámetros clásicos (45, 46).

El %Macro-R, por su parte, refleja la proporción de eritrocitos de gran tamaño y contribuye al reconocimiento de macrocitosis asociadas a déficit de vitamina B12 o folato, hepatopatías, alcoholismo, hipotiroidismo o síndromes mielodisplásicos. Aunque su estudio clínico es más limitado que el del %Micro-R, resulta valioso como marcador temprano de alteraciones que producen eritrocitos voluminosos, incluso en fases iniciales donde la media del VCM aún se mantiene dentro de la normalidad (47).

Entre las ventajas de estos índices destaca que se obtienen de forma automática, sin necesidad de pruebas ni costos adicionales, y que pueden integrarse en algoritmos diagnósticos junto con el Ret-He, la ferritina y la saturación de transferrina (23). Además, su utilidad se extiende tanto a adultos como a neonatos, en quienes se han establecido valores de referencia específicos para facilitar la interpretación (24, 46). No obstante, también presentan limitaciones. Son parámetros dependientes de la tecnología de cada fabricante, lo que dificulta la estandarización universal. Además, su estabilidad preanalítica es reducida: al depender del volumen eritrocitario, los resultados pueden alterarse si la muestra tiene más de 12 horas de recogida o se conserva en malas condiciones (19). Finalmente, aunque la evidencia científica respalda su utilidad en el estudio de anemias microcíticas, el conocimiento sobre el %Macro-R aún es menos robusto y requiere más estudios clínicos amplios para consolidar su rol.

### **2.3. Formulación de hipótesis**

- Hipótesis nula: El desempeño de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R no supera el 75% en la identificación de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024
- Hipótesis alterna: El desempeño de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R supera el 75% en la identificación de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de la investigación**

Se clasifica como hipotético, considerando que estamos formulando una hipótesis que debe ser contrastada con análisis probabilístico; y se también deductivo, porque hemos planteado el problema en función a comportamiento de los tres marcadores en otras poblaciones, y esperamos deducir ahora un comportamiento similar en nuestra población.

### **3.2. Enfoque de la investigación**

Es de enfoque cuantitativo, ya que las variables serán medidas y expresadas en estadígrafos descriptivos, y de acuerdo con su comportamiento, se estimarán sus desempeños diagnósticos.

### **3.3. Tipo de investigación**

Es un estudio aplicado, dado que estamos aplicando el conocimiento existente sobre los tres biomarcadores a una población clínica concreta, con el fin de validar o comprobar su utilidad en la práctica asistencial y mejorar la detección de anemia en un contexto real.

### **3.4. Diseño de la investigación**

Emplearemos un diseño transversal analítico de corte retrospectivo, ya que revisaremos historias clínicas y reportes de laboratorio de hematología, procedentes de pacientes con insuficiencia renal sometidos a hemodiálisis. Esta información se extraerá de un solo momento de tiempo para cada paciente, y no involucra el seguimiento de casos.

### **3.5. Población, muestra y muestreo**

#### **3.5.1. Población**

Estará conformada por pacientes con diagnóstico confirmado de insuficiencia renal, y sometidos a procedimiento de hemodiálisis en el Hospital Daniel A. Carrión, Essalud de Tacna. De acuerdo con la Unidad de Hemodiálisis de dicho hospital, se cuenta con 125 pacientes que reciben el procedimiento. El diagnóstico de insuficiencia renal fue de acuerdo con la GPC para tamizaje, diagnóstico y manejo de enfermedad renal crónica publicada por el Instituto de Evaluación de Tecnología en Salud e Investigación de Essalud en mayo de 2020.

#### **Criterios de Inclusión y exclusión.**

**Inclusión:**

- Mayores de edad con insuficiencia renal sometidos a hemodiálisis.
- Tiempo mínimo en el programa de hemodiálisis de tres meses.
- Reporte de hemograma automatizado con valores de HbR, macro y micro-R.

**Exclusión**

- Datos procedentes de hemograma manual.
- Transfusión de hemocomponentes en los últimos 2 meses.
- Hemorragia o cirugía mayor en las últimas 2 semanas previas a la hemodiálisis.
- Enfermedad oncohematológica.

**3.5.2. Muestra**

Siendo nuestro estudio de diseño retrospectivo, estimaremos la potencia obtenida por 125 registros que representan a la totalidad de pacientes con insuficiencia renal tratados con hemodiálisis. Emplearemos el programa PASS versión 20 y su módulo de cálculo para una curva ROC, asumiendo un nivel de significancia de 0.05, un valor de AUC mínimo esperado de 0.75, y un valor observado según los reportes de Urrechaga, E., et al (30) para el AUC de 0.84 en la identificación de anemia en pacientes sometidos a hemodiálisis.

<b>Solve For:</b>	Power
<b>Test</b>	
Alternative Hypothesis:	Two-Sided Test
<b>Alpha</b>	
Alpha:	0.05
<b>Sample Size</b>	
Group Allocation:	Equal (N+ = N-)
Sample Size per Group:	125
<b>Effect Size</b>	
<b>Area Under the Curve</b>	
AUC0 (Area Under Curve H0):	0.75
AUC1 (Area Under Curve H1):	0.84

Obteniendo el siguiente resultado:

Tests for One ROC Curve										
Numeric Results for Testing AUC = AUC0 with Discrete (Rating) Data										
Test Type = Two-Sided. FPR1 = 0.0000. FPR2 = 1.0000. B = 1.0000.										
Power	N+	N-	N	AUC0'	AUC1'	Diff'	AUC0	AUC1	Diff	Alpha
0.81255	125	125	250	0.7500	0.8400	0.0900	0.7500	0.8400	0.0900	0.050

Por lo tanto, el poder estimado fue de 81.3%, valor aceptable para controlar el error 2.

### 3.5.3. Muestreo

Los registros serán obtenidos bajo un criterio de muestreo no probabilístico por conveniencia.

## 3.6. Variables y operacionalización

### 3.6.1. Variables

#### Variable dependiente

- Anemia

#### Variable independiente

- Hemoglobina reticulocitaria
- Micro-R
- Macro-R

#### Variables secundarias:

- Edad
- Sexo
- Tiempo de tratamiento
- Diabetes Mellitus
- Hipertensión arterial
- Acceso vascular
- Función renal residual

### 3.6.2. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Tipo de variable y escala de medición
Dependiente					
Anemia	Es una condición hematológica caracterizada por una disminución de la concentración de hemoglobina en sangre por debajo de los valores de referencia según sexo y edad, lo que refleja una capacidad reducida para transportar oxígeno (48).	Se evaluará de acuerdo con el diagnóstico clínico y laboratorio definido en la historia clínica del paciente con insuficiencia renal.	Enfermedad	No (0) Si (1)	Dicotómica nominal
Independientes					
Hemoglobina reticulocitaria	Es un parámetro hematológico que mide el contenido medio de hemoglobina en los reticulocitos, reflejando en tiempo real la disponibilidad de hierro en la médula ósea y la eficacia de la eritropoyesis (10).	De acuerdo con el reporte de laboratorio de hematología, y estimado en un analizador hematológico Sysmex de la serie XN.	Indicador de laboratorio	picogramos	Numérica continua

Micro-R	Es el porcentaje de eritrocitos microcíticos, definidos como aquellos con un volumen corpuscular menor a 60 fL, indicador de microcitosis y útil en la diferenciación de anemias microcíticas (23).	Parámetro RUO (research use only) estimado en un analizador hematológico Sysmex de la serie XN.		%	
Macro-R	Es el porcentaje de eritrocitos macrocíticos, definidos como aquellos con un volumen corpuscular mayor a 120 fL, indicador de macrocitosis y asociado a anemias megaloblásticas, hepatopatías y otros desórdenes hematológicos (23).			%	
Covariables					
Edad	Tiempo vivido por una persona y expresada regularmente en años (48).	Número de años registrado en la historia clínica del niño/a.	Característica demográfica	Varón (0) Mujer (1)	Dicotómica nominal
Sexo	Es la característica biológica que diferencia varones de mujeres (48).	Característica fenotípica registrada en la historia clínica del niño/a.		Número de años	Numérica discreta
Tiempo de tratamiento	Es el período transcurrido desde el inicio de la terapia de hemodiálisis crónica hasta la fecha de evaluación,	Tiempo expresado en meses y de acuerdo con el primer procedimiento de hemodiálisis	Característica clínica	Número de meses	Numérica discreta

	expresado en meses o años.	realizado.		
Diabetes Mellitus	Enfermedad metabólica crónica caracterizada por hiperglucemia, resultante de defectos en la secreción y/o acción de la insulina (48).	De acuerdo con el diagnóstico clínico y laboratorio definido en la historia clínica del paciente.		No (0) Si (1) Dicotómica nominal
Hipertensión arterial	Condición clínica definida por la elevación sostenida de la presión arterial sistólica $\geq 140$ mmHg y/o diastólica $\geq 90$ mmHg, o por el uso de medicación antihipertensiva (48).	De acuerdo con el diagnóstico clínico y laboratorio definido en la historia clínica del paciente.		No (0) Si (1) Dicotómica nominal
Acceso vascular	Es la vía utilizada para extraer y reinfundir la sangre durante la hemodiálisis, principalmente fistula arteriovenosa, injerto protésico o catéter venoso central (48).	Vía empleada para el procedimiento de hemodiálisis reportada en la historia clínica.		FAV (0) Catéter (1) Dicotómica nominal
Función renal residual	Es la capacidad remanente de los riñones para eliminar agua y solutos en pacientes que ya reciben terapia de reemplazo renal (48).	Depuración residual de urea y creatinina calculada a partir de la recolección de orina de 24 horas (Kru).		spKt/V Numérica continua

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.7.1. Técnicas**

Se empleará la observación y el registro de información procedente de la revisión de historias clínicas y reportes de laboratorio. Se elaboró una ficha para obtener información de una medición basal por participante (ventana  $\pm 7$  días), preferentemente pre-diálisis de mitad de semana, y registrar cualquier desviación. Los datos se registrarán en una planilla electrónica elaborada en Excel, y de acuerdo con un diccionario de variables.

#### **3.7.2. Descripción de instrumentos**

Ficha de recolección de datos. se organizó en bloques. El primer bloque corresponde a los datos de identificación para cada paciente. Se incluyó además la fecha de registro, la unidad de procedencia y los criterios de inclusión o exclusión aplicados ( $\geq 18$  años,  $\geq 3$  meses en programa de hemodiálisis, sin transfusión reciente ni episodios agudos que pudieran sesgar las variables hematológicas). El segundo bloque abarcó los datos sociodemográficos (edad y sexo) y los antecedentes clínicos relevantes (etiología de la enfermedad renal crónica, comorbilidades como diabetes o hipertensión, tiempo total en diálisis y tipo de acceso vascular empleado). En el tercer bloque se registraron los datos de laboratorio obtenidos de los informes rutinarios del hemograma y parámetros relacionados: hemoglobina reticulocitaria, %Micro-R, %Macro-R, hemoglobina total, VCM, HCM, RDW y recuento de reticulocitos. Asimismo, se recuperaron resultados de hierro sérico, ferritina, TIBC y saturación de transferrina, junto con reactantes de fase aguda como proteína C reactiva ultrasensible. El cuarto bloque se destinó al desenlace principal, es decir, la presencia o ausencia de anemia, definida según los criterios clínicos establecidos (hemoglobina  $< 13$  g/dL en varones y  $< 12$  g/dL en mujeres).

Hemodiálisis: constituyó la principal modalidad de terapia de reemplazo renal utilizada en pacientes con insuficiencia renal crónica avanzada. El procedimiento se llevó a cabo mediante un circuito extracorpóreo en el cual la sangre del paciente fue extraída, filtrada a través de un dializador y posteriormente retornada al organismo. Este proceso permitió la eliminación de solutos urémicos y el exceso de líquidos a través de mecanismos de difusión y ultrafiltración. La indicación de inicio de la hemodiálisis no se fundamentó exclusivamente en el valor de la tasa de filtración glomerular, sino en la presencia de manifestaciones clínicas y metabólicas refractarias al tratamiento médico convencional.

Se incluyeron criterios como síntomas urémicos persistentes, malnutrición proteico-calórica, hiperkalemia, acidosis metabólica, hiperfosfatemia y sobrecarga hídrica no controlada. Asimismo, la mayoría de los pacientes inició la terapia en estadio 5 de enfermedad renal crónica, aunque algunos requirieron el procedimiento en fases más tempranas debido a complicaciones clínicas. El régimen convencional se desarrolló en tres sesiones semanales, con una duración mínima de tres horas cada una. La dosis de hemodiálisis fue evaluada de manera mensual mediante el cálculo de  $spKt/V$ , estableciéndose como objetivo un valor de 1,4 por sesión, sin permitir valores inferiores a 1,2.

Hemoglobina reticulocitaria, % MicroR y % MacroR: se realizó utilizando un analizador hematológico automatizado de la serie Sysmex XN® (Sysmex Corporation, Kobe, Japón). El principio de medición se basó en la combinación de técnicas de fluorescencia, citometría de flujo y análisis de dispersión de luz. Los parámetros %Micro-R y %Macro-R se derivaron del histograma de distribución del volumen eritrocitario en el canal RBC/PLT. El sistema clasificó automáticamente como microcitos aquellos eritrocitos con volumen  $<60$  fL, expresados en porcentaje respecto al total (%Micro-R), y como macrocitos los eritrocitos  $>120$  fL (%Macro-R). Las muestras se recolectaron en tubos con EDTA-K2 y se procesaron dentro de las 6 a 8 horas posteriores a la extracción, siguiendo las recomendaciones del fabricante para garantizar la estabilidad preanalítica de los parámetros. Los resultados fueron generados y validados mediante los algoritmos integrados del software del equipo.

### **3.7.3. Validación**

Se validará a nivel de contenido, por tres tecnólogos médicos con especialidad en Hematología, quienes calificarán ocho ítems de forma dicotómica (aceptable / no aceptable). El instrumento será válido, siempre que los ocho ítems tengan la calificación de aceptable, en caso contrario, se deberá reconsiderar el ítem según las recomendaciones de los expertos.

### **3.7.4. Confiabilidad**

El instrumento se evaluará con un piloto de veinte historias clínicas seleccionadas al azar, y cuyo contenido será analizado con el coeficiente alfa de Cronbach. Se espera que el

coeficiente Alfa tenga un valor superior a 0.75, considerado indicativo de una confiabilidad y consistencia interna aceptable del instrumento.

### **3.8. Plan de análisis de datos**

Cada variable de estudio será presentada de forma descriptiva, de acuerdo con su escala de medición, en frecuencias, medidas de tendencia central, dispersión y posición, según corresponda. La presencia de anemia será comparada mediante frecuencias absolutas y relativas por cada variable independiente, empleando la prueba chi cuadrado de Pearson, y prueba T, para variables categóricas y numéricas, respectivamente. Los parámetros como la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R serán presentados en función a su media y desviación estándar, y por cada variable independiente. Se considerará como valor significativo una probabilidad menor a 0.05. El desempeño de cada prueba será evaluado mediante el análisis en curva ROC exploratorio, y se estimará el punto de corte de acuerdo con los valores de sensibilidad, especificidad y razones de verosimilitud. Finalmente, mediante el mismo análisis, se calculará el área bajo la curva (AUC), y su intervalo de confianza al 95% por las variables independientes más significativas. El análisis estadístico se realizará en el programa Stata versión 17 para el análisis estadístico y construcción de tablas y gráficos.

### **3.9. Aspectos éticos**

Se garantizó en todo momento la confidencialidad de la información, asignando códigos a cada participante para evitar la identificación personal. Al tratarse de un estudio retrospectivo, se utilizaron únicamente registros clínicos y de laboratorio existentes, sin intervención directa ni riesgo adicional para los pacientes. El protocolo será revisado y aprobado por el comité de ética de la UPNW, asegurando que los datos se emplearán exclusivamente con fines científicos y en beneficio del conocimiento en salud, y se contará con el permiso del Hospital DAC de Tacna.

## CAPÍTULO IV: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 4.1. Cronograma de actividades

FASE	Año 2025																				Año 2026							
	Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Redacción del plan de trabajo académico																												
Registro del plan al comité de ética de la UPNW																												
Levantamiento de observaciones y aprobación del proyecto																												
Obtención del permiso en el hospital y gestión en la escuela de tecnología medica																												
Presentación del informe																												
Sustentación																												

### 4.2. Presupuesto

El estudio será financiado por la tesista quien garantizará los siguientes requerimientos:

Clasificador	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Viáticos y Asignaciones</b>			<b>S/. 600.00</b>
Alimentación por 30 días	1 persona	S/. 300	S/. 300.00
Movilidad local por 30 días	1 persona	-	S/. 300.00
<b>Bienes de consumo</b>			<b>S/. 300.00</b>
Renovación de licencia Office	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
Renovación de licencia antivirus	Unidad	S/. 100.00	S/. 100.00
<b>Servicios</b>			<b>S/. 4,900.00</b>
Pago por trámite a la UPNW	Unidad	S/. 3000.00	S/. 3000.00

Luz	05 meses	S/. 90.00	S/. 450.00
Internet	05 meses	S/. 120.00	S/. 600.00
Celular	05 meses	S/. 70.00	S/. 350.00
Apoyo estadístico	01 mes	S/. 500.00	S/. 500.00
<b>Otros servicios</b>			
			<b>S/. 200.00</b>
Empastada tesis	04 unidades	S/. 40.00	S/. 160.00
Anillado	04 unidades	S/. 10.00	S/. 40.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 6,000.00</b>

## REFERENCIAS

1. Atkinson MA, Warady BAJPN. Anemia in chronic kidney disease. 2018;33(2):227-38.
2. Dowling TCJAjoh-sp. Prevalence, etiology, and consequences of anemia and clinical and economic benefits of anemia correction in patients with chronic kidney disease: an overview. 2007;64(13\_Supplement\_8):S3-S7.
3. Hazin MAAJRdAMB. Anemia in chronic kidney disease. 2020;66(Suppl 1):s55-s8.
4. Singh AP, Heldaus J, Msaki APJI. Hemodialysis complications: a clinical insight. 2023;11(3):640-7.
5. Pendse S, Singh AKJMC. Complications of chronic kidney disease: anemia, mineral metabolism, and cardiovascular disease. 2005;89(3):549-61.
6. Worwood MJCa. The laboratory assessment of iron status—an update. 2007;259(1-2):3-23.
7. Pfeiffer CM, Looker ACJTAjocn. Laboratory methodologies for indicators of iron status: strengths, limitations, and analytical challenges. 2017;106:1606S-14S.
8. Cavill IJAJoKD. Iron status as measured by serum ferritin: the marker and its limitations. 2009;34(4):s12-s7.
9. Petroff SJNNJ. Evaluating traditional iron measures and exploring new options for patients on hemodialysis. 2005;32(1):65.
10. Mast AE, Blinder MA, Dietzen DJJAjoh. Reticulocyte hemoglobin content. 2008;83(4):307-10.
11. Ogawa C, Tsuchiya K, Maeda KJCCA. Reticulocyte hemoglobin content. 2020;504:138-45.
12. Chinudomwong P, Binyasing A, Trongsakul R, Paisooksantivatana KJJoCLA. Diagnostic performance of reticulocyte hemoglobin equivalent in assessing the iron status. 2020;34(6):e23225.
13. Mast AE, Blinder MA, Lu Q, Flax S, Dietzen DJJB, The Journal of the American Society of Hematology. Clinical utility of the reticulocyte hemoglobin content in the diagnosis of iron deficiency. 2002;99(4):1489-91.
14. Fishbane S, Galgano C, Langley Jr RC, Canfield W, Maesaka JKJKi. Reticulocyte hemoglobin content in the evaluation of iron status of hemodialysis patients. 2007;52(1):217-22.
15. Trung KN, Viet HT, Hien HNT, Khanh VN, Danh TT, Le Viet TJN-UM. Evaluation of predicting the value of the reticulocyte hemoglobin equivalent for iron deficiency in chronic kidney disease patients. 2022;14(2).
16. Fishbane S, Galgano C, Langley RC, Jr., Canfield W, Maesaka JK. Reticulocyte hemoglobin content in the evaluation of iron status of hemodialysis patients. *Kidney international*. 2017;52(1):217-22.

17. Gelaw Y, Woldu B, Melku MJCl. The role of reticulocyte hemoglobin content for diagnosis of iron deficiency and iron deficiency anemia, and monitoring of iron therapy: a literature review. 2019;65(12).
18. Marković M, Majkić-Singh N, Ignjatović S, Singh SJJjoh. Reticulocyte haemoglobin content vs. soluble transferrin receptor and ferritin index in iron deficiency anaemia accompanied with inflammation. 2007;29(5):341-6.
19. Schapkaitz EJLM. Stability of new erythrocyte and reticulocyte parameters in testing for anemia on the Sysmex XN 9000. 2018;49(3):219-25.
20. Chambers BJNZJoMLS. Evaluation of the new red cell research parameters on the Sysmex XE-5000. 2012;66(3):70-2.
21. Buoro S, Carobene A, Seghezzi M, Manenti B, Dominoni P, Pacioni A, et al. Short-and medium-term biological variation estimates of red blood cell and reticulocyte parameters in healthy subjects. 2018;56(6):954-63.
22. Urrechaga E, Borque L, Escanero JFJJocla. Erythrocyte and reticulocyte parameters in iron deficiency and thalassemia. 2011;25(3):223-8.
23. Piva E, Brugnara C, Spolaore F, Plebani MJCiLM. Clinical utility of reticulocyte parameters. 2015;35(1):133-63.
24. Firat Oğuz E, Falay M, Ercan Karadağ M, Uzdoğan EA, Akbulut ED, Özet G, et al. Determination of reference ranges for automated erythrocyte and reticulocyte parameters in healthy adults. 2022;47(3):283-7.
25. Herrera-Añazco P, Atamari-Anahui N, Flores-Benites V. [Number of nephrologists, hemodialysis services, and prevalence trend of chronic kidney disease in the ministry of health of Peru]. *Revista peruana de medicina experimental y salud publica*. 2019;36(1):62-7.
26. Machaca-Choque D, Palomino-Guerra G, Flores-Cohaila J, Parihuana-Travezaño E, Taype-Rondan A, Gomez-Colque S, et al. Quality of life and its associated factors in chronic kidney disease patients undergoing hemodialysis from a Peruvian city: A cross-sectional study. *PloS one*. 2024;19(5):e0300280.
27. Miwa N, Akiba T, Kimata N, Hamaguchi Y, Arakawa Y, Tamura T, et al. Usefulness of measuring reticulocyte hemoglobin equivalent in the management of haemodialysis patients with iron deficiency. 2020;32(2):248-55.
28. Dinh NH, Cheanh Beaupha SM, Tran LTA. The validity of reticulocyte hemoglobin content and percentage of hypochromic red blood cells for screening iron-deficiency anemia among patients with end-stage renal disease: a retrospective analysis. *BMC Nephrology*. 2020;21(1):142.

29. Sany D, El Shahawi Y, Taha J. Diagnosis of Iron Deficiency in Hemodialysis Patients: Usefulness of Measuring Reticulocyte Hemoglobin Equivalent. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*. 2020;31(6).
30. Urrechaga E, Boveda O, Aguayo FJ, de la Hera P, Muñoz RI, Gallardo I, et al. Percentage of hypochromic erythrocytes and reticulocyte hemoglobin equivalent predictors of response to intravenous iron in hemodialysis patients. 2016;38(4):360-5.
31. Dalimunthe NN, Lubis AR. Usefulness of Reticulocyte Hemoglobin Equivalent in Management of Regular Hemodialysis Patients with Iron Deficiency Anemia. *Romanian journal of internal medicine = Revue roumaine de medecine interne*. 2016;54(1):31-6.
32. Aro P, Lezama C, Solano D, Castillo J, Sánchez Jacinto B, Paredes R, et al. Rendimiento diagnóstico del factor de anemia microcítica en la evaluación de la deficiencia de hierro funcional en enfermedad renal diabética. *Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes*. 2024;58(3):125 - 31.
33. Montalvo Loyola KON, Vilca Herrera JJ. Valores de referencia de la serie eritroide en pacientes con enfermedad renal crónica en terapia de reemplazo con hemodiálisis. 2018.
34. Thomas L, Franck S, Messinger M, Linssen J, Thomé M, Thomas C. Reticulocyte hemoglobin measurement--comparison of two methods in the diagnosis of iron-restricted erythropoiesis. *Clinical chemistry and laboratory medicine*. 2005;43(11):1193-202.
35. Chinudomwong P, Binyasing A, Trongsakul R, Paisooksantivatana K. Diagnostic performance of reticulocyte hemoglobin equivalent in assessing the iron status. *Journal of clinical laboratory analysis*. 2020;34(6):e23225.
36. Bouzid G, Yousfi N, Hassine ZB, Daly F, Attoini A, Daoud N, et al. Importance of the reticulocyte hemoglobin equivalent in the exclusion of latent iron deficiency. *Annales de biologie clinique*. 2023;81(3):262-8.
37. Kaneko Y, Miyazaki S, Hirasawa Y, Gejyo F, Suzuki M. Transferrin saturation versus reticulocyte hemoglobin content for iron deficiency in Japanese hemodialysis patients. *Kidney international*. 2003;63(3):1086-93.
38. Marković M, Majkić-Singh N, Ignjatović S, Singh S. Reticulocyte haemoglobin content vs. soluble transferrin receptor and ferritin index in iron deficiency anaemia accompanied with inflammation. *International journal of laboratory hematology*. 2007;29(5):341-6.
39. Daali S, El Atifi K, Hamouche N, Aboudar Z, Jabrane M, Bendriouich A, et al. Assessment of Reticulocyte Hemoglobin Content in Patients Undergoing Chronic Hemodialysis for Optimized Anemia Management. *Cureus*. 2025;17(5):e83867.
40. Almashjary MN, Barefah AS, Bahashwan S, Ashankyty I, ElFayoumi R, Alzahrani M, et al. Reticulocyte Hemoglobin-Equivalent Potentially Detects, Diagnoses and Discriminates between Stages of Iron Deficiency with High Sensitivity and Specificity. *Journal of clinical medicine*. 2022;11(19).

41. De la Cruz-Garcinuño M, Juárez-Vela R, Lasa-Berasain P, Ruiz de Viñaspre-Hernández R, Czapla M, García-Muñoz L, et al. Utility of reticulocyte hemoglobin as a new predictor of anemia in intensive care unit patients. *Frontiers in medicine*. 2025;12:1577047.
42. Haizler-Cohen L, Saeed H, Quiett V, Kaur G, Tefera EA, Gizaw S, et al. Utility of Reticulocyte Hemoglobin Equivalent in Screening for Iron Deficiency in Pregnancy. *American journal of perinatology*. 2025;42(7):834-41.
43. Tahara S, Naito Y, Okuno K, Yasumura S, Horimatsu T, Ohno J, et al. Clinical utility of reticulocyte hemoglobin equivalent in patients with heart failure. *Scientific reports*. 2022;12(1):13978.
44. Sysmex. The microcytic (MicroR) and macrocytic (MacroR) red blood cell populations Germany, 2025. Disponible en: <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/sysmex-parameters/micromacror/>.
45. Horne BD, Muhlestein JB, Bennett ST, Muhlestein JB, Jensen KR, Marshall D, et al. Extreme erythrocyte macrocytic and microcytic percentages are highly predictive of morbidity and mortality. *JCI insight*. 2018;3(14).
46. Bahr TM, Christensen TR, Henry E, Wilkes J, Ohls RK, Bennett ST, et al. Neonatal Reference Intervals for the Complete Blood Count Parameters MicroR and HYPO-He: Sensitivity Beyond the Red Cell Indices for Identifying Microcytic and Hypochromic Disorders. *The Journal of pediatrics*. 2021;239:95-100.e2.
47. Çomruk A, Kaya Z, Kirkiz Kayalı S, Koçak Ü, Türkyılmaz C, Koç E. The Role of Extended New Red Blood Cell Parameters on the First Day of Moderate to High-Risk Newborns. *Clinical pediatrics*. 2025:99228251356192.
48. BIREME/OPS/OMS. DeCS-Descriptores en Ciencias de la Salud. 2016.

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Ficha para la validación de instrumentos por juicio de expertos

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, Yo \_\_\_\_\_ identificado (a) con DNI \_\_\_\_\_, solicito su opinión sobre el instrumento de la investigación titulada, “ \_\_\_\_\_ ”, para lo cual se requiere que pueda calificar, marcando con un aspa (X) en la casilla correspondiente a su opinión respecto a cada criterio formulado.

Ítem N°	Criterio	SI	NO	Observación
1	La información permite dar respuesta al problema			
2	El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio			
3	El instrumento contiene a las variables de estudio			
4	La estructura del instrumento es adecuada			
5	El instrumento responde a la operacionalización de la variable			
6	La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento			
7	Los ítems son claros en lenguaje entendible			
8	El número de ítems es adecuado para su aplicación			

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

\_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable [ ]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador Dr./ Mg:** \_\_\_\_\_

**DNI:**

**Especialidad del validador:**

**Fecha:**

\_\_\_\_\_  
Firma del Juez experto

## Anexo 2: Ficha para la recolección de información

Código:

Fecha de evaluación:

### A. Características demográficas

1. Edad  años
2. Sexo  Varón  Mujer

### B. Características clínicas

3. Diabetes Mellitus  No  Si
4. Hipertensión arterial  No  Si
5. Tiempo en programa hemodiálisis (meses): \_\_\_\_\_
6. Tipo de acceso vascular  FAV  Catéter
7. spKt/V: \_\_\_\_\_

### C. Reporte de laboratorio

8. Hemoglobina (g/dL): \_\_\_\_\_
9. Hemoglobina reticulocitaria (pg): \_\_\_\_\_
10. %Micro-R: \_\_\_\_\_
11. %Macro-R: \_\_\_\_\_
- Alternativos**
12. VCM (fL): \_\_\_\_\_
13. HCM (pg): \_\_\_\_\_
14. RDW (%): \_\_\_\_\_
15. Recuento de reticulocitos ( $\times 10^9$ ): \_\_\_\_\_
16. Hierro sérico (ug/dL): \_\_\_\_\_
17. Ferritina sérica (ng/mL): \_\_\_\_\_
18. Saturación de transferrina (%): \_\_\_\_\_
19. PCR (mg/L): \_\_\_\_\_

### D. Desenlace

20. Anemia  No  Si

### Anexo 3: Matriz de consistencia

**Título.** Hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R y su desempeño en la identificación de anemia en pacientes hemodializados, Hospital Daniel A. Carrión, Tacna 2024

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	variables	Diseño metodológico
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cuál es el desempeño de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R en la identificación de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Estimar el desempeño de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R en la identificación de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024</p>	<p><b>Hipótesis nula:</b></p> <p>El desempeño de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R no supera el 75% en la identificación de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Anemia</p> <p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Hemoglobina reticulocitaria</p> <p>Micro-R</p> <p>Macro-R</p>	<p><b>Método:</b> Hipotético deductivo.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Prueba diagnósticas de corte transversal retrospectivo.</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Qué características demográficas, epidemiológicas y clínicas tienen los pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Describir las características demográficas, epidemiológicas y clínicas tienen los pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024</p>	<p><b>Hipótesis alterna:</b></p> <p>El desempeño de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R supera el 75% en la identificación de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024</p>	<p><b>Variables secundarias</b></p> <p>Edad</p> <p>Sexo</p> <p>Tiempo de tratamiento</p> <p>Diabetes Mellitus</p>	<p><b>Población:</b> Historias clínicas de mayores de edad con insuficiencia renal sometidos a hemodiálisis.</p> <p><b>Muestra:</b> se evaluarán a 125 historias clínicas, las cuales han generado una potencia de 81.3%, asumiendo un nivel de significancia de 0.05, y AUC</p>
<p>¿La hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R estará relacionada con la concentración de</p>	<p>Evaluar la relación entre la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R con la concentración de</p>			

hemoglobina en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024?	hemoglobina en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024	Hipertensión arterial	esperado y observado de 0.75 y 0.84.
¿Cuál será el punto de corte de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R para discriminar la presencia de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024?	Determinar el punto de corte de la hemoglobina reticulocitaria, micro-R y macro-R para discriminar la presencia de anemia en pacientes hemodializados atendidos en el Hospital Daniel A. Carrión de Tacna durante el 2024	Acceso vascular	
		Función renal residual	<b>Muestreo:</b> No probabilístico por conveniencia.
			<b>Técnica:</b> observación y fichaje.
			<b>Instrumento:</b> ficha de recolección de datos.
			<b>Plan de análisis:</b> análisis descriptivo, bivariado, curva ROC y cálculo de AUC. Uso de Stata versión 17.0






# 14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	9%
2	Internet	pesquisa.bvsalud.org	<1%
3	Trabajos entregados	Universidad de San Martín de Porres on 2019-06-03	<1%
4	Internet	hdl.handle.net	<1%
5	Trabajos entregados	Submitted on 1686259716055	<1%
6	Internet	repositorio.upch.edu.pe	<1%
7	Trabajos entregados	Universidad Privada San Juan Bautista on 2025-09-01	<1%
8	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-10-05	<1%
9	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
10	Internet	revistasad.com	<1%
11	Internet	www.revespcardiol.org	<1%